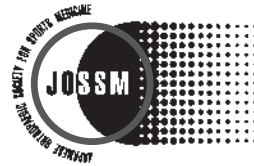


Japanese Journal of  
**ORTHOPAEDIC  
SPORTS  
MEDICINE**



一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会

# 目 次

## <第38回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」>

### 1. 序 文

宮崎大学医学部整形外科 帖佐 悦男 …… 1

## <第38回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」>

### 2. どうして少年の野球肘検診が必要なのか

Screening for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum

東京厚生年金病院スポーツ・健康医学実践センター 柏口 新二ほか …… 3

## <第38回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」>

### 3. 宮崎県における少年野球検診の実際

Medical Checkup for Child and Adolescent Baseball Players in Miyazaki

宮崎大学医学部整形外科 石田 康行ほか …… 7

## <第38回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」>

### 4. 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

Prevention of Youth Baseball Elbow Using Baseball Note

新潟リハビリテーション病院整形外科 山本 智章ほか …… 12

## <第38回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」>

### 5. 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

Trial for the Early Detection and Treatment of Throwing Shoulder and Elbow

Injury in Children in Kyoto

京都府立医科大学大学院運動器機能再生外科学

(整形外科学教室) 森原 徹ほか …… 19

<第38回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会

「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」>

6. プロ野球選手の育成過程の調査について—成長期野球肘と手術経験—  
A Questionnaire Research Process of Growth in Professional Baseball Player's  
—Young Baseball Elbow and Experience of Operation—  
有限会社プロサーブ 能勢 康史 …… 27
7. 男子エリートバレーボール選手に生じた腹直筋肉離れの5例  
Muscle Strain of the Rectus Abdominis in Elite Volleyball Players. 5 Cases  
社会医療法人財団大和会武蔵村山病院整形外科 今給黎直明ほか …… 32
8. 大学サッカー選手の第5中足骨疲労骨折と身体的要因の関係  
Relationship Between Stress Fracture of the 5th Metatarsal Bone and Physical  
Factors in College Soccer Players  
大阪産業大学大学院人間環境学研究科 藤高 紘平ほか …… 37
9. 野球における足先行スライディングにより生じた外側半月板損傷の2例  
Lateral Meniscus Tear Due to Feet-First Sliding  
—Report in Baseball of Two Cases  
亀田メディカルセンタースポーツ医学科 山田 慎ほか …… 43
10. The Efficacy of the Dynamic Assessment with Ultrasonography in Clavicle  
Shaft Refracture ; A Case Report  
鎖骨骨幹部再骨折において超音波による動的評価が有用であった症例  
亀田メディカルセンター整形外科 服部 惣一ほか …… 47
11. 高校野球投手における原テストと投球スタイルの関連  
The Relationship Between Hara's Test and Pitching Style in High School  
Baseball Pitchers  
群馬大学大学院医学系研究科整形外科 設楽 仁ほか …… 52
12. 下肢アライメントと膝関節回旋トルクとの関係性の性差  
Relationship Between Tibial Rotation Strength and Alignment of Lower  
Extremity  
順天堂大学大学院医学研究科スポーツ医学 金子 雅明ほか …… 56

13. 膝後十字靭帯再建術と高位脛骨骨切り術を同時に施行した1例  
Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Combined with Opening Wedge  
High Tibial Osteotomy -A Case Report-  
東海大学医学部外科学系整形外科学 小林美由希ほか …… 62
14. 少年野球選手の投球フォームの違いが肘関節画像所見に与える影響  
The Relationship of the Radiological and Ultrasonographic Images of Medial  
Elbow with Throwing Forms in Youth Baseball Players  
名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科 後藤 英之ほか …… 67
15. サーキットピッチング練習の試用評価  
A Preliminary Trial of the Novel Pitching Exercise with Circuit Training  
筑波大学体育系 奈良 隆章ほか …… 73
16. ACL再建術後患者のスポーツ活動における半月板への影響  
Effect to Meniscus of Sports Player with Reconstructed ACL  
清恵会病院整形外科 玉井 孝司ほか …… 79
17. わが国のトップレベル選手におけるタイトネスについて—性別・競技別の検討—  
Muscle Tightness in Elite Japanese Athletes  
-Investigation Over Sex Difference and Different Sports-  
国立スポーツ科学センター 高橋佐江子ほか …… 84
18. バーサロックアンカー（デピューマイテック）を用いた鏡視下腱板縫合術の  
術中トラブルについての検討  
Intra-Operative Troubles During the Arthroscopic Rotator Cuff Repair Using the  
Versalok Anchor (Depuy Mitek)  
福井総合病院整形外科 山門浩太郎 …… 92
19. ロコモ25と骨粗鬆症，変形性膝関節症，運動機能の関係  
—第8回旧宮川村検診結果より—  
The Relationship Between LOCOMO25 and Osteoporosis, Knee Osteoarthritis  
and Physical Performance  
三重大学医学部スポーツ整形外科 西村 明展ほか …… 97
20. 逮捕術で受傷した膝複合靭帯損傷の1例  
A Case Report of Multiple-Knee Ligament Injury in Taiho-Jutsu  
京都警察病院整形外科 古川 泰三ほか …… 101

21. 観血的治療を行なった習慣性胸鎖関節前方亜脱臼の1例  
Surgical Treatment for Spontaneous Anterior Subluxation of the  
Sternoclavicular Joint -A Case Report-  
名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科 武長 徹也ほか …… 105
22. 投球の加速期における肩複合体の連動  
Kinetic Chain of Shoulder Complex During Acceleration Phase in Throwing  
Motion  
中部大学生命健康科学部理学療法学科 宮下 浩二ほか …… 110
23. アメリカンフットボール選手の外傷性肩関節前方不安定症の治療成績  
Clinical Outcome After Arthroscopic Stabilization for Traumatic Anterior  
Glenohumeral Instability in American Football Players  
船橋整形外科スポーツ医学センター 山川 晃ほか …… 116
24. 日本整形外科スポーツ医学会 (JOSSM) Traveling Fellow 報告記  
北海道大学大学院医学研究科機能再生医学講座  
運動機能再生医学分野 近藤 英司 …… 120

## 序 文

帖佐 悦男 Etsuo Chosa

野球は国民的スポーツですが、栄光の影に多くの子どもたちが大好きな野球を継続することができなくなっています。野球の傷害(外傷・障害)の予防に関しては、整形外科医を中心に各地で取り組み、日本臨床スポーツ医学会が「野球障害予防ガイドライン」(1995年)を発表し一定の成果はあがっているようですが、一向に野球障害の報告が絶えないのも現状です。最近(2008年～2012年)の肘の離断性骨軟骨炎に関する原著論文を医中誌で検索すると約90件検索でき、報告数も増加していることからこの野球障害の予防に取り組むことが喫緊の課題といえます。

野球検診に関し、子ども(骨端線開存期)の野球検診の主目的は、野球肘(とくに、離断性骨軟骨炎)の早期発見・早期治療を実施し、治癒や後遺症を少なくすることで子どもたちが野球を継続してできるようにすることです(二次予防)。残念ながら病期が進行した状態で見つかった場合は、後遺症の減少、復帰対策や再発防止が必要です(三次予防)。最終目的は、野球肘を含めた野球傷害予防(一次予防)です。子どもの場合、野球傷害の中でも障害(野球肩、肘の初期例)は、予防や早期発見・早期治療により保存療法でほとんどの症例が治癒可能です。したがって、野球検診の必要性を啓発し、野球障害の早期発見・予防に努めることが必須の課題です。

野球検診は、徳島県で開始され各地域(各自)の献身的な努力で個々に行なって行なっていましたが、全国に普遍的に広がっているとはいえませんでした。また、野球少年は全国津々浦々にいますので、一部の

子どもたちが恩恵を被るのでは片手落ちと思います。何とかして、全国で野球を楽しんでいる子どもたちの笑顔を見ることができないかということと野球検診の重要性を広めるために、同じ考えの基で実施する必要性を痛感し、事業「子どもに笑顔を！—野球傷害を防ごう—」を計画しました。幸運にも、文部科学省の連携融合事業「スポーツメディカルサポートシステムの構築」(宮崎大学)が認可され、その一環として「子どもに笑顔を！—野球傷害を防ごう—」プロジェクト(委員長：帖佐悦男、副委員長：柏口新二、東北・北海道：山本智章、中部・東海・北陸：岩堀裕介、関東：柏口新二、近畿：森原徹、中国・四国：松浦哲也、九州：石田康行、指導者：能勢康史)を立ち上げ、全国で一緒に野球傷害の予防を開始しました。本事業では、アンケートや検診方法を小学生・中学生・高校生ごとに作成し、全国をブロックごとに分けて実施し、軟式野球連盟の野球指導者講習会での紹介やプロ野球選手会へのアンケート調査も行なってきました。また、第37回日本整形外科スポーツ医学会(福岡：岩本幸英会長)、第22回日本臨床スポーツ医学会(青森：藤哲会長)や第25回日本臨床整形外科学会(神戸：西岡淳一会長)などで紹介されました。

このような中、第38回日本整形外科スポーツ医学会(横浜：筒井廣明会長)では、筒井会長が長年にわたるスポーツ医学との関わりの中で、とくに野球傷害に対する対策の重要性について、オープニングリマークスとしてご講演されました。次に、日本整形外科スポーツ医学会理事長の高岸憲二先生が運

動器の10年・日本協会における「成長期のスポーツ外傷予防啓発」活動について、ご講演されました。講演の中で成長期のスポーツ傷害の中でも野球障害に対する対策を全日本軟式野球連盟などや日本理学療法士協会と一緒に実施する計画についてご紹介されました。具体的な実施方法、成果や課題などについて、シンポジウム1「子どもに笑顔を！野球傷害を防ごう 子どもに未来を」(平成24年9月14日)として、「子どもに笑顔を！野球傷害を防ごう」プロジェクトのメンバーが発表しました。柏口先生は「どうして野球肘検診が必要なのか」について成長期の野球肘の中でも離断性骨軟骨炎が肘の機能障害を残す点で野球ができなくなるばかりでなく日常生活にも影響を及ぼすことが問題であることや、発生早期では診察でも見落とす可能性があり、エコーを用いた検診が必要であることを強調されました。石田先生は、宮崎県における野球検診の実際について、宮崎県方式の特徴は、病院で実施するため二次検診を一緒に行なうことで二次検診受診率をあげ、早期に治療を開始できることや同時にコンディショニング指導などを行なっていることと発表されました。山本先生は、新潟県での取り組みについて、野球関係者が連携する組織として「野球障害ケア新潟ネットワーク」や「野球協議会」を発足させ、野球手帳を作製し一肩・肘の故障を予防して甲子園を目指そう一取り組みを開始していることを紹介されました。森原先生は、京都府における取り組みとして高等学校野球連盟の協力を得て医科学サポートチームを組織してメディカルチェックを行ない、その結果をもとにトレーナーがコンディショニング指導を行なっていることを発表されました。次に、プロ野球選手全体の野球傷害に関するデータはこれまでありませんでしたので非常に貴重なデータを能勢先生が「プロ野球選手のアンケート調査」を成長期の肘傷害を中心に報告されました。成長期に肘痛の経験のある選手は25%と一般の野球検診結果より少なく、この結果から成長期に肘痛があるとプロ野球選手になれない可能性が推察され野球肘検診の必要性をより啓発する必要があるとのことでした。

同じ日に同一会場で、筒井会長のテーマでもありました「スポーツと整形外科のCross-Link」の一環として、野球に関わるシンポジウム「少年野球肘の保存療法とその限界」、「高校野球メディカルサポート」やパネルディスカッション「投球障害肩の診断と治療戦略」が開催され、野球検診の必要性や野球肩・肘の最新の話題が討論され参加者にとり有意義な1日となったと確信しております。これまでのシンポジウムでも、野球傷害に関し素晴らしい提言などを行なってきましたが、実行が伴わず机上の空論で終わることが多く、少なくとも野球肘障害の主役であります子どもたちのことを十分考えていたとはいえないのが現状でした。今回のシンポジウムを契機に野球に関わる医師のみならず、理学療法士、看護師やトレーナーなどのコメディカルスタッフと野球指導者、選手本人や保護者など野球関係者すべてが連携することで、子どもにとって「野球検診」の重要性が広く認知されることを期待しています。

また、これまでも野球機構独自の野球障害予防への取り組みはされていましたが、より一層の障害予防目的に2010年度からリトルリーグ、2012年度から全日本軟式野球連盟の野球規則が改正され、少年部・学童部の投球制限(投手の投球制限については、健康維持を考慮し、1日7イニングまでとする。学童部3年生以下にあっては、1日5イニングまでとするなど)が明記されました。目的である発育発達期における選手の投球における過度の負担を避けることにつながることを期待します。

野球検診が全国に広がるためにも、統一した少年野球検診の方法を理解していただき、各地域の子どもたちが傷害なく楽しく野球ができるよう御賛同いただける方は、「野球検診」にご参加ください。

「子どもに笑顔を！一野球傷害を防ごう」を各地で実施して頂くことや「成長期のスポーツ外傷予防啓発」に参加して頂くことで、多くの子どもたちが楽しく野球を続けることができ、その中から日本を背負って立つ選手が育成されることを祈念し序文の挨拶とします。



第 38 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」

# どうして少年の野球肘検診が必要なのか

## Screening for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum

柏口 新二<sup>1)</sup> Shinji Kashiwaguchi 松浦 哲也<sup>2)</sup> Tetsuya Matsuura  
 鈴江 直人<sup>2)</sup> Naoto Suzue 岩瀬 毅信<sup>3)</sup> Takenobu Iwase

### ● Key words

Screening : Osteochondritis dissecans : Capitellum

### ● 要旨

野球肘は野球によって生じた肘の外傷・障害の総称名であり、診断名ではない。骨化進展期の成長期と骨化完了後の成人期の外傷・障害に分けられるが、上腕骨小頭の離断性骨軟骨炎が最も予後が悪く問題となる。野球肘検診はその離断性骨軟骨炎を早期発見することを目的とする。アンケートによる問診、現場での一次検診、専門医療機関での二次検診、そして結果のスポーツ現場へのフィードバックから成る。近年では超音波検査の導入で無侵襲に早期例を発見することができるようになった。この検診体制の充実、普及によって悪化進行した重症例を減らすことが期待できる。

### 「けんしん」とは何か

野球肘検診の必要性が提唱されてすでに30年近い歳月がながれたが、今なお離断性骨軟骨炎などの野球肘のために夢途中で挫折する少年が後を絶たない。今回シンポジウムのテーマとして野球肘検診が取り上げられたことは誠に意義深いことといえる。筆者に与えられたテーマは「どうして野球肘検診が必要なのか」であるが、本題に入る前に確認しておくべきことが2つある。1つは「けんしん」の意味と

目的である。「けんしん」に該当する漢字は「検診」と「健診」の2つある。健診は health check-up で身体に異常がないかを広く診察するもので、疾患のリスクを見つけて、管理予防することを目的としている。いっぽう検診は screening for disease で特定の疾患の有無を検査し、疾患の早期発見・早期治療を目的とするものである。同じ「けんしん」でも両者の目的と内容は異なっている。またよく似たものにメディカルチェックというのがあるが、これはスポーツ選手の身体特性を調査することを目的にしており、一度に大人数を対象とすることはできない。す

柏口新二

〒162-8543 東京都新宿区津久戸町5-1

東京厚生年金病院スポーツ・健康医学実践センター  
 TEL 03-3269-8111

1) 東京厚生年金病院スポーツ・健康医学実践センター

Orthopaedic Surgery of Tokyo Kouseinenkin-hospital

2) 徳島大学医学部整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Tokushima University School of Medicine

3) 国立病院機構徳島病院整形外科

Orthopaedic Surgery of National Institute of Tokushima Hospital



なわち「野球肘けんしん」は健康診断でもメディカルチェックでもなく、野球肘を早期に発見することを目的とした検診である。

### 野球肘について

次に「野球肘を早期に発見する」といっても、野球肘とはそもそも何なのか。Brogdonが little leager's elbow を報告した1950年代ならともかく、肘

の各種病態が解明され報告された近年では単に野球肘と一括りにはできない<sup>1)</sup>。野球肘や little leager's elbow は総称名であって、決して診断名ではない<sup>2,3)</sup>。まずは骨化進展期の成長期と骨完了期の成人期では、同じ肘の外傷・障害といっても内容も病態も異なっており、別のものとして分ける必要がある(図1)。成長期の野球肘も傷害される組織から骨軟骨の傷害と軟部組織の傷害に分けることができる。成長期では最脆弱部は骨端および骨端線であり、この部位の傷害が中心になる。骨端軟骨の裂離損傷や骨軟骨骨折などの外傷を除外した、成長期の骨軟骨障害としては図2に示したようなものがある。このなかで問題となるのは、発生頻度の最も高い上腕骨内側上顆障害と最も重傷度の高い上腕骨小頭の離断性骨軟骨炎である。とくに離断性骨軟骨炎は発見が遅れて治療機会を逸すると選手生命を奪うという意味では少年選手の癌といっても過言ではないだろう。そういった事実を考慮すると、少年期の野球肘検診の第一の目的は離断性骨軟骨炎の早期発見である。

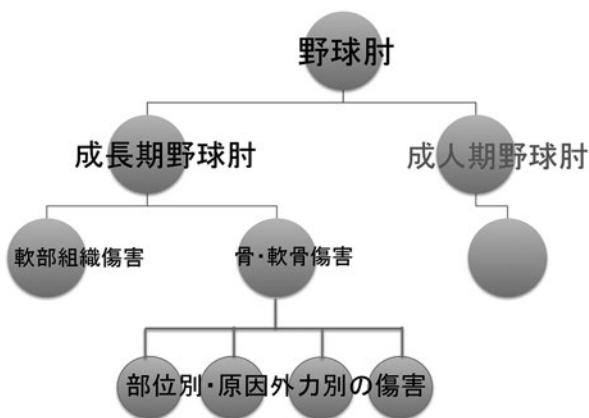


図1 野球肘のとらえ方

### 離断性骨軟骨炎の特徴と診断

離断性骨軟骨炎の特徴は2つあり、その1つは症

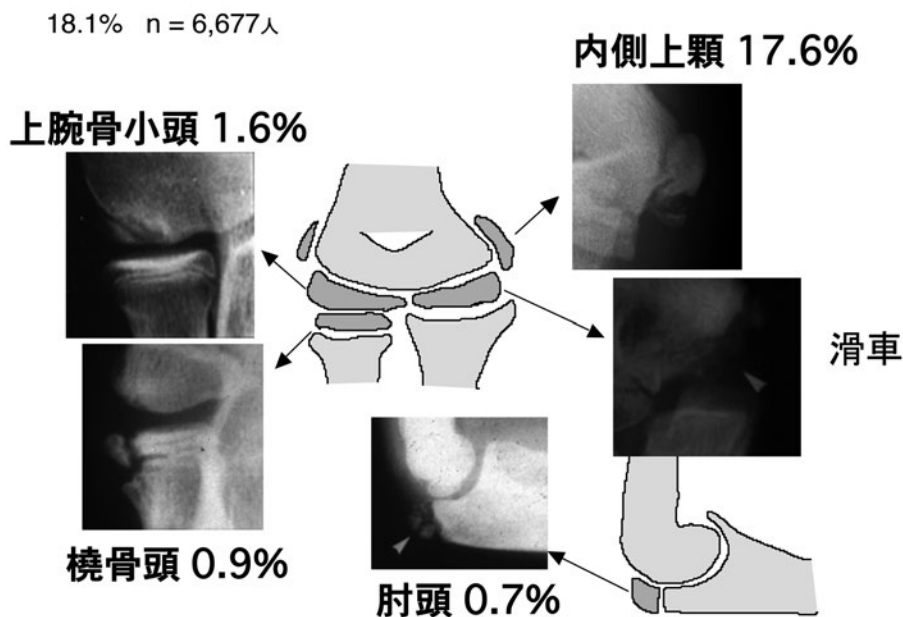


図2 成長期の投球による骨端障害

状に関するものである。発生初期は可動域制限も圧痛、投球時痛もまったくないため、自分が罹患していることに気づかない。まさに「沈黙の障害」である。症状が出るのは半年から1年、なかには2年近くも経過して病巣が離断を起し始めた時である。そのため症状が出てから病院に来たのではすでに手遅れになっていることが少なくない。保存的に完治させるためには検診を行ない、見つけ出す必要がある。

2つ目の特徴は経過である。離断性骨軟骨炎は上肢に負担をかけなければ自然治癒する良性の障害であるが、病巣部にメカニカルストレスが加わり続けると悪化進行する。病巣部の組織所見は破壊と修復が混在しているといわれており、両者の力関係で治癒するか離断するかが決まる<sup>4)</sup>。離断が始まる分離期後期からは腕橈関節だけでなく腕尺、橈尺関節と広く関節症変化が生じるようになる。遊離体を形成し、小頭に大きな陥凹が残った場合は関節症変化がさらに進行する。

### 検診の実際と重要点

筆者らは検診を4段階構成で行なっている(図3)。

第一ステップは問診で、アンケート形式の問診票を使い、答えやすくしている。第二ステップは直接検診で、ここで理学所見とエコー検査を行なう。理学所見だけで見つけることができるのは50%程度であるため、見逃さないために超音波検査で異常の有無をチェックする必要がある。第三ステップは専門の医療機関での確定診断である。レントゲン、CT、MRIなどの画像検査を行ない、正確な病期判定を行ない、治療を開始する。第四ステップでは診断結果と治療経過を監督、保護者、選手にフィードバックする。この一連の過程を滞りなく実施することで誤診や見逃しを低下させることができ、被検者側の信頼を得て長く継続することができる。また医療サイドでも研修会を開催し、診断や治療の共通認識をもてるように医療の質の向上に努める必要がある。

### 検診の成果

1981年から32年間、毎年検診を続けて成果はどうか。離断性骨軟骨炎の発生が減ったか。残念ながら発見者数は減るところか、増えているのが実情である。その理由は離断性骨軟骨炎の発生には遺

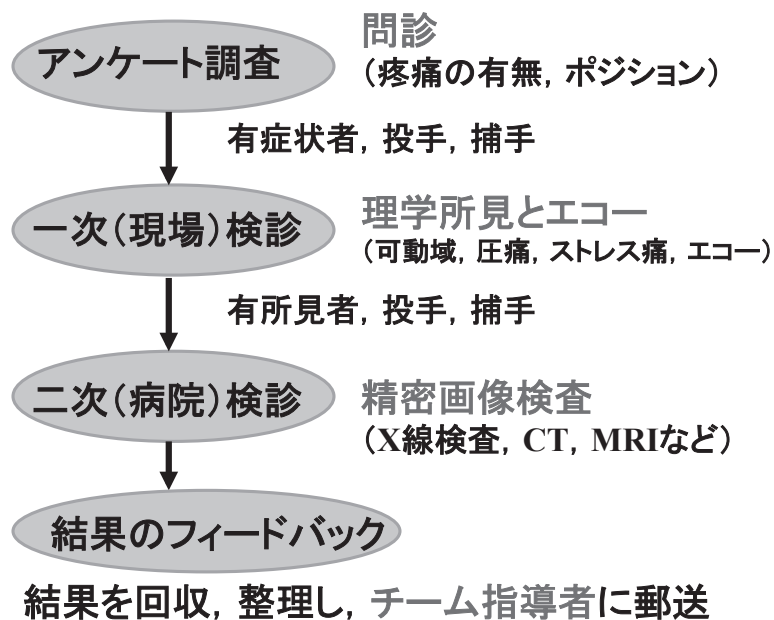


図3 野球ひじ検診の流れ

伝的素因などの内的要因が大きく関わっているため発生を抑えることができないため、そしてエコー検査の導入で検出率が上がったためである。

成果は病期の進行した重症例が激減し、早期例が増えたことである。検診を始めた当初は顔に手が届かない重症例が多く、手術も関節面の再建術や可動域を改善する授動術などの侵襲の大きなものが多かった。しかし検診で多くが早期に発見されるようになったため、保存療法で完治する例が増えた。完治しなかった場合でも病巣が縮小しているため、鏡視下郭清術などの低侵襲手術で対応できるようになり、野球を断念する子どもがいなくなった。そういう意味で検診の意義は大きいといえる。

### まとめ

1. 検診は離断性骨軟骨炎を早期発見・早期治療す

るために行なう。

2. 野球肘は総称名であり、診断名ではない。
3. 早期例の発見には超音波検査が有効である。
4. 検診により重症例を減らすことができる。

### 文 献

- 1) Brogdon BG et al : Little Leaguer's elbow. Am J Roentgenol, 83 : 671-675, 1960.
- 2) 岩瀬毅信ほか：少年野球肘の実態と内側骨軟骨障害. 整形外科 MOOK, 27 : 61-82, 1983.
- 3) Gryzlo SM : OPERATIVE TECHNIQUES IN UPPER EXTREMITY SPORTS INJURIES. Mosby, St. Louis : Chapter 21, 504, 1996.
- 4) 名倉重雄：発育骨骨端海綿体内ニ現ハルル軟骨組織ノ成立ニ就テ. 日整会誌, 13 : 379-424, 1938.

第38回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」

# 宮崎県における少年野球検診の実際

## Medical Checkup for Child and Adolescent Baseball Players in Miyazaki

石田 康行<sup>1)</sup> Yasuyuki Ishida      帖佐 悦男<sup>1)</sup> Etsuo Chosa  
 長澤 誠<sup>2)</sup> Makoto Nagasawa

### ● Key words

検診, 野球肘, 発育期

Medical checkup : Baseball elbow : Child and adolescent

### ●要旨

宮崎県で行なっている少年野球検診の方法と結果を報告し今後の課題を検討する。県軟式野球連盟に所属した小学生にアンケート調査を行ない、希望者330名の検診を行なった。診察、エコー検査の一次検診を行ない、異常があった場合は同意を得た後、レントゲン撮影と二次検診を行なった。二次検診該当者は72名、受診者の21.8%で、そのうち、当日二次検診受診者は97.2%であった。部位は91%が肘で、その80%が内側障害、20%が小頭障害であった。アンケートから肘痛出現時94%が親か監督に伝えていたにも関わらず、39%が練習を継続していた。野球肘の重症化防止には肘痛出現時に投球中止ができる環境の整備が必要と思われた。

### はじめに

1995年、日本臨床スポーツ医学会は青少年の野球障害予防のために、投手、捕手は2名以上育成する、小学生の練習時間は週3日以内、1日2時間を超えない、全力投球は1日50球以内、週200球を超えないといった提言をした<sup>1)</sup>。しかし、それから17年の月日が流れたが肩肘の障害のため野球ができなくなる青少年が存在し、その提言が浸透していないのが現状である。

われわれは平成19年より23年まで文部科学省連携融合事業スポーツメディカルサポートシステム構築の一環として「子どもに笑顔を！ 一野球傷害を防ごう」プロジェクトを立ち上げた。これは全国、各地区の先生方とともに少年野球検診活動を普及させ、少しでも野球障害を減らしていきたいというものである。今回、われわれが行なっている検診方法、その結果を報告し、問題点、今後の課題について報告する。

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

1) 宮崎大学医学部整形外科  
 Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Miyazaki  
 2) 宮崎江南病院整形外科  
 Department of Orthopaedic Surgery, Miyazaki Kounan Hospital

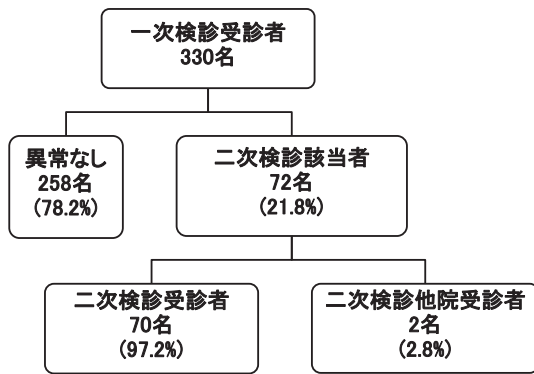


図1 一次検診受診者330名中、二次検診該当者は72名(21.8%)であり、その70名(97.2%)が即日二次検診を受診していた。

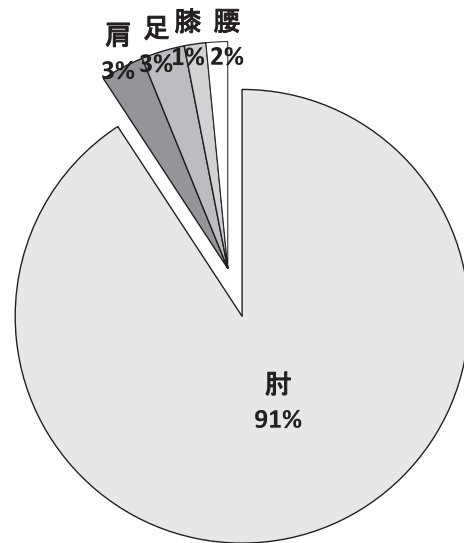


図2 二次検診受診者の異常部位  
肘が91%であった。

## 対象と方法

宮崎県軟式野球連盟に所属し、検診を希望したチームの小学生を対象とした。シーズンオフの12月の日曜日に当院外来への来院形式で行なった。

検診までの取り組みとして、宮崎県軟式野球連盟に趣旨を説明し、協力を依頼する。抽選会で指導者に趣旨を説明し、連盟所属チームにアンケートを配布する。アンケートを回収し、検診希望者を申請してもらう。日程、来院時間を希望チームに通知し検診を行なう。

アンケートは選手と指導者に行なった。選手は身長、体重、野球歴、ポジション、練習時間、疼痛部位、肘痛が出現した時の対応を調査した。指導者はウォーミングアップ、クーリングダウンの有無、1日投球数などを調査した。アンケートは回答、集計しやすいよう、できる限りチェック式とした。

検診は400名弱の参加者が予想されたため、100名ずつ4組に分けて1時間毎に来院時間をずらして行なった。その1組の100名を一次検診、エコー検査、可動域測定、コンディショニング指導の4班に分け、15分毎に循環する形式で検査した。一次検診、エコーで二次検診該当者が出た場合は保護者、引率者に説明し、できるだけ当日に二次検診を行なった。他院での二次検診を希望した場合は紹介状を作成した。

一次検診は肘の可動域制限、圧痛、外反ストレス

痛、触診での橈骨頭肥大の有無を調査した。エコーは小頭障害の早期発見を目的とし、投球側上腕骨小頭の短軸像、長軸像を評価した。他部位に愁訴がある場合はその部位の診察、指導を行なった。

二次検診は一次検診、エコーで異常があった選手にレントゲン、診察を行なった。

スタッフは医師14名、理学療法士13名、受付誘導係16名の43名で行なった。

## 結 果

2011年の受診者数は330名であった。内訳は小6、40%、小5、29%、小4、19%であり、ポジションは野手43%、投手28%、捕手11%、投手と捕手18%で投手もしくは捕手が57%であった。一次検診受診率は連盟登録小学生2,857名のうち、その330名が一次検診を受診したことから、11.6%であった。

二次検診該当者は72名であり一次検診受診者の21.8%であった。72名中70名の97.2%が即日二次検診を受診し、他2名は近医で受診した。よって二次検診受診率は100%であった(図1)。

二次検診受診者の異常部位は肘91%、肩3%、足3%、腰2%、膝1%であった(図2)。

肘異常者のポジションは61.4%が投手もしくは捕



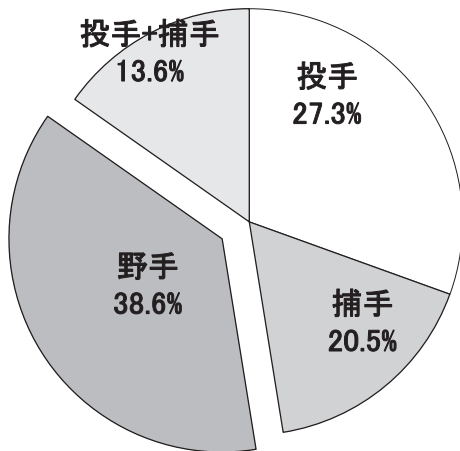


図3 肘異常者のポジション  
61.4%が投手もしくは捕手であった。

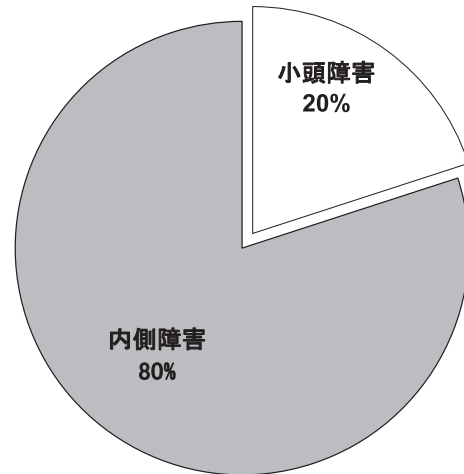


図4 肘二次検診受診者の病態  
80%は内側障害, 20%が小頭障害であった。

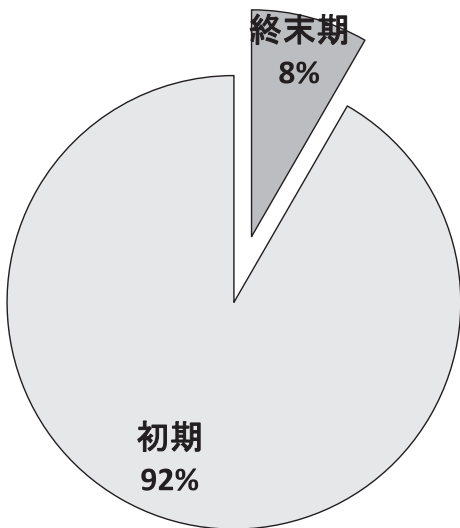


図5 小頭障害の病期  
92%が初期であった。

常ありが平均96.1球と肘異常ありが多い傾向がみられたが有意差は認めなかった。

選手アンケートでの肘の疼痛部位は内側62%, 外側18%, 後14%, 前6%であった。

肘に痛みがあった時の対応は, 94%が監督か親に知らせていたにも関わらず39%は練習を続けていた(図6)。

肩肘異常の有無と関節可動域は投球側, 非投球側の肩外旋可動域と股屈曲可動域が肩肘異常あり群が肩肘異常なし群より有意に小さかった。肩内旋, 股関節内外旋可動域は異常の有無で有意差を認めなかった(図7)。立位体前屈は肩肘異常ありが, 異常なしより有意に硬かった(図8)。

検診結果は冊子にして指導者に郵送した。

## 考 察

少年野球検診の目的は野球肘の早期発見・早期治療であり, 選手が野球を継続できるようにすることである。野球肘の中でも予後の悪い上腕骨小頭障害の早期発見, 早期治療が目的である。

岩瀬<sup>2)</sup>は肘離断性骨軟骨炎の透亮期の90%, 分離期の50%が保存療法にて改善することから, 早期発見の重要性を報告し, 柏口<sup>3)</sup>は肘離断性骨軟骨炎は, 外来で30.1%が初期でみつかるとのに対し,

手であった(図3)。

肘二次検診受診者の80%は内側障害で20%が小頭障害であった(図4)。小頭障害全例で内側障害の既往を疑わせるレントゲン所見を認めた。

今回, 検出された小頭障害12肘の病期は初期11肘, 終末期1肘であった(図5)。検診は早期発見に有効であった。

選手アンケートでの1週間全力投球数を肘異常の有無で比較すると肘異常なしが平均78.5球, 肘異



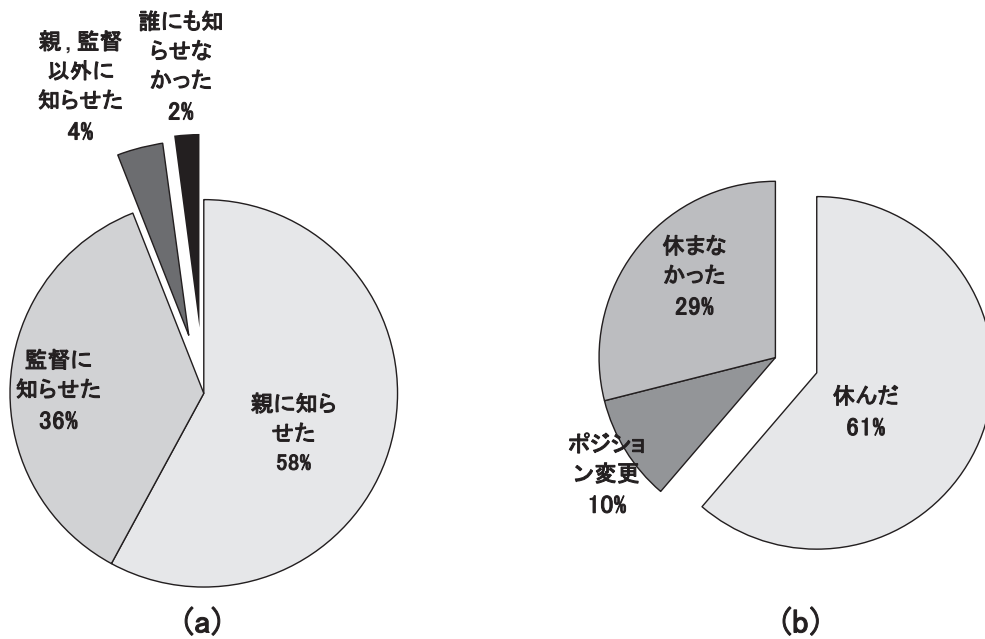


図6 肘に痛みがあった時の対応(選手アンケート)  
 (a) 誰かに知らせたか. (b) 練習を休んだか.  
 94%が監督が親に知らせていたにも関わらず, 39%は練習を続けていた.

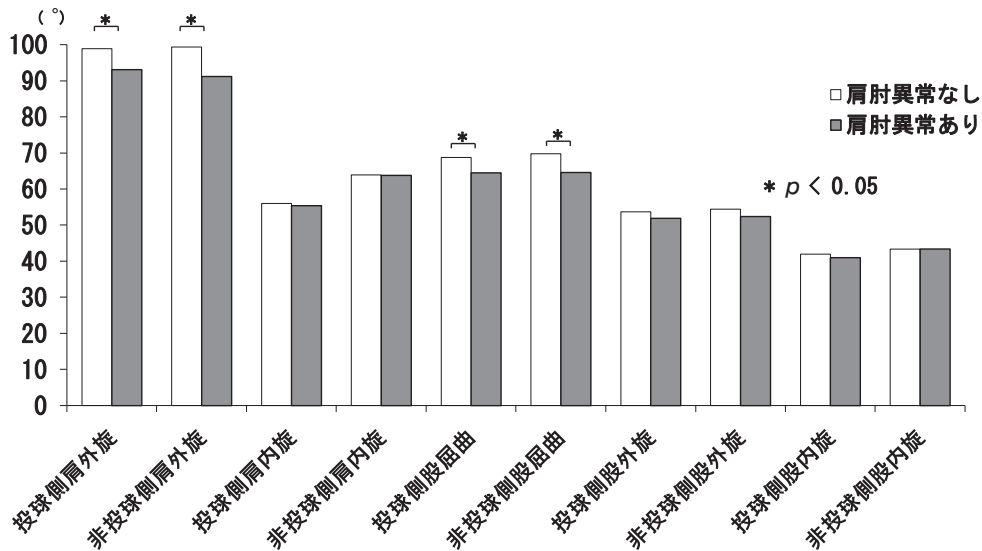


図7 肩肘異常の有無と関節可動域  
 投球側, 非投球側の肩外旋と股関節屈曲可動域が肩肘異常あり群が肩肘異常なし群より有意に小さかった. Unpaired t-test

検診では94.9%が初期で見つかることから, 検診は早期発見に有用であると報告した.

船越ら<sup>4)</sup>は二次検診の内容が確認できた20%が小

頭障害で検診全体の2.8%であったと報告し, 琴浦ら<sup>5)</sup>は少年野球肘肩検診で治療対象となったうちの23%が小頭障害であったと報告した. われわれも肘

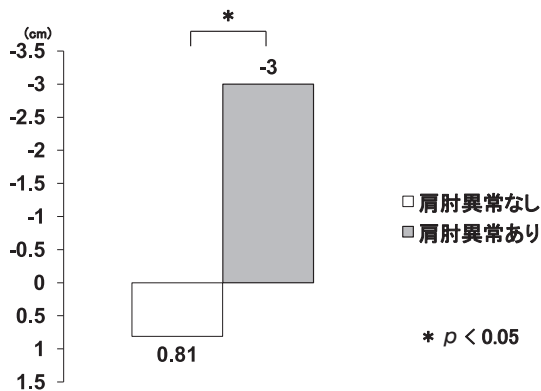


図8 肩肘異常の有無と立位体前屈  
肩肘異常ありが、異常なしより有意に硬かった。Unpaired t-test

二次検診受診者の20%、検診受診者の全体の3.6%が小頭障害であった。検診で見つかった小頭障害の92%が予後の良い初期であった。本検診は小頭障害の早期発見、早期治療に有効であった。

従来の少年野球検診は大会の現場で一次検診を行ない、後日医療機関で二次検診が行なわれる。一次検診率は高いが二次検診率に問題がある<sup>6)</sup>。われわれの方法は一次検診を医療機関で行ない、同意が得られれば同日そのまま二次検診を行なう。二次検診率は高いが、一次検診率に問題がある。しかし、全選手に検診を行なうのは現実的に無理がある。われわれの方法は希望者を募り行なうので投球機会が多い選手、肘に愁訴がある選手を中心に来院しているものと思われる。今後は遠方からの来院の負担を減らすよう県内数カ所で行なえる体制づくりをしていく方針である。

野球肘の予防に関して、投球数、投球フォーム、全身の機能、コンディショニング、装具、テーピング、ボールの握りといった報告がみられる<sup>6)</sup>。投球フォーム、全身の機能、コンディショニングはもちろん重要である。しかし、今回の結果からもわかるように、肘異常者に投球数が多い、投球の休止で改善する内側型野球肘が多い、投球制限で小頭障害への重症化を予防できる可能性がある、肘痛を伝えても投球を続けている選手が多いことを考えると学童期に関しては、肘痛が出現した時に休める環境づくりが重要である。2010年に日本リトルリーグ野球

協会、2012年に全日本軟式野球連盟にて投手の投球制限が設けられ、組織規模で努力されている。われわれも、指導者、保護者に検診結果をフィードバックし、野球肘の病態、予防、早期発見、早期治療の大切さを理解してもらう努力が必要である。全国各地域での野球肘啓発活動、検診活動がより必要であると考ええる。

### ま と め

1. 宮崎県における少年野球検診について報告した。
2. 330名が検診に訪れ、二次検診率は100%であった。
3. 二次検診異常者の91%は肘障害で、その80%が内側障害、20%が小頭障害であった。
4. 野球肘の予防には投球フォーム、コンディショニング改善が重要だが、肘痛出現時に休める環境づくりが重要と思われた。
5. 少年野球選手を守るために、指導者、保護者への野球肘啓発活動がより必要と思われた。

### 文 献

- 1) 日本臨床スポーツ医学会整形外科学術部会編：野球障害予防のガイドライン。文光堂、東京：1998。
- 2) 岩瀬毅信ほか：上腕骨小頭障害。整形外科MOOK, 54：26-44, 1988。
- 3) 柏口新二ほか：スポーツによる骨軟骨障害の予防。THE BONE, 19：55-60, 2005。
- 4) 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。
- 5) 琴浦義浩ほか：京都北部における少年野球選手の肘肩検診。京都府立謝の海病院誌, 9：17-21, 2012。
- 6) 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。
- 7) 松浦哲也ほか：少年野球肘に対する検診と予防。整スポ会誌, 31：53-60, 2011。

# 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

## Prevention of Youth Baseball Elbow Using Baseball Note

山本 智章 <sup>1)</sup>	Noriaki Yamamoto	戸内 英雄 <sup>2)</sup>	Hideo Touchi
石川 知志 <sup>3)</sup>	Tomoji Ishikawa	古賀 良生 <sup>4)</sup>	Yoshio Koga
遠藤 直人 <sup>5)</sup>	Naoto Endo	岡村 直人 <sup>6)</sup>	Naoto Okamura
山際 浩史 <sup>5)</sup>	Hiroshi Yamagiwa		

### ● Key words

成長期野球肘, 予防, 野球手帳

Baseball elbow : Prevention : Baseball note

### ●要旨

成長期野球肘の予防のためのツールとして野球手帳を作製して小中学生に配布した。野球肘の病態や要因となるコンディション不良, 投球過多を改善するための情報を記載している。また野球肘検診, 医療機関との連絡欄など野球肘の早期発見や悪化を防ぐために本手帳の野球現場および医療現場での活用を期待している。成長期野球肘は医療と野球界が連携し真剣に予防方法を考えて行動を起こすべき疾患であることを忘れてはならない。

### はじめに

成長期野球肘は発生頻度の多さとその病態によっては深刻な関節障害に進行する症例の存在から, 早

期発見の体制づくりや予防の取り組みが重要である。1995年に日本臨床スポーツ医学会から出された提言では11, 12歳の学童に肘障害が多発すること, 投球数の制限やコンディショニングが重要であることなどが報告されているが<sup>1)</sup>, 現場への浸透度

山本智章

〒950-3304 新潟市北区木崎761

新潟リハビリテーション病院整形外科

TEL 025-388-2111

1) 新潟リハビリテーション病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Niigata Rehabilitation Hospital

2) 長岡中央総合病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Nagaoka Chuo General Hospital

3) 新潟医療福祉大学健康スポーツ学科

Department of Health and Sports, Niigata University of Health and Welfare

4) 新潟医療センター整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Niigata Medical Center

5) 新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再生医学講座整形外科分野

Division of Orthopedic Surgery, Department of Regenerative and Transplate Medicine, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

6) 新潟リハビリテーション病院リハビリテーション部

Department of Rehabilitation, Niigata Rehabilitation Hospital

は低く形骸化しているといっても過言ではない。われわれは野球肘を主なターゲットとして成長期スポーツ障害予防を徹底させるため現場との共同により包括的取り組みを開始した。新潟県での活動の経緯と経験を報告する。

## 方 法

新潟市では徳島県での野球肘検診<sup>2)</sup>をモデルにした大会現場での少年野球肘検診を2006年から開始して、2011年までに小中学生3,703名を対象に実施した。検診の内容は事前に問診票への記入をさせて、理学療法士による肘関節の疼痛および可動域検査を行なった(図1)。次に医師または検査技師による肘超音波検査を行ない、上腕骨小頭離断性骨軟骨炎(肘OCD)の有無をスクリーニングした(図2)。検診により肘OCD疑いを指摘された選手に対して、チーム指導者または保護者に医療機関での精査を勧め、その後の追跡調査を可能な範囲で行なった。

検診と並行して研修会を県内各地で実施し、野球肘の病態や問題点、予防のための対策をストレッチング等の実技を交えて解説し、検診の意義や予防の重要性について野球連盟の関係者および指導者、保護者への啓発活動を拡大していった。また医療側と現場との交流会を開催し、直接的な意見交換ができる環境づくりを企画した。

さまざまな活動や経験を経て、2011年に新潟県青少年野球団体協議会が発足し、高等学校野球連盟をトップに高校生以下のすべての野球連盟、団体が

一堂に会して青少年の健全な野球をサポートする組織が誕生した。その理念は野球の普及とともに選手の育成に焦点が当てられ、同時に医療側の組織として野球障害ケア新潟ネットワークが医師、理学療法士によって組織され本協議会のメンバーとして加わった。本協議会の最初の活動として成長期投球障害予防を念頭に置いた野球手帳を製作して新潟県内の小学5年生から中学2年生までの野球をしている子どもたち全員に無料配布して野球に関わるスポーツ障害の予防についての情報の提供を行なうこととなった。

## 野球手帳の実際

本手帳は医師、理学療法士による任意組織である野球障害ケア新潟ネットワークが作製した。写真のように表紙には各団体、連盟のシンボルマークが描かれており、「肩、肘の故障を予防して甲子園を目指そう」と副題が書いてある(図3)。その内容として、1) 少年期の骨関節の特徴とからだの成長、2) 少年野球で多い故障、3) 障害予防セルフチェック、4) ストレッチング、5) 投球動作の基本、6) 投球数のガイドライン、7) ウォームアップ、クールダウン、8) ケガをした時の応急処置、9) 野球肘検診について、10) 野球肘検診の記録、11) 医療機関と現場との連絡欄、12) 医療機関等受診の記録、13) 野球119番案内となっている。以下にその概要を紹介する。

### 1) 少年期の骨関節の特徴とからだの成長

子どもの関節は未熟で傷つきやすいこと、身長



図1 野球肘検診での痛み・可動域のチェック



図2 野球肘検診での超音波検査



- 手帳の使い方・はじめに
1. 少年期のほねや関節の特徴とからだの成長
  2. 少年野球で多い故障
  3. 障害予防セルフチェック
  4. ストレッチング
  5. 投球動作の基本
  6. 投球数のガイドライン
  7. クールダウン、アイシング
  8. ケガをした時の応急処置
  9. 野球肘検診について
  10. 野球肘検診の記録
  11. 医療機関と現場との連絡欄
  12. 医療機関等受診の記録
  13. 野球119番案内



図3 野球手帳

の急激な増加の時期にスポーツ障害が発生しやすいことを説明し、身長や体重の記録を記入する欄を設けた。

- 2) 少年野球で多い故障  
野球肘、リトルリーグ肩、腰椎分離症の3つ疾患を野球特有のスポーツ障害として病態を解説し、正しい診断のためX線検査が重要であることを記載した。
- 3) 障害予防セルフチェック  
野球におけるスポーツ障害の予防に関連する身体の変化や早期発見のための5つのチェック方法を解説している。
- 4) ストレッチング  
上肢、体幹、股関節の基本的なストレッチングの正しい方法について記載している。
- 5) 投球動作の基本  
投球動作は全身運動であり、その基本として軸足でまっすぐバランスよく立つことやテイクバックの動き、目標に向かってまっすぐに踏み出しをすることの重要性を解説している<sup>3)</sup>。
- 6) 投球数のガイドライン  
米国でのガイドラインを紹介し、年齢ごとに適切な全力投球数の参考になるよう記載した<sup>4)</sup>。
- 7) ウォーミングアップ&クールダウン、アイシング  
練習や試合の前のウォームアップ、終了後のクールダウンの意義と方法について解説した。と

くに研修会で質問の多いアイシングの方法と注意点について解説した。

- 8) ケガをした時の応急処置  
現場での怪我の対応について RICE 処置の仕方を記載した。
- 9) 野球肘検診について  
成長期の野球肘の中には関節機能障害を起こす場合があり、初期には症状なく進行するため検診によって早期に発見することが重要であることを記載した。この検診については新潟では大会での大規模な検診を毎年実施しており、積極的に受けてもらうことを推奨している。
- 10) 野球肘検診の記録  
野球肘検診の結果を記載する欄である。
- 11) 医療機関と現場との連絡欄  
選手が医療機関を受診する際に、痛みの状態や特徴を前もって記載し、診察時に医師に見せることで症状を確認する。診察後は診断結果や家庭や現場での注意点について医療側からの連絡のための記載を行なう欄をつくった。この連絡欄は指導者と医療者の連携を目的にしている。
- 12) 医療機関等受診の記録  
学童野球から高校野球まで成長の段階での怪我や故障についての記録することで、縦断的な身体のケアを意識してもらう。
- 13) 野球119番案内  
野球障害ケア新潟ネットワークではホームペー



図4 野球障害ケア新潟ネットワーク ホームページ開設  
<http://www.baseballcarenetwork.jp>

表2 野球肘検診での肘 OCD 症例の所見

内訳	人数	率
投球時痛(現在)	8名/30名	26.7%
投球時痛(過去)	16名/30名	53.3%
理学所見・異常無し	9名/30名	30%

ジを作製して野球肘検診の案内や情報提供を行なっている。またメールによってスポーツ障害についての質問、医療機関への受診についての問い合わせに直接答えるシステムを構築した(図4)。

ホームページのアドレスは <http://www.baseballcarenetwork.jp> となっている。

## 結 果

われわれが2006年から野球肘検診を学童から中学生まで3,703名中に実施して肘OCDの疑いで医療機関での精密検査を進めたのは59例1.59%であった(表1)。

最終追跡調査した結果の30名の内訳では、検診時現在の肘痛26.7%、過去の肘痛が53.3%。無症候性の肘OCDが30%に確認された(表2)。

表1 野球肘検診結果

	年度	検診受診者数	肘OCD疑い	%
リトルリーグ	2006	67	5	7.5
	2007	72	2	2.8
	2008	58	1	1.7
	2009	75	0	0
	2010	110	1	0.9
	2011	50	0	0
ポニーリーグ	2010	44	1	2.3
	2011	30	2	6.7
学童軟式	2007	546	4	0.7
	2008	390	3	0.8
	2009	482	3	0.6
	2010	393	2	0.5
	2011	499	8	1.6
	2010	60	1	1.7
中学 投手	2008	25	1	4.0
中学 投手	2009	28	3	10.7
学童軟式	2010	200	3	1.5
学童軟式	2010	150	4	2.7
	2011	149	5	3.4
中学生投手	2011	101	4	4.0
学童軟式	2012	55	4	7.3
学童軟式	2012	119	2	1.7
合計		3,703名	59名	1.59%

新潟県内には野球チームに所属している小学生が約13,000名、中学生が6,900名、高校生が3,400名おり(図5)、今回作製した野球手帳は平成24年12月までに新潟県内の野球チーム、野球部に所属する小学5年生から中学2年生まで約12,000名に配布された。

野球手帳の配布についての記事が全国紙で紹介されたところ、350件の問い合わせが指導者および保護者からあり、約1,000部を送付した(図6)。その後、入手希望への広い対応を可能にするため、野球障害ケア新潟ネットワークのホームページにアップして野球手帳が無料ダウンロードできるように案内を開始した。

新潟県青少年野球団体協議会では野球手帳の普及および有効利用についての話し合いが行なわれ、今後の継続的な配布や研修会開催、野球肘検診の実施方法についての計画が決められた。



## 考 察

野球肘検診は徳島県で1980年代に開始され、野球肘についての病態や自然経過などが明らかにされてきた<sup>5)</sup>。野球肘の中でも肘OCDは重篤な関節障害をもたらす可能性があるものの、早期の発見によって保存的に治癒が可能であることから検診の重要

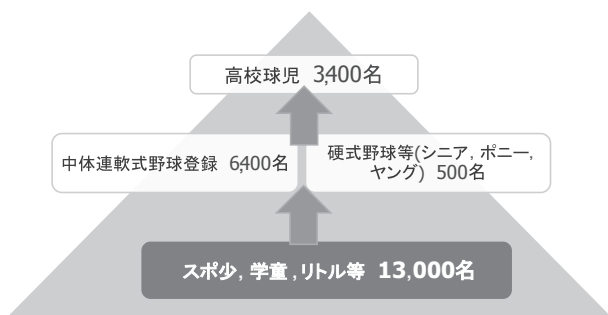


図5 新潟県における青少年野球人口

性が認識されつつある<sup>6)</sup>。

われわれが新潟県内で行なった野球肘検診では、対象となる集団によって肘OCD疑いの選手の発見頻度は異なるものの、全体として陽性の割合は1.6%で認められた。とくに中学生の投手を対象とした検診では集団の10%を超える選手に肘OCDが発見されたこともあったことから、野球肘検診の実施する適切な時期として肘関節の骨端線が閉鎖する以前の早期の時期として小学生の高学年に検診が必要と考えられた。

肘OCDの早期発見には超音波検査が有用であることが報告されており、今回の調査でも可動域制限や肘関節に圧痛がなく、さらに投球時痛のない肘OCD症例が30%に認められている。このことから、われわれ整形外科医は肘OCDが無症候性に小学生野球選手に発症していることや、無症候の時期の早期発見によって保存的な治療が有効であること、また進行期での保存治療の限界と手術治療の適応やスポーツ復帰の経過を再認識し、指導者や保護者に野球肘の病態と全体像、問題点を啓発すべきと考えら



図6 野球手帳問い合わせ (平成24年12月現在)

れる<sup>7)</sup>。

成長期野球肘の予防は発生そのものを予防する一次予防と、悪化を予防する二次予防が考えられ、新潟県での取り組みの特徴はこの一次、二次予防についての包括的な対策を野球手帳という形で全選手に配布することで、指導者のみならず保護者への情報提供を拡大することを考えた。そのきっかけとなったのは、新潟スポーツ医学研究会において医師、理学療法士、トレーナー、各野球団体および連盟の代表者を一堂に会してシンポジウムを開催したことである。「新潟の野球を底上げする現場と医療の交流」というタイトルでの話し合いはそれぞれの立場や経験から子どもたちの野球における問題や意見、要望が出されたことで、野球の現場と医療側と今までお互いに見えなかった課題や方向性が少し確認された。その結果、大きな動きとして高校野球連盟を中心とした新潟県青少年野球団体協議会が発足し小学生から高校生に関わる野球団体が1つの組織として結集することができた。この協議会の活動目的に選手の育成があげられたことから、われわれ医療側も協力体制の構築のため、医師、理学療法士、検査技師からなる野球障害ケア新潟ネットワークを組織し、協議会に加わった。協議会ではすべての団体に共通する選手の育成という理念に基づいた野球手帳の発刊を決定し、野球障害ケア新潟ネットワークが製作を担当した。この際のコスト負担および管理は協議会が実施している。このため今回の野球手帳には野球の技術的な項目はほとんどなく、成長期スポー

ツ障害に視点を置いた内容をすべて盛り込んでいる。

最終目的である子どもたちの投球障害予防の達成には、野球手帳の内容を現場にどのように浸透していけるかが重要である。そのために継続的な配布をするとともに研修会を開催して内容についての理解を深める機会を提供する。実際にネットワークのスタッフがチームの要請に応じて練習に参加して野球手帳を用いてストレッチングの仕方を直接選手に指導するような機会も創出している(図7)。野球肘検診への参加の際に野球手帳を持参して結果を記録することを周知している。今回の野球手帳の大きな目的の1つに医療と野球現場とのスムーズな意思の疎通がある。選手および保護者、医療機関への受診に際して野球手帳に状況を記載して医師に見せることを推奨し、一方医療側も保護者や指導者へ向けた診断および治療についてのメッセージを記入し、現場との情報の共有に役立つことを期待している(図8)。野球手帳の活用については一斉配布したもののまだまだ課題も多く、今後も青少年野球団体協議会が主体になってその普及に努めるとともに、多くの医療関係者にネットワークに参加して頂き、野球肘検診活動の拡大やスポーツ障害への意識の向上を医療側にも浸透することが必要である<sup>8)</sup>。野球肘に限らず、すべての成長期スポーツ障害のプライマリーケアを整形外科医が対応する組織づくりに使命感をもって今後も活動したいと考える。



図7 野球手帳に基づいた研修会および練習での実技指導

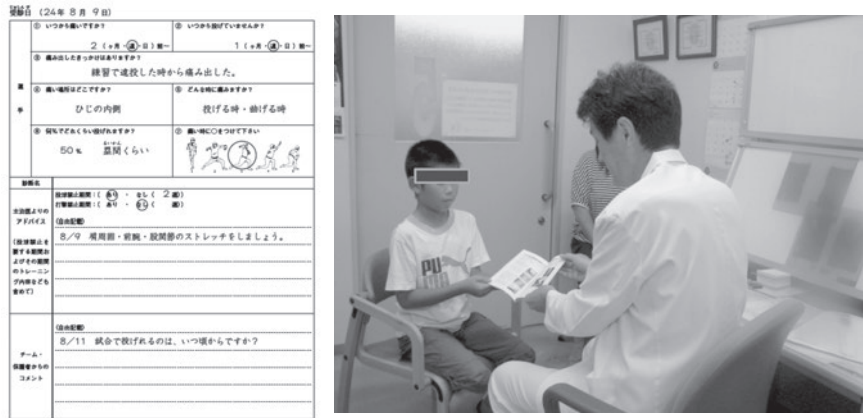


図8 診療への野球手帳の利用

結 語

少年期野球肘予防の成功のカギは医療側と指導者および保護者とが連携して検診を含めた一貫した取り組みを構築することが重要である。新潟において誕生した青少年野球団体協議会と作製した野球手帳が野球少年の育成に役立つモデルとなることを期待する。

文 献

- 1) 大国真彦：青少年の野球障害に対する提言。日本臨床スポーツ医学会学術委員会，1995.
- 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) 岩堀裕介：運動連鎖を取り入れた投球障害の対応—成長期の投球障害への対応とアプローチ—。臨スポーツ医，29：67-75，2012.
- 4) Fleisig GS et al：Prevention of elbow injuries in youth baseball pitchers. Curr SportsMed Rep，8：250-254，2009.
- 5) 松浦哲也ほか：少年野球選手における投球肘障害の実態。整スポ会誌，27：70，2007.
- 6) Matsuura T et al：Consevative treatment for osteochondrosis of the humeral capitellum. Am J Sports Med，36：868-872，2008.
- 7) Takahara M et al：Classification, treatment, and outcome of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. J Bone Joint Surg Am，89：1205-1214，2007.
- 8) 岩瀬毅信ほか：成長期の野球肘。骨・関節・靱帯，5：1365-1375，1992.

第 38 回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」

# 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

## Trial for the Early Detection and Treatment of Throwing Shoulder and Elbow Injury in Children in Kyoto

森原 徹 <sup>1)</sup>	Toru Morihara	吉岡 直樹 <sup>1)</sup>	Naoki Yoshioka
琴浦 義浩 <sup>1)</sup>	Yoshihiro Kotoura	木田 圭重 <sup>1)</sup>	Yoshikazu Kida
松井 知之 <sup>2)</sup>	Tomoyuki Matsui	久保 俊一 <sup>1)</sup>	Toshikazu Kubo

### ● Key words

投球肩肘障害, メディカルチェック, 野球選手

Throwing shoulder and elbow disorder : Medical check : Baseball player

### ●要旨

近年, 全国で野球肘障害の予防を目的とした野球検診が行なわれている。京都では2011年から小学生野球選手に対してメディカルチェックを開始した。野球教室に併設したタイプではなく, コンディショニングを含めたメディカルチェックである。3カ月前から野球協会, 指導者との交流, 市への働きかけを行ない, メディカルチェックについて理解を求めた。メディカルチェック前日には選手と保護者, 指導者に対して投球障害の病態, メディカルチェックの必要性, 実際のコンディショニング法について講演と実技を行なった。小学生野球選手208名に対するメディカルチェックでは, 上腕骨小頭障害, 上腕骨近位骨端離開の19名を二次検診要選手とした。二次検診受診率は100%で治療後にコンディショニング指導を行ないすべて競技復帰した。

### はじめに

近年, 全国でスポーツ障害の予防を目的とした検診やメディカルチェックが行なわれている<sup>1~6)</sup>。メ

ディカルチェックでは, 投球障害に対する早期発見・早期治療が可能となる点において有用であるが, 問題点も多い。なかでもその方法, 費用負担, 一次検診受診率, 二次検診受診率, および二次検診後の競技復帰率の向上が問題点としてあげられる。

森原 徹  
〒602-8566 京都市上京区河原町通り広小路上る  
梶井町465  
京都府立医科大学大学院運動器機能再生外科学  
(整形外科学教室)  
TEL 075-251-5549

- 1) 京都府立医科大学大学院運動器機能再生外科学 (整形外科学教室)  
Department of Orthopaedics Graduate School of Medical Science, Kyoto  
Prefectural University of Medicine
- 2) 京都府立医科大学附属病院リハビリテーション部  
Department of Rehabilitation, Kyoto Prefectural University Hospital



これまでどのようにメディカルチェックを行えばよいのかについて具体的な進め方についての報告は少ない。本研究では2011年から京都北部で行なった少年野球選手のメディカルチェック開催に向けての具体的な進め方と、2011年度に行なったメディカルチェックの結果について報告する。

## メディカルチェックの進め方

### 1. 3ヵ月前から

#### 1) メディカルチェックの啓発活動

地域における野球協会へメディカルチェックの内容を説明し、京都府立医科大学で行なっている投球障害選手に対する復帰コンディショニング指導を視察してもらった。選手が野球を継続していくためにはメディカルチェックが必要であることを確認した。

また市に対してメディカルチェックの必要性を説明し市民版にその内容紹介と案内の掲載を依頼した

(図1)。

#### 2) メディカルチェックの開催方法

運営方法として野球教室に併設するタイプとメディカルチェックを目的に行なう方法がある。併設型はハード面での準備や参加者の募集の必要はなく、メディカルチェックの内容を中心に検討していくことになる。一方、メディカルチェックが主体となる開催方法の場合、メディカルチェックの内容だけではなく、その開催場所と募集を含めた準備が必要である。今回はメディカルチェックを主体とした開催と決定した。開催場所は市の管理する体育館を無償で借りることとした。募集については市民版に掲載してもらい、野球協会を通じて案内と参加申し込みを依頼した。

#### 3) メディカルチェック当日の選手誘導

ボランティアとして、チームごとに保護者(看護師を含む)に帯同してもらうこととした(図2)。選手の誘導方法について事前説明を行なった。

## 丹後少年野球「野球肩・ひじ講習会」 および「野球ひじ相談会」を開催

【医療政策課(峰山庁舎内) ☎69-0360】

### 野球肩・ひじ講習会

指導者や保護者のかたを対象とした「講習会」を次のとおり開催します。多くのおみなさんご参加をお待ちしています。

- ◎日 時 平成23年1月29日(土)  
16:30~18:30(開場16:00)
- ◎場 所 セントラーレホテル京丹後(大宮町三坂)
- ◎内 容 ①野球肩について(仮)  
京都府立医大 整形外科 講師  
森原徹医師
- ②野球ひじについて(仮)  
京都府立医大 大学院  
木田圭重医師
- ③特別講演(実習あり)  
ジュニア期における肩・ひじ痛予防の  
コンディショニング〜フィジカルマ  
ネージメント〜  
Mac's Trainer Room 代表  
高島誠さん

- ◎参加費 医師 1,000円  
医師以外のかた 500円
- ※実技も行いますので、動きやすい服装でお越しください。
- ※駐車場に限りがありますので、お車でご来場の場合はできる限り乗り合わせてお越しください。駐車場が満車の場合はご了承ください。

### 野球ひじ相談会

野球ひじの早期発見と治療および予防を行うことで、少しでも多くのお子さんに障害を持たずに野球を楽しんでもらうため、京都府内で初めてとなる、少年野球チームを対象にした「野球ひじ相談会」を実施します。

多くのお子さん、指導者のかたのご参加をお待ちしています。

- ◎日 時 平成23年1月30日(日)  
9:00~12:00ごろ (9:00集合予定)  
※参加チーム数や、人数によっては集合時間をずらしてご来場をお願いする場合があります。(後日連絡します)  
※チームごとに受け付けを行いますので、来場後はチームごとに集まりください。
- ◎場 所 アグリセンター大宮(大宮町口大野)
- ◎対 象 者 京丹後市、宮津市、与謝野町の少年野球チームで、小学校4年~6年生のピッチャー、キャッチャーを中心に、ひじの痛みを感じたことがある、または感じているお子さん(小学校3年生以下や、ほかのポジションでも構いません)
- ◎内 容 ①医師によるチェックと相談  
②理学療法士によるセルフチェックなどの指導

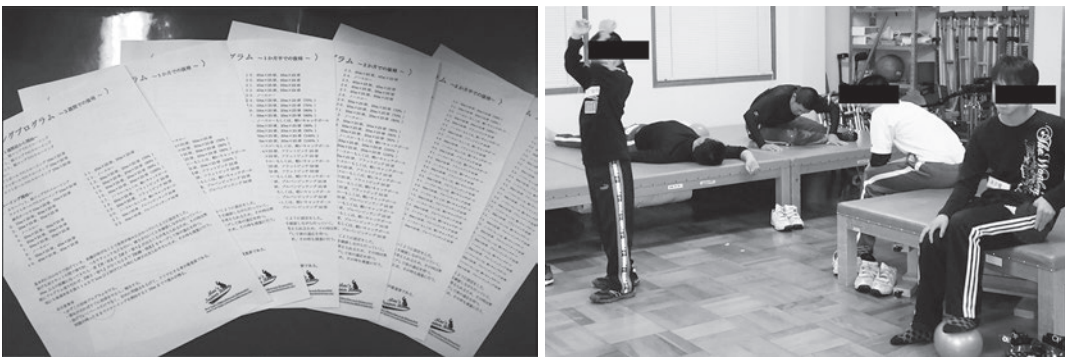
図1 メディカルチェックの開催内容の市民版記事



a. 指導者(☆)が誘導し、ボランティア(\*)が受付を行なった

b. 指導者(☆)のもと医師が選手のストレステストを行なった.

図2 指導者とボランティアによる選手誘導



a. 投球プログラムの作成

b. 自主的なコンディショニング指導



c. トレーナーによる技術指導

図3 二次検診受診先病院でのアスレチックリハビリテーション

- 4) 二次検診受け入れ病院に対する整備  
 メディカルチェックに参加する医師が所属する近隣の協力病院を二次検診受診先病院とした。マニュアルを配布して、受診後の検査法について統一を図った。
- 5) 競技復帰率改善に対する試み  
 二次検診受診率が向上しても、競技復帰率が低け

れば、高い二次検診受診率を維持することはできない。そのため、二次検診受診先病院の理学療法士に投球障害に対するリハビリテーションアプローチを習熟してもらう勉強会を行なった。トレーナーを病院に派遣して、競技復帰をめざしたアスレチックリハビリテーションの体制を整備した(図3)。



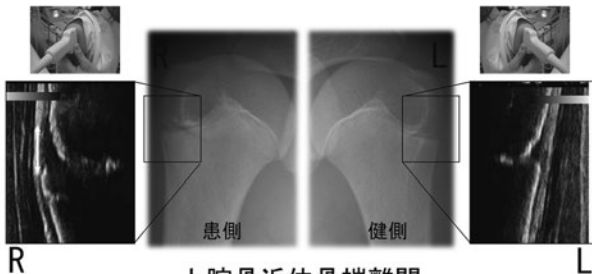


a. トレーナーによる関節可動域チェック



b. コンディショニングの実技指導

図4 トレーナーによる実際のコンディショニング指導



**上腕骨近位骨端離開**

骨端線に明らかな左右差のあるものを陽性

図6 上腕骨近位骨端離開の超音波画像

2. メディカルチェック前日

1) 指導者、保護者および選手に対する講演会開催  
 メディカルチェックの重要性と受益者負担についての理解、コンディショニング法の講演を開催した。医師から投球障害の疫学と病態について説明し



a. 座学としての投球障害の講義



b. 超音波検査手技の確認

図5 スタッフ勉強会

た。投球障害の早期発見・治療には定期的なメディカルチェックが必要であること、メディカルチェックによる効果を受益する選手はその費用を一部負担する必要があることを説明した。

次にメディカルチェックの実際の流れとして、投球障害を検出できるストレステストの内容や超音波検査の受け方について指導を行なった。最後に投球障害を予防するにはどのようなコンディショニング法が大切か、けがをしないための実際のトレーニング法について、デモンストレーションを併用し説明を行なった(図4a, b)。

2) スタッフ向けの勉強会

スタッフとして参加する医師10名、看護師2名、理学療法士22名、トレーナー5名、検査技師5名、ボランティア8名でメディカルチェック項目の内容とその意義について説明した。また肩肘関節に対する超音波検査手技を再確認した(図5a, b)。

3) 二次検診受診のカットオフ値の確認

超音波検査では、上腕骨近位骨端離開、上腕骨小頭障害(離断性骨軟骨炎)および上腕骨内側上顆障害を調べた。上腕骨近位骨端離開は、肩関節外側前方の超音波長軸像にて骨端線に明らかな左右差のあるものを陽性とした(図6)。上腕骨小頭障害は、肘関節の超音波前方および後方走査にて小頭部不整

④コンディショニング(2) 20分



合計 80分

①超音波検査20分



③コンディショニング(1) 20分



②理学検査20分



図7 メディカルチェックの内容

像を認めるものを陽性とした。

超音波検査で陽性となった選手のなかで、上腕骨近位骨端および上腕骨小頭に異常が認められた選手を二次検診対象とした。上腕骨内側上顆障害については、2週間の投球制限を指示し、それでも疼痛が持続する場合は医療機関を受診するよう口頭と紙面で説明した。

3. メディカルチェック当日の特徴

1) メディカルチェックの流れ

第一に、ストレステストとして肘外反ストレステスト、肩関節についてはHERT (hyper external rotation test) を行なった<sup>7)</sup>。次に超音波検査で肘の内側と外側障害、肩関節の上腕骨近位骨端離開の有無について検査を行なった。その後障害予防に向けてコンディショニング指導を行なった(図7)。

2) ポスターの掲示

投球障害の病態と超音波検査の意義について記載したポスターを掲示して啓発を行なった(図8)。

3) 二次検診受診率の改善への取り組み

当日二次検診対象となった選手には、再度医師から超音波画像の異常所見をもとに、二次検診の必要性について説明し選手にフィードバック用紙を配布

した(図9a)。その際には、可能な限り指導者および保護者に同席してもらった。診療情報提供書を作成し、看護師による受診案内を行なった(図9b, c)。

4) メディカルチェックで異常を認めなかった選手に対するコンディショニング指導

メディカルチェックを受け異常のない選手と指導者、保護者に対する配慮として障害予防に対するコンディショニング法やセルフチェックを体験形式で行なった(図10a, b)。

2011年度のメディカルチェック

対象：2011年は京都北部(京丹後市、宮津市、与謝郡および舞鶴市)の少年野球チームに所属する小学生208名(29チーム)に対して、メディカルチェックを行なった。検診時の年齢は平均9.8歳(8~11歳)であり、野球経験年数は平均3年2ヵ月(4ヵ月~5年10ヵ月)であった。

メディカルチェックにおける障害状況と二次検診受診率と競技復帰率について検討した。



図8 メディカルチェック啓発のポスター

結果

頻度：超音波検査では、上腕骨近位骨端の離解が16名(7.7%)、上腕骨内側上顆の不整が77名(37.0%)、上腕骨小頭の不整が3名(1.4%)であった。二次検診対象者は上腕骨近位骨端と上腕骨小頭に異常を認めた計19名であった。

二次検診受診率と競技復帰率：二次検診を受診したのは19名(100%)であった。単純X線像では、10名は上腕骨近位骨端離開、1名が上腕近位骨端離開と上腕骨小頭障害、2名が上腕骨小頭障害、6名が異常を認めなかった。上腕骨小頭障害の1名が初期、2名が進行期であった。二次検診受診先病院では1名は保存療法で、2名は手術加療を行ない、競技復帰した。上腕骨近位骨端離開についても、全員が保存療法後に競技復帰した。

考察

小学生野球選手に対して行なった本メディカルチェックでの障害発生頻度は、過去の報告と同様であった<sup>6)</sup>。本研究における二次検診の受診率が高かった理由として①野球教室に付属する形式ではなく、メディカルチェックを主体としたこと、②前日に講習会を開催し投球障害に対して早期発見・治療が重要であることを理解してもらったこと、③当日、二次検診要選手と保護者、指導者に具体的な病院受診案内を行ない、情報提供書を配布したことがあげられる。二次検診先病院ではメディカルチェックに参加した医師と理学療法士が多く、スムーズに選手が受診でき、医師の診断のもと理学療法士によるリハビリテーションが行なえた。またコンディショニングの進め方についてもトレーナーと協力する体制が整備できたことも復帰をスムーズにした要因と考える。受診したすべての選手は治療とリハビリテーション後に競技復帰を果たし、本メディカルチェック



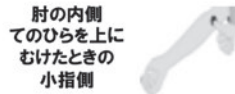
## 第2回 丹後野球検診

### 明らかな異常はありませんでした

がんばって野球の練習に取り組んでください。

### リトルリーグエルボーの可能性ががあります

1. まずは投球時を中止して、下肢・体幹の十分なストレッチにとりこんでください。痛みが消失したら徐々に2-3週間かけてスローイング再開してください。
2. 痛みは放置すると、慢性化して治りにくくなるので、早期治療が大切です。
3. 2週間以上、症状が持続する場合は、すみやかに整形外科を受診してください。



### リトルリーグショルダーの可能性ががあります

1. まずは投球時を中止して、下肢・体幹の十分なストレッチにとりこんでください。痛みが消失したら徐々に2-3週間かけてスローイング再開してください。
2. 痛みは放置すると、慢性化して治りにくくなるので、早期治療が大切です。
3. 2週間以上、症状が持続する場合は、すみやかに整形外科を受診してください。

### 肘 関節ねずみ(離断性骨軟骨炎)の可能性ががあります

1. いまは痛みがなくても、今後、徐々に軟骨がはがれて痛みが出てきます。
2. 放置すると、慢性化して治りにくくなるので、早期治療が大切です。
3. すみやかに整形外科(スポーツ整形専門外来)を受診してください。

### の可能性ががあります

症状が持続する場合は、整形外科を受診してください。

京都運動器障害予防実行委員会医科学サポートチーム

a. メディカルチェックによるフィードバック用紙



b. 協力病院医師と看護師



c. 二次検診受診先の相談窓口

図9 メディカルチェック後の体制

は障害の早期発見・治療に有効であったと考えた。

2011年度ではわれわれ医師、理学療法士、トレーナーが主体となってメディカルチェックを開催した。しかしメディカルチェックに対して選手や指導者の受動的参加になることが予想され、2012年度から野球協会主導で開催する体制に変更した。野球協会からメディカルチェックの依頼をわれわれが受ける形で2012年度も行なった。運営に関わる経費については、野球協会が市から支援金、企業からの寄付金を獲得し、選手自身の受益者負担金として

1,500円を徴収し、開催することとした。今後も野球協会主導でメディカルチェックを継続する予定である。

### まとめ

1. 少年野球選手に対するメディカルチェック開催の進め方について報告した。
2. メディカルチェック前日に指導者、保護者および選手に対する講演会を行ない、メディカルチ



a. 体験形式のストレッチング



b. セルフストレスチェック指導

図10 体験形式のコンディショニング指導

エックの意義を啓発することができた。

3. 当日、二次検診受診率の改善への取り組みによって、受診率が100%であった。
4. 二次検診受診先病院において投球障害に対するリハビリテーションアプローチを指導したことで、スムーズな競技復帰が可能となった。

本原稿は、第38回日本整形外科スポーツ医学会シンポジウム「少年野球障害を防ごう。子供に未来を」で発表させて頂いた内容である。

## 文 献

- 1) 岩瀬毅信：地域スポーツ少年団の問題点—少年野球について—。臨スポーツ医，10：1028-1031，1993。
- 2) 岩瀬毅信：スポーツ少年団の整形外科的メディカルチェック。臨スポーツ医，13：1081-1085，1996。
- 3) 柏口新二，岩瀬毅信：スポーツによる骨軟骨障害の予防。THE BONE，19：55-60，2005。
- 4) 岩瀬毅信：スポーツ障害の予防・診断・治療—少年野球肘について—。小児外科，28：703-710，1996。
- 5) 松浦哲也：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，27：123-129，2008。
- 6) 原田幹生，高原政利：少年野球選手に対する超音波を用いた肘検診。臨整外，42：555-560，2007。
- 7) 原 正文：野球肩 発症メカニズムとその予防・再発予防。臨スポーツ医，25：173-178，2008。

第38回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「子どもに笑顔を！ 野球傷害を防ごう 子どもに未来を」

# プロ野球選手の育成過程の調査について —成長期野球肘と手術経験—

A Questionnaire Research Process of Growth in Professional Baseball Player's  
-Young Baseball Elbow and Experience of Operation-

能勢 康史 Yasushi Nose

## ● Key words

プロ野球選手, 育成過程, 成長期野球肘

Professional baseball player : Process of growth : Young baseball elbow

## ● 要旨

プロ野球選手の育成過程や肩肘障害などのアンケート調査を行なった(有効回答数614名)。プロ野球選手で成長期(中学3年生まで)に肘の手術経験のある選手は5名おり、5名とも成人期(高校1年生から)でも肘痛を有した経験があった。プロ野球選手が現在のポジションに定着した時期は投手と捕手は小学生と中学生が多く、成長期では長身で投手が多い傾向にある。しかし、なかには大学生から投手に定着し大成している選手もありプロ野球選手の育成過程は多様である。

## はじめに

2011年6月に一般社団法人日本野球機構(NPB)12球団に所属するプロ野球選手を対象にアンケート調査を行なった。目的はプロ野球選手の育成過程や肩肘障害などを調べることで「子どもの野球選手育成の方向性を示す」ことである。調査内容は10項目44問に及ぶが、その内容は小学生の頃の生活環境、野球以外のスポーツ経験、影響を受けた指導者とその年代、全国大会の出場経験、肩肘障害の経験

などである(表1)。この調査は文部科学省の事業「子どもに笑顔を一野球傷害を防ごう」プロジェクトが社団法人日本プロ野球選手会の協力を得て行なった。

## 方 法

調査の方法はアンケート用紙をプロ野球選手会より、各球団の選手会長を通じて所属球団の選手に配布し、記入式(回収後に詳細を確認するために氏名も記入)にて行なった。アンケートは2011年NPB支配下登録選手741名(育成選手除く)のうち614名

能勢康史  
〒315-0153 石岡市下青柳1425  
有限会社プロサーブ  
E-mail ssobs@mbr.nifty.com

有限会社プロサーブ  
Proserve Ltd.



表1 プロ野球選手へのアンケート調査の内容

- ①野球チームに最初に所属した時の状況
- ②各年代別のポジション、背番号、体格、全国大会出場の有無
- ③小学生の頃の生活環境(今との違い)
- ④野球選手としての成長過程(総合的にいつ最も成長したか)
- ⑤指導者(野球チーム)の影響(良い、悪い指導)
- ⑥両親の日常生活での関わり(強制、放任など)
- ⑦成長期(中学3年まで)の野球肘と手術経験
- ⑧成人期(高校1年から)の肩、肘の痛みと手術経験
- ⑨現在の投球レベルと痛み
- ⑩野球少年へのメッセージ

**成長期手術経験選手：5名(外側4名, 内外側混合1名)**  
**小学校ポジション：5名全員が投手**



**成人期肘痛経験選手：5名**  
**成人期肘手術経験選手：2名**



**プロ野球でのポジション：投手2名, 野手3名**

図2 成長期に肘の手術経験のある選手  
 成長期に肘の手術経験のある選手5名全員が成人期にも肘痛を有している。

(回収率83%)から回答を得られた。614名の年齢は18~43歳平均27.4歳、プロ野球での経験年数は1~19年平均6.5年、ポジションは投手295名、捕手74名、内野手135名、外野手110名(n=614)である。

## 結 果

はじめにプロ野球選手の成長期野球肘と手術経験であるが(n=591)、成長期に肘痛経験のある選手は146名(25%)であり、この数は徳島の調査報告<sup>1)</sup>の発症率46%と比べると低い傾向にある。肘痛部位では内側114名、外側12名、後方5名、内側+外側6名、内側+後方2名、外側+後方1名、内側+外側+後方4名、無記名2名である。部位別では内側が圧倒的に多い。肘痛経験者のうち成長期に肘の手術経験のある選手は5名(投手2名、野手3名)いるが、全員外側である(外側23名中5名が手術)。肘痛発症年齢では最も多いのが12歳で次いで14

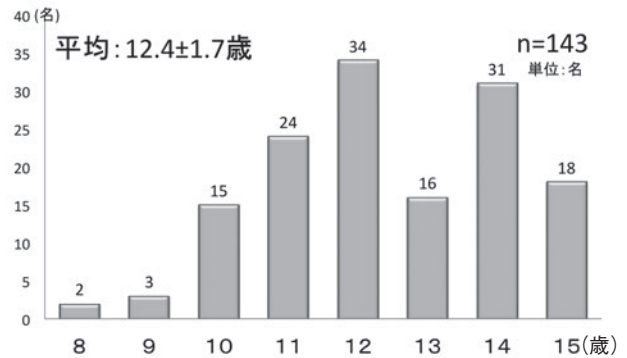


図1 成長期の肘痛発症年齢  
 肘の骨軟骨障害の多発時期である11~12歳に肘痛を発症している傾向にある。

歳、11歳の順となる(図1)。

成長期に肘外側に痛みを有し、手術経験のある5名の選手の詳細について検討した(図2)。A投手は13歳で肘痛を発症し14歳で手術を受け、プロ野球で活躍したいとの考えから術後2年間は投手では試合に出場せず野手でプレーをしている。野球歴は小学生では投手をしていたが、中学生では肘痛での手術もあり野手となり、高校生より投手に復帰している。16歳の時に肘痛を発症したものの、その後プレーに大きな支障はなく現在も先発投手として現役でプレーをしている。B投手は13歳に肘痛を発症し成長期に手術を受けている。19歳の時に肘痛を発症し、この時には競技復帰まで1年を要している。野球歴は小学生で投手を始め、以後プロ野球まで投手としてプレーし、2012年に現役を引退するまで12年間プロ野球に在籍している。C野手は、成長期に手術を受け競技復帰に6ヵ月を要し、成人期にも肘痛も有している。現在も野手として現役でプレーをしている。D野手は14歳に肘痛を発症し手術後1年で競技復帰しており、その後30歳を過ぎてから肘痛を発症し手術をしている。2011年に現役を引退するまでプロ野球で10年間プレーしている。野球歴は小学生では投手、中学生、高校生では内野手で大学以降は外野手としてプレーしている。最後に重症化したと思われるE野手だが、野球歴は小学生では投手、中学生では特定のポジションはなく、高校生から野手でプロ野球でも野手としてプレーしている。この選手は9歳に肘痛を発症し

成長期に手術を受け競技復帰に約4年を要しており、中学生の時には満足した投球はできていない。その後成人期では肘の手術を複数回受けているが、打者として成績を残しているため投球に支障があっても長くプロ野球で活躍できていると思われる。

次にプロ野球選手の育成過程であるが、ポジションでは小学生で64%、中学生で60%の選手が投手をしており、高校では56%と投手経験者が多いのが特徴である。現在のポジションへの定着時期では投手と捕手は早い段階で現在のポジションに定着していることがわかる(図3)。投手への定着時期では小学生101名(50%)、中学生51名(25%)、高校生45名(22%)、大学生7名(3%)となる(n=434)。身長を全国平均と比較すると小学6年生の全国平均が145.0cmでこれより低い選手は27名(6.6%)、中学3年生の全国平均が165.1cmでこれより低い選手は58名(12.7%)、高校3年生の全国平均が170.7cmでこれより低い選手は39名(7.3%)である。選手としての成長と指導者の影響については(図4)、選手として最も成長した時期は小学生20名(3%)、中学生80名(12%)、高校生309名(45%)、大学生143名(21%)、社会人58名(8%)、プロ76名(11%)である(n=585複数回答)。最も影響を受けた指導者は小学生90名(12%)、中学生113名(15%)、高校生323名(42%)、大学生44名(6%)、社会人101名

(13%)、プロ92名(12%)と答えている(n=592複数回答)。役に立った指導については、「心構えや礼儀」など人間性に関することが63%で、技術の17%に比べ多い。役に立たない指導については、「型にはめる、押しつけ」など画一的な指導が41%と最も多かった。

## 考 察

### 1. プロ野球選手の成長期野球肘の実態

今回の調査で現役プロ野球選手のなかに成長期に

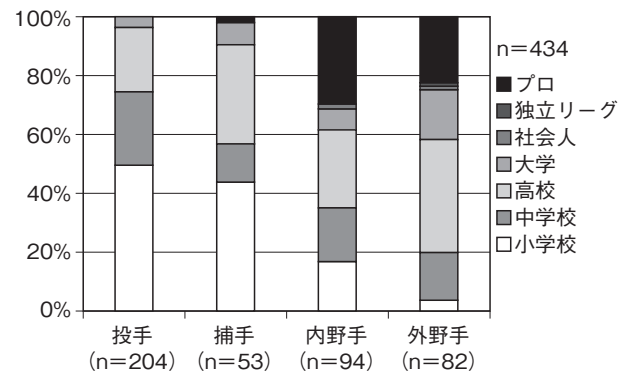


図3 現在のポジションへの定着時期  
投手と捕手はプロ野球でのポジションに早く定着する傾向にある。

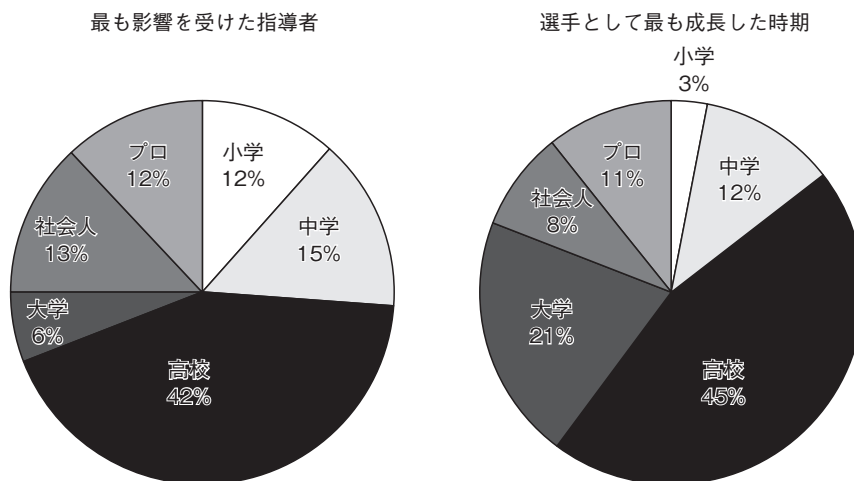


図4 最も成長した時期と指導者の影響  
最も影響を受けた指導者は、選手として最も成長した年代と同様に高校時代と感じる選手が多い傾向。

肘の手術経験のある選手が存在することがわかった。成長期に肘の手術経験のある選手のなかには先発投手として活躍している選手もあり、成長期に手術を受けてもプロ野球で活躍できるという明るい情報ではある。A投手のようにプロ野球をめざすため、中学生で手術を受け競技復帰まで2年間かけて投手に復帰している選手もいるが、このような対応をしたのでプロ野球で活躍できていると推察される。しかし、成長期に手術経験のある選手5名全員が成人期にも肘痛を有していることと、なかには不安を抱えながら投球を続けている選手もいる。これらのことから、成長期に手術を受けた選手は成人期に何らかの影響を及ぼしているため、成長期に肘の骨軟骨障害の重症化を防ぐことは成人期に満足する投球をするためには重要であるといえる。成長期に手術経験のある5名の選手の小学生のポジションは全員が投手である。岩瀬らの調査<sup>2)</sup>によると小学生の投手の全力投球数は約150球で、野手の約50球に比べて明らかに多く、小学生期の肘の骨軟骨障害は投球数との関連性があると述べている。また、上腕骨小頭障害の多発時期は11歳から12歳であることと<sup>3)</sup>、プロ野球選手の成長期の肘痛発症年齢をみても11歳と12歳が多くみられるので、この時期に投球負荷を調整し骨軟骨障害を防ぐ対策が必要となる。投球負荷調整の具体策としては、試合での投球数制限や連投の禁止などがあり、これらを大会主催者が規制することが最も有効で、近年小学生の大会で全日本軟式野球連盟などがルール化している。

## 2. プロ野球選手の育成過程

プロ野球選手の現在のポジションへの定着と身長の結果をみると、身長が高く小学生、中学生で投手に定着した選手がプロ野球に入団している傾向があるといえる。しかし、なかには大学で投手に定着し大成した選手(ドラフト1位)や身長が低くてもプロ野球で活躍する投手もあり、育成過程は多様である。ここで注目したいのは、いわゆる遅咲きの選手がプロ野球で活躍していることである。このような選手が存在することを考えると本格的に野球に取り組み、技術を獲得するのは骨端線閉鎖後でも決して遅くないということをプロ野球選手の育成過程から読み取れる(表2)。選手としての成長、最も影響を

受けた指導者とも高校生が最多となるが、影響を受けた指導者が小学生と中学生を合わせると27%になる。これは成長期に指導者から適切な指導を受けていることがうかがえ、成長期での指導者の教えが後の飛躍に役立っている証といえる。

## 3. 子どもの野球選手育成の方向性

成長期の障害予防活動は1982年より徳島県で野球検診が行なわれ<sup>4)</sup>、その後野球検診や投球制限などの対策の重要性は医療関係者の尽力により野球界に広がってきた。障害予防活動は医療界を中心に進められ野球界は受け身であったが、近年元プロ野球選手のなかにも野球検診などの障害予防活動に関わっている方もおられる。憧れのプロ野球選手の一言は重いので、実績のある選手が医療関係者と連携し子どもの育成に関わることは意義深い。野球界には多くの団体が存在するが、障害予防には理解を示す連盟関係者や指導者が多くおられる。野球検診は子どもの育成の1つであり、本来は野球界が主体となり医療関係者の協力のもと行なうべきである。野球界と医療界が一体となった子どもの育成活動が展開されることで適切な野球指導の方向性が見えてくるので、各地での活動の広がりを期待したい。

プロ野球選手が影響を受けた指導が人間性であると答えていることから、野球指導で大切なのが尊重の精神、礼儀や規律など人づくりであるといえる。また、成長期の指導者の評価は勝利ではなく、高校以降で活躍できる選手を育てているかどうかは尺度になるべきである。ただ、将来を考え障害予防を優先すると運動負荷を制限し過ぎるため、壁を乗り越える経験が不足し、スポーツに内在する価値の「困難への挑戦」が失われるのが難点である。このようなことを考えると、礼儀や規律など人づくりは厳しく指導し、投球以外の運動を積極的に取り入れながら「強い心と体をつくる」という考えが妥当ではないか。指導理念の基本は成人期では「人づくりと勝利の両立」となるが<sup>5)</sup>、成長期では「人づくりと将来活躍できる選手の育成」とすべきである。成長期の骨軟骨障害の予防に配慮しながら、強い心と体をつくるという「野球を通じての人づくり」を理念に適切な選手育成に取り組む指導者が増えることを願って止まない。

表2 プロ野球投手の育成過程とコメント

プロ野球の投手は小学生から投手として活躍している選手ばかりではなく、高校生や大学生で才能を開花させている選手や体格に恵まれなくてもプロ野球で活躍している投手もいる。粘り強く努力することの大切さを、プロ野球の現役で活躍する選手から学んでもらえればと思いここに示す。

投手1：ドラフト1位(高校より入団)

- ・野球歴：小学生では内野手，中学生から投手で中学3年生で開花。小学生の時は水泳，機械体操，バレーボールを行なう。身長は小6；158cm，中3；178cm，高3；183cmで細身に柔軟性は高かった。
- ・子どもに一言：小さい時から足は遅く，センスもまったくない。中学2年生まではまったく注目されていませんでした。不器用でセンスがなくても練習量と情熱がそれを上回ってくれると思います。どうかやると決めたら自分との約束を守り続けてください。必ず夢はかないます。

投手2：ドラフト1位(大学より入団)

- ・野球歴：小学生ではソフトボール。投手は小学6年生から始め高校生までは外野手兼任で大学で開花。身長は小6；160cm，高3；178cmで大学生で7cm伸び185cmとなり球速が10km/h伸びる。
- ・指導者・両親の教え：高校で良い指導者に巡り合え，努力と感謝を学びました。両親には厳しく「勉強しろ，毎日素振りしろ」と言われました。

投手3：ドラフト1位(大学より入団)

- ・野球歴：小学生，中学生は投手で小学生では水泳も行なう。高校では投手兼外野手で高校3年夏の背番号は9。大学で投手として開花。身長は小6；115cm，中3；180cm，高3；182cm。
- ・子どもに一言：何か目標があるとすれば，何かを犠牲にしても取り組む姿勢が大切です。今プロ野球選手として活躍している人達は皆，人一倍練習してきたし今も練習をしています。頑張ってください。

投手4：ドラフト4位(社会人より入団)

- ・野球歴：小学生，中学生では投手と内野手，高校から本格的に投手。身長は小6；140cm，中3；160cm，高3；168cm，現在170cm。
- ・子どもに一言：ただ野球ばかりやっても上達はないと思うので，勉強も頑張ってください。いろんな人の言うことを聞く，そんな素直な気持ちが上達への近道だと思います。

## 結 語

プロ野球選手にアンケート調査を行ない，成長期野球肘と育成過程についてまとめた。

1. 成長期に肘外側に痛みを有し肘の手術経験のあるプロ野球選手は5名である。
2. プロ野球選手の育成過程は多様で，いつ飛躍するかは選手によって異なる。
3. 成長期の野球選手育成の理念は「人づくりと将来活躍できる選手の育成」とすべきである。

## 文 献

- 1) 柏口新二ほか：スポーツによる骨軟骨障害の予防。THE BONE, 19：407-412, 2005.
- 2) 岩瀬毅信ほか：少年野球肘の実態と内側骨軟骨障害。土屋弘吉ほか編，整形外科 Mook, 金原出版，東京：61-82, 1983.
- 3) 松浦哲也ほか：小頭骨端核の成長過程からみた肘離断性骨軟骨炎。日肘関節会誌, 18：S5, 2011.
- 4) 柏口新二ほか：少年野球における骨軟骨障害の予防対策。整スポ会誌, 24：13, 2004.
- 5) 能勢康史：「指導者に学ぶー勝利の哲学と人づくり」まとめ③スポーツの価値と日本の未来。トレーニングジャーナル, 2008年6月号。



# 男子エリートバレーボール選手に生じた 腹直筋肉離れの5例

## Muscle Strain of the Rectus Abdominis in Elite Volleyball Players. 5 Cases

今給黎直明<sup>1, 4)</sup> Naoaki Imakiire 林 光俊<sup>2, 4)</sup> Mitsutoshi Hayashi  
西野 衆文<sup>3, 4)</sup> Tomofumi Nishino

### ● Key words

Muscle strain : Volleyball : Elite athlete

### ●要旨

男子エリートバレーボール選手, 4名5例の腹直筋損傷について検討した. 全例がスパイク動作時の体幹の過伸展の際に腹直筋の遠位収縮に伴う受傷で, 受傷側は1例を除きすべて非利き手側であった. 体幹のスパイク動作はほかの競技と異なり, 攻撃力を高めるために空中という不安定な状況でボールへ強い力を伝えることを要求される. このためジャンプのアプローチ段階からスパイク動作に至る過程で, 体幹の屈曲伸展動作の反復と回旋動作を余儀なくされる. 自験例の競技, 受傷特性と文献的考察をもとに, 腹直筋肉離れの保存療法のプランについて考案した.

### はじめに

肉離れは発症部位により種目特性が反映されることが多く, 腹直筋の肉離れは跳躍型のスポーツで起ることが多いとされる. バレーボールではスパイク動作時の腹直筋損傷が発症機転にあげられている. 今回われわれは, 男子エリートバレーボール選手に発症した腹直筋肉離れを経験したので報告する.

### 対象と方法

対象は腹直筋肉離れを発症しわれわれが直接診療した全日本男子フル代表2名3例, 日本リーグ(Vチャレンジ)ならびに関東大学バレーボール1部に所属するバレーボール選手各1名の計4名5例であった. 受傷時の平均年齢は22.8歳であった. それぞれの症例の受傷部位, 利き手, 発症動作, 復帰までの期間

今給黎直明  
〒208-0022 東京都武蔵村山市榎1-1-5  
社会医療法人財団大和会 武蔵村山病院整形外科  
TEL 042-566-3111 (代) / FAX 042-566-3324

- 1) 武蔵村山病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Musashi Murayama Hospital
- 2) 杏林大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kyorin University
- 3) 筑波大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, University of Tsukuba
- 4) 日本バレーボール協会メディカル委員会  
Medical Committee of Japan Volleyball Association



表1 症例一覧

Case No.	Age/Sex Activity	部 位	利き手	発症動作	診断確定検査	治 療	回復期間	腹筋肉離れ既往歴
1	22歳・男 全日本	左腹直筋	左	スパイク	MRI 超音波	練習前：ホットパック・超音波 練習後：アイシング・低周波 オイルマッサージ	2.5週	有
2	23歳・男 全日本	左腹直筋 上から3番目	右	スパイク	MRI	練習前：アイシング、テーピング 練習後：アイシング・低周波 超音波	2週	有
3	Case.2 2回目 24歳時	左腹直筋 上から2番目	右	スパイク	CT	練習前：アイシング、テーピング 練習後：アイシング・低周波 超音波	2週	有
4	24歳・男 日本リーグ (Vチャレンジ)	左腹直筋	右	スパイク	CT 超音波	1週間練習休止, NSAID	2週	無
5	21歳・男 関東大学 1部リーグ	左腹直筋	右	スパイク	超音波	安静後ストレッチ	4週	無

および治療方法と内容について調査した。なお、治療は全例保存的加療を行なっている。

## 結 果

症例の受傷部位、利き手、発症動作、復帰までの期間および治療方法の結果について表1に各データを示す。全例スパイク動作による左側の受傷であり、症例1を除き全例非利き手側の受傷であった。診断確定に至る検査はMRI 2例、超音波検査3例、CTが2例であった。超音波検査は比較的簡便であることからCTやMRIと併用して行なった。

治療は安静とアイシングのほか、低周波や超音波治療といった物理療法を併用していた例が多く、受傷から復帰までに要した期間は2~4週、平均2.5週であり、各症例とも受傷前の競技レベルまで良好に復帰していた。また腹直筋肉離れは複数回受傷例が報告されており、自験例も症例1はわれわれが携わる以前に複数回の腹直筋の肉離れの既往を認め、症例2、3は同一症例での受傷であった。

## 症例提示

症例1：22歳、ポジションはスーパーエース(オボジット)。利き腕は左である。18~20歳までの間に

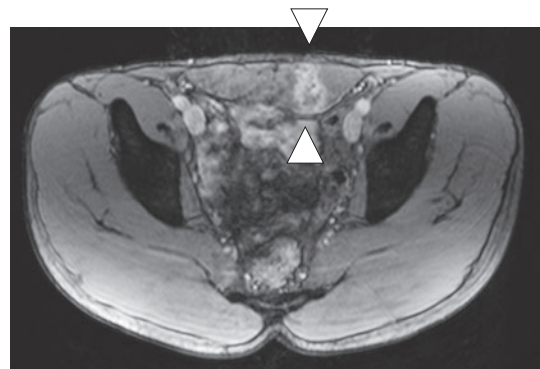


図1 症例1のMRI (T2強調横断画像)  
腹直筋の腫脹と内部に高信号域を認める。

右側を含め3回の腹直筋の肉離れの既往がある。今回は公式試合前の練習中にスパイクを強打した際に、左下腹部に疼痛を認めた。左下部腹直筋に硬結と圧痛を認め、下肢挙上動作や股関節屈曲時の徒手抵抗など腹圧のかかる動作で疼痛がみられ腹直筋の肉離れと判断した。受傷2日後に施行した腹部MRIでは腹直筋内に限局した筋挫傷を疑わせる異常信号域を認め、健側に比べ損傷腹直筋は腫大していた(図1)。受傷から約10日間はスパイクなど腹部を伸展する運動は休止し、アイシングと超音波治療などを併用した。受傷10日目以降は徐々にスパイクを含めた腹筋の伸展運動を再開し、受傷から17日目に試合へ復帰した。

症例2, 3: 24歳, ポジションはエースアタッカー(ウイングスパイカー), 利き腕は右である. いずれの受傷も公式試合中にスパイクを強打した際に左腹部に疼痛を認めた. 1回目, 2回目とも受傷直後は患部に腫脹と圧痛を認め, 腹圧がかかる動作で腹直筋に疼痛を訴えていた(図2). 損傷腹直筋は健側に比べ腫大し, 画像所見は初回受傷時にはMRIで腹直筋内に限局した筋挫傷を疑わせる異常信号域を認めた. また2回目の受傷時にはCT検査が行なわれていた. CTでも損傷腹直筋は健側に比し腫大し, 内部に血腫を疑わせる低信号域を認めた(図3). 初回受傷は世界選手権中で, 2回目の受傷はオリンピック予選中の受傷であったため, いずれも患部のテーピング, アイシングと超音波治療などを併用して競技を続行した. 受傷から約2週間で症状は消失し従来のプレイが行なえるようになった.

### 考 察

腹壁を形成する筋肉は, 表層の腹直筋と外腹斜筋, 深層の内腹斜筋, 腹横筋から形成されている. このうち腹直筋は肋骨前面と胸骨より起こり, 腱画により連結され, 下降して恥骨嚙と恥骨結合に停止する. 主な動きは体幹を屈曲することである. 第2に下位肋骨とともに胸郭を下方へ引き下げ, 呼吸を助けるとともに体幹の安定を図っている<sup>1)</sup>.

これらの4つの筋肉の損傷を主とした腹壁損傷は, 投球動作や走りながら活動していて急性発症する場合もあれば, 同様の活動を反復して発症するオーバ

ーユースによる損傷のどちらでも起こりうる. Johnsonは2004~2005年に米国のthe National Collegiate Athletic Association's (以下NCAA) injury surveillance systemに登録された外傷を調査し, 腹壁外傷の発症頻度はフットボールやバスケットボール, サッカーでは0.2~0.6%と低かったが, バレーボールは発症率が3.7~5.7%と高かったと報告した<sup>2)</sup>. また, Conteらは1991~2010年(20年間)に米国のメジャーリーグで発症した腹壁の筋損傷を調査し, メジャーリーグでは腹部の筋損傷は全外傷の5%であったと報告した. しかし, そのうちの92%は内外腹斜筋の肉離れであった<sup>3)</sup>. 以上より, 腹壁損傷は競技種目によって損傷部位や発症率が異なっていることが示唆される.

肉離れの発症機序は, 自家筋力による筋肉の収縮時に, 筋線維が引き延ばされた際の遠心性収縮による受傷が多い. 自験例はジャンプをして空中でのスパイク動作中に, 腹直筋の肉離れを発症していた.

バレーボールのスパイク動作はテニスのサーブやオーバーヘッドスマッシュの動作と同様に, 利き手を上後方へ引きながら上半身を背屈・回旋させて, 体幹を可能な限り過伸展させようとする. このときに利き手の対角線上にある対側の腹直筋に遠心性収縮の力が働き, 肉離れを発生すると考えられる. 自験例も5例中4例が非利き手側の受傷であり, ほかの文献とほぼ同様の結果であった<sup>4,5)</sup>.

一方, バレーボールの競技特性を考慮すると, スパイク動作はほかの競技と異なり攻撃力を高めるために, 空中というより高く不安定な位置でボールへ

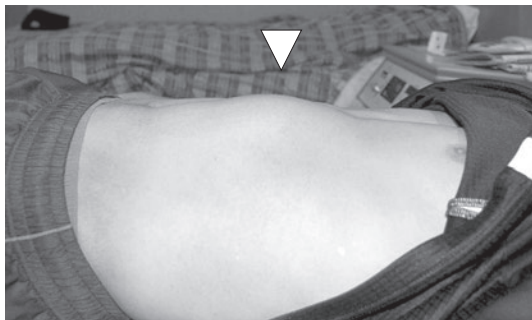


図2 症例2の初回肉離れ受傷直後の肉眼所見腫脹した患部(矢頭).

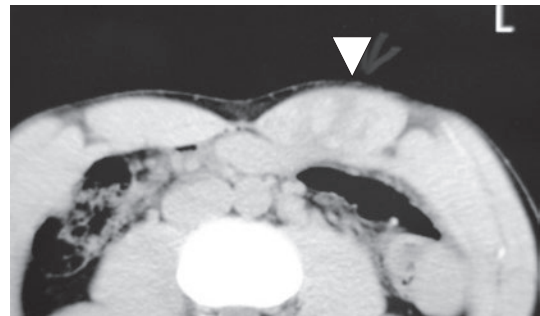


図3 症例3のCT検査  
損傷腹直筋は健側に比べ腫大し内部に限局した低信号域を認める(矢頭).

力を伝えることを要求される。一般にジャンプ動作は、助走による水平方向の力を踏み切りによって垂直方向に変換し、下肢の反動を利用するとともに腕の振り上げと体幹の前屈動作を行なうことで、より効率的な高さを獲得しようとする<sup>6)</sup>。スパイク動作は、ジャンプへのアプローチ段階から空中でのスパイクに至る過程で、体幹の屈曲伸展動作の反復と回旋動作を余儀なくされる。このため腹直筋や腹斜筋といった浅層の腹壁筋へ高負荷がかかる競技といえるであろう。今後はこういった競技特性も考慮して、選手をサポートしていく必要がある。

本症の診断には、いくつかの有用な検査が報告されている。徒手検査では Carnett 徴候の確認が有用とされている。検査手技は仰臥位で両腕を胸に置き腹部の圧痛点を押さえたまま、患者に頭部を挙上して腹部の筋肉を緊張させてもらい、圧痛増強がみられたら腹壁由来の異常を考慮するというものである<sup>7)</sup>。また、超音波検査は簡便で検知性が高く有用である。Connellらは腹直筋肉離れを受傷したエリートテニス選手11例について受傷後早期に超音波検査を行ない、全例で筋断裂を確認し得たと述べている。またMRIは本症の診断と治療評価に有用であると述べており、いずれの検査も施行することが望ましいと考える<sup>4)</sup>。

本症は安静により予後は良好とされ、自験例も概ね2~4週で試合に復帰していた。しかし、症例2, 3のごとく年間を通して試合参加数の多い選手では、十分な安静期間を設けることが難しいケースもみられた。このためテーピングを併用し、試合前後はアイシングやマッサージ、ストレッチといった種々の理学療法を発症後3週程度併用して対応していた。

Lehmanらは腹直筋の肉離れの重症度を、体動時の疼痛の程度に応じて表2のように3段階に分類しているが、簡便であり受傷後の治療経過の判断にも応用することができるので有用と思われる<sup>8)</sup>。また、Maquirrianらはテニス選手を例に腹直筋肉離れ後のリハビリテーションプログラムを報告している<sup>5)</sup>。われわれはこのプログラムをもとに、Fédération Internationale de Volleyball (FIVB) の指導テキストや体幹のトレーニング理論なども踏まえて、腹直筋肉離れの後療法プログラムを考案した(表3)<sup>8-10)</sup>。本疾患の予防や再発回避には、競技特性を踏まえた

表2 腹直筋肉離れの臨床分類<sup>5)</sup>

Severity	Description
Severe	Painful isometric contraction (Valsalva manoeuvre) and simple overhead reaching
Moderate	Painful trunk "sit-up" motion (concentric contraction)
Slight to mild	Previous manoeuvres do not elicit pain

メディカルチェックなど、個々のコンディションも含めた対応が必要である。今後は本疾患の治療に合わせ段階的に復帰できるよう応用できればと考えている。

## 結 語

男子エリートバレーボール選手に発症した腹直筋肉離れについて受傷機転や治療経過を調査した。受傷側は非利き手側の受傷が多く、いずれもジャンプをしてスパイクを頻回に打つアタッカーで、空中動作での発症であった。自験例の競技、受傷特性と文献的考察をもとに、腹直筋肉離れの保存療法のプランについて考案した。

## 文 献

- 1) Atlas of Human Anatomy. Springhouse, PA : 198-199, 2001.
- 2) Johnson R : Abdominal wall injuries : rectus abdominis strains, oblique strains, rectus sheath hematoma. Curr Sports Med Rep, 5 : 99-103, 2006.
- 3) Conte SA et al : Abdominal muscle strains in professional baseball : 1991-2010. Am J Sports Med, 40 : 650-656, 2012.
- 4) Connell D et al : Sonography and MRI of rectus abdominis muscle strain in elite tennis players. AJR Am J Roentgenol, 187 : 1457-1461, 2006.
- 5) Maquirrian J et al : Rectus abdominis muscle strains in tennis players. Br J Sports Med, 41 : 842-848, 2007.

表3 腹直筋肉離れの後療法プログラム

Stage	Tasks	Severity		
		Slight to Mild	Moderate	Severe
#1. Rest & Evaluation/ Control of pain and inflammation, and protection.	Rest is the hallmark of this stage - avoid any participation in Volleyball. Evaluation of entire kinetic chain and core stability. Cryotherapy on painful area (20min every 2-3hr) . Physical therapy : Massages, Ultrasonic wave therapy, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation etc.)	~1 wk	~1 wk	2~3 wks
#2. Isometric strengthening and stretching	Start isometric contractions in a supine position, with the knee and hip flexed (3sets 10-20 repetitions, twice a day) . Progressive passive stretching, starting with the supra umbilical portion of the rectus abdominis muscle. Conditioning of uninjured links (shoulder, hip, and knee) of the service kinetic chain and core stability training (Exercises to train pelvic control) . Physical therapy : Similarly Stage #1.	1~2 wks	1~3 wks	2~4 wks
#3. Concentric strengthening	Common abdominal exercises with the hip and knee flexed ("crunches") , and sets of 20-30 repetitions, progressing to more dynamic exercise (eg. Bent knee sit-ups) . Increase time of stretching position to 7-20sec. Add strengthening exercises for oblique abdominal muscles and the lower rectus abdominis muscle, and core stabilization progressions. PNF stretching. Volleyball practice can be allowed, avoiding overhead shots (service, spike etc) . Physical therapy : Similarly Stage #1.	2~3 wks	3~4 wks	4~6 wks
#4. Eccentric strengthening and plyometrics	Start jogging and Running. Progression to faster movement. Technical correction of service motion errors and allow to ball toss and lumber hyper extension. Add hitting overhead shots, service and throwing exercises. Plyometric exercise of the abdominal muscle wall (Throwing sit-ups and sideways, Buttock lift, Sit-ups oblique abdominal muscles and rectus abdominis muscle etc) . Return to competition. Physical therapy : Similarly Stage #1.	3 wks~	4 wks~	6 wks~
#5. Maintenance and re-injury prevention	keep up exercises of phases #3-4 during the competitive period, 2-3 times per week.	3 wks~	4 wks~	6 wks~

- 6) Wagner H et al : Kinematic analysis of volleyball spike jump. Int J Sports Med, 30 : 760-765, 2009.
- 7) Suleiman S et al : The abdominal wall : an overlooked source of pain. Am Fam Physician, 64 : 431-438, 2001.
- 8) Lehman RC : Thoracoabdominal musculoskeletal injuries in racquet sports. Clin Sports Med, 7 : 267-276, 1988.
- 9) Imai A et al : Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. J Orthop Sports Phys Ther, 40 : 369-375, 2010.
- 10) Fédération Internationale de Volleyball : Coaches Manual 2011. Lausanne, Switzerland : 160-164, 2011.



# 大学サッカー選手の第5中足骨疲労骨折と 身体的要因の関係

## Relationship Between Stress Fracture of the 5th Metatarsal Bone and Physical Factors in College Soccer Players

藤高 紘平<sup>1)</sup> Kohei Fujitaka      大槻 伸吾<sup>2)</sup> Shingo Otsuki  
岸本 恵一<sup>3)</sup> Keiichi Kishimoto      橋本 雅至<sup>4)</sup> Masashi Hashimoto  
大久保 衛<sup>5)</sup> Mamoru Okubo

### ● Key words

第5中足骨, 疲労骨折, サッカー

### ● 要旨

目的：大学サッカー選手に対してメディカルチェックを実施し，第5中足骨疲労骨折発症例の身体的特徴を検討した。

方法：調査・測定期間は2003～2010年度とし，対象は同一大学サッカーチームの男子選手のべ154名とした。第5中足骨疲労骨折の受傷群と非受傷群に分け測定項目の比較，受傷の有無と測定項目の関連について分析した。

結果：受傷群の足趾把持筋力とQ-angleが非受傷群よりも小さい傾向が認められ，第5中足骨疲労骨折受傷に関連する要因として考えられた。

結論：Q-angleと足趾把持筋力が小さいことで足部外側への荷重負荷がより増大し，骨への力学的ストレスになったと推察された。

### はじめに

サッカー競技における第5中足骨疲労骨折は，サ

ッカー競技がカッティング動作やサイドステップ動作の多いスポーツであるため，発生頻度が高いスポーツ障害の1つと報告されている<sup>1)</sup>。第5中足骨疲労骨折は遷延治癒もしくは偽関節になりやすく<sup>2-5)</sup>，

藤高紘平  
〒574-8530 大東市中垣内3-1-1  
大阪産業大学大学院人間環境学研究科  
TEL 072-875-3001

- 1) 大阪産業大学大学院人間環境学研究科  
Osaka Sangyo University of Graduate School
- 2) 大阪産業大学人間環境学部スポーツ健康学科  
Department of Sport and Health Science, Osaka Sangyo University
- 3) 神戸大学大学院人間発達環境学研究科  
Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University
- 4) 大阪行岡医療大学医療学部理学療法学科  
Osaka Yukioka College of Health Science
- 5) びわこ成蹊スポーツ大学競技スポーツ学科  
Biwako Seikei Sports College



術後再骨折<sup>6,7)</sup>しやすい骨折とされている。そのため、スポーツ選手など活動性の高い者に対する第5中足骨疲労骨折の治療において、不十分な治療・リハビリテーションでは癒合不全に陥り、スポーツ復帰がままならないことが報告されている<sup>2,8,9)</sup>。よって、第5中足骨疲労骨折の予防や治療・リハビリテーションを実施していくには、発生因子を検討し予防や治療に反映させていくことが重要である。

そこで本研究では大学サッカー選手を、経過観察中に第5中足骨疲労骨折を発症した受傷群と非受傷群に分け、メディカルチェックにより得られた測定項目を比較し、第5中足骨疲労骨折発症例の身体的特徴を検討したので報告する。

## 方 法

### 1. 対 象

大学サッカーチームに2003～2010年度に所属した、ゴールキーパーを除くフィールドプレイヤー男子選手のべ154名(入学時の平均身長 $175.8 \pm 8.2$ cm, 平均体重 $68.6 \pm 7.1$ kg, 平均年齢 $18.0 \pm 0.2$ 歳)を対象とした。本研究を行なうに際し、ヘルシンキ宣言に則りチームにおけるスタッフ・選手に説明し同意を得て行なった。

### 2. 測定項目

各年度の4月にメディカルチェックとして、以下の測定項目を調査した。

- 1) 身長, 体重, BMI

- 2) アーチ高率(図1a)

自然立位にて足長, 舟状骨高を測定し, 舟状骨高を足長で除してアーチ高率を算出した(大久保<sup>10)</sup>。

- 3) 足趾把持筋力(図1b)

デジタル握力計(竹井機器工業社製)を用いた測定器を作成し, 足位は自然な直立位として測定した。母趾から第5趾が足趾把持バーにかかるように確認し, 下腿前面の固定ボードにて下腿部を固定して実施した。

- 4) Q-angle(図1c)

自然立位にて, 上前腸骨棘から膝蓋骨中央を結ぶ線, 膝蓋骨中央から脛骨結節を結ぶ線の成す角度を測定した。

- 5) Leg-heel angle

自然立位にて, 下腿長軸と踵骨長軸の成す角度を測定した。

- 6) ファンクショナルリーチテスト

足趾把持筋力による動的姿勢制御能の指標として測定した。立位にて両手を前方に伸ばし, 指先でバーを踵が浮かずにもとの位置に戻れる範囲で押すように指示した。壁に垂直に設置したバーによって移動距離を測定した。

- 7) 閉眼片脚立位保持時間

両上肢を胸の前で組み, 閉眼にて片脚立位をとり最長2分間測定した。

- 8) Muscle Tightness Test

筋腱の緊張度を評価するため, 中嶋<sup>11)</sup>の方法による大腿屈筋(大腿伸展挙上検査: Straight Leg Raising test, 以下SLR), 傍脊柱筋(指床間距離: Fin-

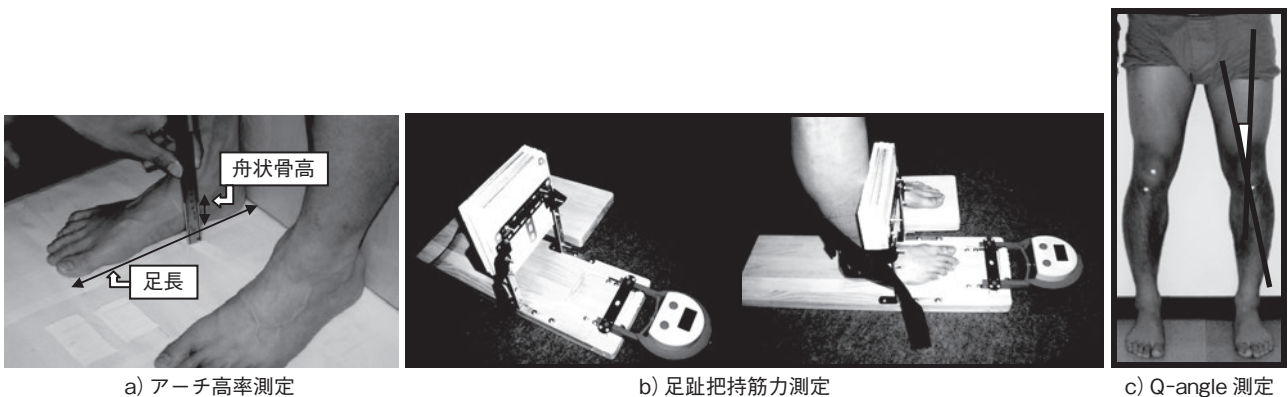


図1 測定項目

ger Floor Distance, 以下 FFD), 大腿四頭筋(腹臥位での踵部殿部間距離: Heel Buttock Distance, 以下 HBD) を測定した。

#### 9) 足関節関節可動域

足関節の関節可動域を背臥位にて関節角度計(東大式)を用いて測定した。

#### 10) General Joint Laxity Test

各関節の弛緩性を評価するため, 中嶋<sup>12)</sup>の方法による, 全身の6関節(手関節, 肘関節, 肩関節, 股関節, 膝関節, 足関節)と脊柱のLaxity testを実施した。各項目において基準の可動域以上に達した場合を1点とし, 合計7点満点で合計点を算出した。

### 3. 第5中足骨疲労骨折例の調査

調査期間中に発生した第5中足骨疲労骨折は, 全例われわれが関わる医療機関を受診した。

### 4. 統計処理

第5中足骨疲労骨折の受傷群と非受傷群に分け, 入学時の測定値の比較を行なった。統計学的分析にはMann-WhitneyのU検定を行なった。また第5中足骨疲労骨折の有無を従属変数とし, 身長, 体重, アーチ高率, 足趾把持筋力・Q-angle, Leg-heel angle, ファンクショナルリーチテスト, 閉眼片脚立位保持時間, SLR, FFD, HBD, 足関節背屈角度, 足関節底屈角度, 全身関節弛緩性を独立変数として, それらの関連性を検討するためにロジスティック回帰分析を行なった。いずれも統計解析にはSPSS Ver. 11.0 (SPSS Japan Inc.社)を用いて行ない, 有意水準を5%未満とした。

## 結 果

第5中足骨疲労骨折受傷群11名12足, 非受傷群143名296足であった。第5中足骨疲労骨折受傷群と非受傷群を比較して統計学的に有意な差は認められなかったが, 足趾把持筋力(受傷群 $16.4 \pm 1.9$ kg, 非受傷群 $17.3 \pm 4.9$ kg,  $p=0.06$ )とQ-angle(受傷群 $13.9 \pm 2.0^\circ$ , 非受傷群 $15.1 \pm 4.9^\circ$ ,  $p=0.07$ )において小さい傾向が認められた。その他の項目において統計学的に有意な差は認められなかった(表1)。ロジスティック回帰分析の結果は, 表2のとおりである。

統計学的に有意差は認められなかったが, 第5中足骨疲労骨折の受傷との関連において, 足趾把持筋力のオッズ比は1.27 ( $p=0.08$ , 95%信頼区間: 0.97-1.67), Q-angleのオッズ比は1.36 ( $p=0.05$ , 95%信頼区間: 0.99-1.86)であった。

## 考 察

第5中足骨疲労骨折受傷群と非受傷群を比較すると, 受傷群が足趾把持筋力とQ-angleにおいて低値を示した。また, ロジスティック回帰分析において, 足趾把持筋力とQ-angleが第5中足骨疲労骨折受傷に関連する要因として考えられた。

第5中足骨疲労骨折発生に関する研究はいくつか行なわれてきている。疫学的研究では, プロサッカー選手において, 若い年齢ほど発症しやすく, 過度のトレーニングを危険因子として報告している<sup>13)</sup>。バイオメカニクスの研究では, Kavanaughら<sup>2)</sup>は, 第5中足骨疲労骨折の原因は内反強制ではなく, 垂直方向およびmediolateral stressと報告している。また, 出家ら<sup>14)</sup>は, 第5中足骨疲労骨折患者の足底圧を調査した結果, いずれも足外側部に荷重が偏位していたと報告している。さらに, 切り返し動作を繰り返行なうと, その軸になる足底の外側に高い圧がかかることを報告し, この動作の際に足底外側にかかる力は水平面では, 第5中足骨骨頭部に内側方向への力として働き<sup>2)</sup>, 垂直方向にかかる力を考慮すると, 全体として第5中足骨を底側外側凸にベンディングさせる力となり, 疲労骨折を発生させる誘因になると報告している<sup>15)</sup>。身体的要因の研究では, Raikinら<sup>16)</sup>は, 第5中足骨疲労骨折術後症例のX線学的検討より, 85.7%は後足部内反傾向であったことから, 後足部内反位は第5中足骨疲労骨折や同再骨折の素因となる可能性を示唆している。また, 第5中足骨疲労骨折発生に関する外的要因に関する研究では, 土のグラウンドでとくにポイント式のスパイクを使用するとカッティング動作時に第5中足骨骨頭部の圧が高くなると指摘し, 第5中足骨骨頭部が内側方向へ外力を受け, 骨のたわみが繰り返し起こることによって疲労骨折にいたると推察している<sup>15)</sup>。このように, 第5中足骨疲労骨折の発生における疫学的研究, バイオメカニクスの研究, 第5中

表1 第5中足骨疲労骨折受傷群と非受傷群における入学時測定項目の比較

項目名	受傷群 (n=12)	非受傷群 (n=296)	p値
身長 (cm)	176.8±5.2	176.9±14.8	n.s.
体重 (kg)	73.2±3.2	73.4±10.7	n.s.
BMI	22.4±1.1	23.5±16.5	n.s.
アーチ高率	15.9±1.9	16.1±2.2	n.s.
足趾把持筋力 (kg)	16.4±1.9	17.3±4.9	p=0.06
Q-angle (°)	13.9±2.0	15.1±4.9	p=0.07
Leg-heel angle (°)	6.2±1.8	6.0±1.5	n.s.
ファンクショナルリーチテスト (cm)	48.9±3.1	47.9±5.3	n.s.
閉眼片脚立位保持時間 (秒)	84.4±20.2	87.3±19.8	n.s.
SLR (°)	85.0±6.0	84.1±6.4	n.s.
FFD (cm)	10.4±8.6	11.6±7.2	n.s.
HBD (cm)	0.3±0.6	0.2±0.7	n.s.
足関節 背屈 (°)	18.3±2.7	19.3±5.3	n.s.
足関節 底屈 (°)	43.2±3.7	41.8±6.1	n.s.
全身関節弛緩性 (点)	2.2±1.2	2.1±0.8	n.s.

Mann-Whitney の U 検定 (Mean±SD)  
n.s. : 有意差なし

表2 第5中足骨疲労骨折例の身体的要因についてのロジスティック回帰分析

項目名	p値	OR (95% CI)
身長 (cm)	0.83	1.01 (0.96-1.05)
体重 (kg)	0.89	1.01 (0.91-1.12)
アーチ高率	0.61	1.10 (0.82-1.42)
足趾把持筋力 (kg)	0.08	1.26 (0.97-1.64)
Q-angle (°)	0.05	1.36 (0.99-1.86)
Leg-heel angle (°)	0.41	1.16 (0.82-1.63)
ファンクショナルリーチテスト (cm)	0.31	0.90 (0.74-1.10)
閉眼片脚立位保持時間 (秒)	0.65	0.99 (0.96-1.03)
SLR (°)	0.34	0.95 (0.86-1.05)
FFD (cm)	0.74	1.02 (0.93-1.11)
HBD (cm)	0.18	0.57 (0.25-1.30)
足関節 背屈 (°)	0.22	1.26 (0.90-1.78)
足関節 底屈 (°)	0.14	0.76 (0.54-1.07)
全身関節弛緩性 (点)	0.29	1.89 (0.59-5.37)

OR (95% CI) : Odd ratio (95% Confidence interval)

足骨疲労骨折受傷後および術後の身体的要因の検討は行なわれている。しかし、本研究のように第5中足骨疲労骨折の発生と発生前の身体的特徴との関連を報告した研究は少ない。

第5中足骨疲労骨折受傷群において Q-angle が非受傷群よりも小さい傾向が認められた。Q-angle は大腿四頭筋の作用軸を表現するものであり、下肢の

膝伸展機構 (大腿四頭筋-膝蓋骨-膝蓋腱-脛骨粗面) と密接に関連する。下肢の形態上の問題が存在すると膝関節の運動効率は低下する。膝伸展機構の効率が悪くなると、衝撃吸収能としての働きも低下する<sup>17)</sup>。ランニングやジャンプの着地時の衝撃は、主に膝伸展機構がバネ状に働くことによって吸収される<sup>17)</sup>。受傷群の Q-angle が非受傷群よりも小さい傾向があ

り、先行研究による正常範囲内<sup>18,19)</sup>においても小さいことから、膝伸展機構の機能低下により衝撃吸収能が低下し、サッカー競技中のランニングやジャンプ動作時の足部への衝撃負荷が増大するものと推察される。

第5中足骨疲労骨折受傷群において足趾把持筋力が非受傷群よりも小さい傾向が認められた。足趾把持筋力は足底部(母趾球, 小趾球, 踵部)の支持基底に対し、姿勢制御時の機能的支持面の把持に参与する。足趾把持筋力と重心との関連を報告した先行研究では、足趾把持筋力と重心動揺の間には、有意な相関性が認められ、足趾把持筋力が高ければ動的バランスも優れていると報告されている<sup>20)</sup>。また、体重比足趾把持筋力と身長比重心外周面積においては負の相関関係を示す傾向が認められ、足趾把持筋力が強いほうが、重心動揺面積が小さいと報告されている<sup>21)</sup>。つまり、足趾把持筋力が小さいことによって動的バランス能は低下し、身長比重心外周面積が大きくなることで、より足部外側荷重につながる場面が増加したのではないかと考えられた。こうした足部外側への荷重負荷の増大が、第5中足骨に加わる力学的ストレスにつながるのではないかと考えられた。

Q-angle, 足趾把持筋力以外の本研究にて実施した測定項目であるアーチ高率およびleg-heel angleについては、アーチ高率が大きく、leg-heel angleが内反傾向であれば足部外側に荷重負荷が増大すると考えられ、第5中足骨疲労骨折受傷群ではアーチ高率が大きくleg-heel angleが内反傾向にあるのではと推測したが、本研究の結果においては、アーチ高率とleg-heel angleにおいて有意な差は認められなかった。第5中足骨疲労骨折受傷群と非受傷群ともに、アーチ高率が大きい選手やleg-heel angleが内反傾向である選手はスパイクシューズへのインソールの挿入や、足関節にサポーターや弾性包帯を装着していた。大学入学前に足部や足関節のスポーツ傷害の既往があり、その際に処方を受け継続して使用している選手が多かった。よって、インソールやサポーター、弾性包帯の動作中の足底圧への影響を調査し、第5中足骨疲労骨折との関連を今後も継続して調査していかねばならないと考えられる。

本研究の問題点として、Q-angleにおいては先行

研究にて正常とされる範囲内であり<sup>19)</sup>、今後さらなる調査検討が必要である。Q-angleは膝伸展機構と関連するため、膝伸展機構が足底圧に対して与える影響についても今後検討する必要がある。また、足底圧への影響を検討していくには、全身のアライメントも考慮すべきである。今回の足趾把持筋力やQ-angleの測定は静的な環境での評価であり、今後動的な環境での評価や対象数を増やしてさらなる調査検討が必要であると考えられる。

本研究にて実施した、Q-angleの測定や足趾把持筋力検査は簡便に実施することができるため、メディカルチェック項目に組み入れることにより第5中足骨疲労骨折の発生予防に有用であると考えられた。

## 結 語

- 1) 第5中足骨疲労骨折を受傷した大学サッカー選手の身体的特徴を検討した。
- 2) 第5中足骨疲労骨折受傷群は、非受傷群に比べQ-angle, 足趾把持筋力が小さい傾向が認められた。また、ロジスティック回帰分析において、足趾把持筋力とQ-angleが第5中足骨疲労骨折受傷に関連する要因として考えられた。
- 3) Q-angleや足趾把持筋力が小さいものでは、足部外側への荷重負荷がより大きくなり、骨への力学的ストレスが増大したと推察された。
- 4) Q-angleの測定や足趾把持筋力検査は簡便に実施することができるため、メディカルチェック項目に組み入れることにより第5中足骨疲労骨折の発生予防に有用であると考えられた。

## 文 献

- 1) 大久保 衛ほか：サッカー競技の傷害—足部疲労骨折(特に第5中足骨疲労骨折を中心に)。整スポ会誌, 19:14, 1999.
- 2) Kavanaugh JH et al: The Jones fracture revisited. J Bone Joint Surg, 60:776-782, 1978.
- 3) Torg JS et al: Fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity. Classification and guidelines for non-surgical management. J Bone Joint Surg, 66:209-214,



- 1984.
- 4) Zelko RR et al : Proximal diaphyseal fractures of the fifth metatarsal treatment of the fractures and their complications in athletes. *Am J Sports Med*, 7 : 95-101, 1979.
  - 5) Zogby RG et al : A review of nonoperative treatment of Jones fracture. *Am J Sports Med*, 15 : 304-307, 1987.
  - 6) Glasgow MT et al : Analysis of failed surgical management of fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity : the Jones fracture. *Foot Ankle Int*, 17 : 449-457, 1996.
  - 7) Wright RW et al : Refracture of proximal fifth metatarsal (Jones) fracture after intramedullary screw fixation in athletes. *Am J Sports Med*, 28 : 732-736, 2000.
  - 8) Carp L : Fracture of the fifth metatarsal bone : with special reference to delayed union. *Ann Surg*, 86 : 308-320, 1927.
  - 9) Dameron TB : Fractures and anatomical variations of the proximal portion of the fifth metatarsal. *J Bone Joint Surg*, 57 : 788-792, 1975.
  - 10) 大久保 衛ほか : メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討. *臨スポーツ医*, 6 (別冊) : 336-339, 1989.
  - 11) 中嶋寛之 : 関節外科 special 発育期のスポーツ障害. 初版, 発育期スポーツ競技者にみられる特徴. メジカルビュー社, 東京 : 20-28, 1994.
  - 12) 中嶋寛之 : スポーツ整形外科的メディカルチェック. *臨スポーツ医*, 2 : 735-740, 1985.
  - 13) Ekstrand J et al : Stress fractures in elite male football players. *Scand J Med Sci Sports*, Aug 27, 2010.
  - 14) 出家正隆ほか : サッカー選手に発生した Jones' fracture の 3 例. *臨スポーツ医*, 8 : 89-95, 1991.
  - 15) 平野 篤ほか : サッカー選手に生じた第 5 中足骨疲労骨折の 3 例 - プレスケールを使用した足底圧の解析 -. *臨スポーツ医*, 10 : 979-984, 1993.
  - 16) Raikin SM et al : The association of a varus hindfoot and fracture of the fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal junction : the Jones fracture. *Am J Sports Med*, 36 : 1367-1372, 2008.
  - 17) 山本利春 : ランニング障害との関連からみた下肢アライメント検査の検討. *臨スポーツ医*, 6 : 442-447, 1989.
  - 18) Hvid I et al : Chondromalacia patellae : the relation to abnormal patellofemoral joint mechanics. *Acta Orthop Scand*, 52 : 661-666, 1981.
  - 19) *Manual of Orthopedic Surgery*. Park Ridge, IL, American Orthopaedic Association, 1972.
  - 20) 山口光圀ほか : 片足起立立位時での足指屈筋群の役割について. *運動生理*, 4 : 65-69, 1989.
  - 21) 加辺憲人ほか : 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. *理学療法科学*, 17 : 194-204, 2002.



# 野球における足先行スライディングにより生じた 外側半月板損傷の2例

## Lateral Meniscus Tear Due to Feet-First Sliding -Report in Baseball of Two Cases

山田 慎 Shin Yamada

大内 洋 Hiroshi Ohuchi

### ● Key words

野球, スライディング, 半月板損傷  
Baseball : Sliding : Meniscus tear

### ●要旨

野球・ソフトボール外傷の中で、スライディングによる半月板損傷の報告は少ない。今回、当施設で足先行のスライディングで受傷した外側半月板断裂を2例経験した。いずれの症例も、男子野球部員。練習中スライディング施行時に、landing phase (着地期) に非先行足側の下肢が股関節内旋・膝屈曲外反を強制された状態で着地し受傷。理学所見、MRI所見、関節鏡所見にて膝外側半月板後節の縦断裂を認め、半月板縫合術を施行した。野球における足先行スライディングの landing phase に、非足先行側下肢の股関節内旋・膝屈曲外反が強制されることで、外側半月板断裂が発生する危険性があると考えられた。

### はじめに

野球・ソフトボール外傷の中では、スライディングによる外傷の発生頻度が高いが、その内訳は打撲や足関節捻挫などの報告が大半であり半月板損傷の報告は少ない。また、その受傷機序についても詳細な検討はなされていない。先行研究において、Corzattらはスライディングフォームを4段階に分け(図1)、それぞれについて速度、衝撃を分析した結果、landing phase (着地期) に最も、外傷発生率が高くなる

ことを報告している<sup>1)</sup>。今回、Corzatt分類 landing phase に発生した、外側半月板損傷の2例を経験した。それらの例をもとに受傷機序について考察した。

### 症例 1

17歳男子高校生、野球部、右投げ左打ち。練習中に右足先行のスライディングを施行。Corzatt分類の landing phase において、非先行足である左下肢の前足部が地面に引っかかり、股関節内旋・膝屈曲外反が強制された状態で着地し、立ち上がろうとし

山田 慎  
〒296-8602 鴨川市東町929番地  
医療法人鉄蕉会 亀田総合病院  
TEL 04-7092-2211

亀田メディカルセンタースポーツ医学科  
Kameda Medical Center, Department of Sports Medicine



図1 Corzatt らによるスライディングの周期の分類  
 A : sprint to base (ベースへの加速期)  
 B : attainment of sliding position (スライディングポジションへの移行)  
 C : airborne phase (遊脚期)  
 D : landing phase (着地期)



図2 症例1, 17歳男子高校生. MRI T2強調矢状断画像.  
 外側半月板後節に縦断裂を認める.

たときに左膝屈曲位でのロッキングが出現した。初診時においても左膝屈曲ロッキングが持続した状態であった。外来にて徒手的にロッキングを解除後、MRIを撮影し外側半月板後節の縦断裂を認めた(図2)。後日、関節鏡下手術を施行し関節鏡所見にてMRI所見同様に外側半月板後節の縦断裂を認め、不安定性の再現も確認され(図3)、半月板縫合術を施行した。術後経過は良好で術後4ヵ月で野球競技へ完全復帰をし、症状の再発は認めていない。

## 症例 2

14歳男子中学生, 野球部, 右投げ右打ち. 練習中

に右足先行でのスライディングを施行。Corzatt分類のlanding phaseに左下肢股関節内旋・膝深屈曲外反が強制されながら着地し、立ち上がった後から左膝にキャッチングを自覚した。理学所見上、McMurrayテスト膝外反内旋手技にて膝外側にクリックを認めた。MRI所見にて外側半月板後節の縦断裂を認めた(図4)。後日、施行した関節鏡下術中所見においても同部に縦断裂を認め(図5)、半月板縫合術を施行した。経過は良好で術後4ヵ月で野球競技へ完全復帰し、症状の再発は認めていない。

## 考 察

今回経験した2症例はともに、野球における足先行スライディングの際に、外側半月板断裂を生じた。野球・ソフトボールのスライディングによる外傷発生率は高いことが報告されている<sup>2-4)</sup>が、足先行スライディングによる外傷の発生頻度の内訳としては打撲や捻挫など足関節、足部外傷が最も多い<sup>2,3)</sup>。一方、半月板損傷の報告はHoseyらが38外傷中0例<sup>2)</sup>、Jandaらは10外傷中2例と報告しており<sup>3)</sup>、研究者により頻度は一定ではなく、また、スライディングと半月板損傷の明らかな因果関係を示した報告は、筆者らが渉猟し得た範囲では認められなかった。

Corzattらは野球・ソフトボールのスライディングの危険性を明らかにするため、頭部先行スライディングと足先行スライディングを、sprint to base (ベースへの加速)、attainment of sliding position (スライディングポジションへの移行)、airborne phase (遊脚期)、landing phase (着地期)の4段階に

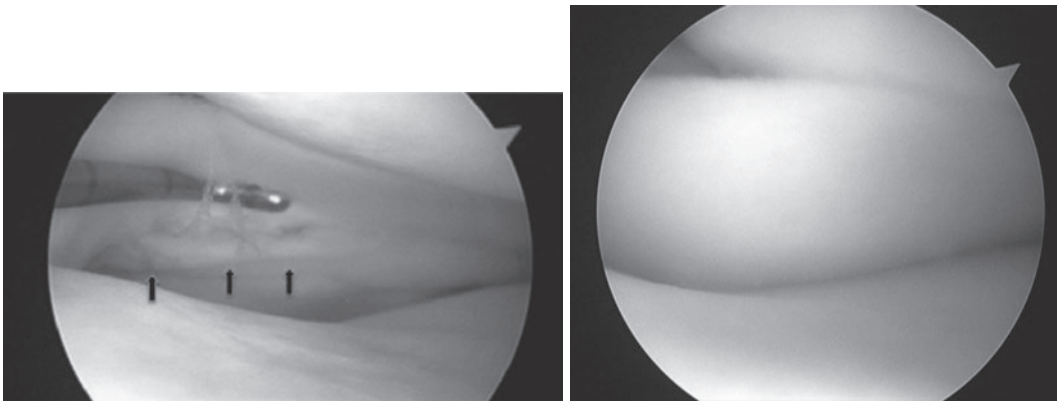


図3 症例1, 関節鏡所見.  
左：外側半月板断裂部.  
右：プローベでの半月板不安定性の再現.



図4 症例2, 14歳男子中学生. MRI T2強調画像.  
左：冠状断, 右：矢状断  
外側半月板後節に縦断裂を認める.

分類し(図1), それぞれの段階の速度, 衝撃を分析した. その研究によると, 足先行スライディングでは landing phaseにおいて身体に対する接触外力が最も大きく, 殿部, 腰部, 大腿後面などへの衝撃が大きいと報告されている<sup>1)</sup>. 今回の2症例も landing phaseでの受傷で膝関節が外反肢位であったことから, 大きな衝撃が膝関節外側コンパートメントにも加わったことが想像される. Smillieらは膝関節に膝屈曲外反肢位が強制されると, 大腿骨外側顆に生じる剪断力により外側半月板前半部が前方に押し出さ

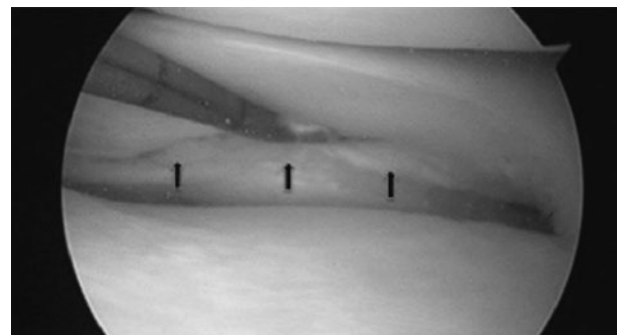


図5 症例2, 関節鏡所見. 外側半月板後節に縦断裂を認める.



図6 足先行スライディングにおいて、非先行側の膝関節外側半月板損傷の危険性がある股関節内旋・膝屈曲外反位

れ、後節の縦断裂が発生するという外側半月板損傷の受傷機序を報告している<sup>5)</sup>。すなわち、今回の2症例は landing phase に非先行側下肢の股関節内旋・膝深屈曲外反位が強制され、Smille らが報告した外側半月板受傷機序に、さらにスライディングの着地による強い衝撃が加わり外側半月板損傷が生じたと考えられた(図6)。

一般的な足先行スライディングのフォームとして、airborne phase から landing phase において非先行側下肢の肢位は股関節外旋位・膝屈曲位となることが推奨されている(図7)が、この肢位では、膝屈曲外反を避けることができ、外側半月板への衝撃も減少し、外側半月板損傷の危険性は減少するものと考えられる。すなわち、野球における足先行スライディングで発生する外側半月板損傷の予防には、非先行側下肢の股関節が外旋・膝屈曲内反位を保つ必要がある。

### 結 語

野球足先行スライディングにおける外側半月板損傷の2例を経験した。足先行スライディングにおいては、landing phase に非先行側下肢の股関節内旋・膝屈曲外反が強制されることで外側半月板損傷が発生



図7 足先行スライディングの一般に推奨される着地期の肢位。

非先行側の下肢は股関節外旋・膝屈曲内反位。

する危険性があると考えられた。

### 文 献

- 1) Corzatt RD et al : The biomechanics of head - first versus feet- first sliding. Am J Sports Med, 12 : 229-232, 1984.
- 2) Hosey RG et al : Baseball and softball sliding injuries incidence and the effect of technique in collegiate baseball and soft ball players. Am J Sports Med, 28 : 360-364, 2000.
- 3) Janda DH et al : Sliding injuries in college and professional baseball -a prospective study comparing standard and break- away bases. Clin J sports Med, 3 : 78-81, 1993.
- 4) Edward G et al : Epidemiology of collegiate baseball injury. Clin J sports Med, 8 : 10-13, 1998.
- 5) Smillie IS et al : Observation on the regeneration of the semilunar cartilages in man. Br J Surg, 31 : 398, 1944.



# The Efficacy of the Dynamic Assessment with Ultrasonography in Clavicle Shaft Refracture ; A Case Report

鎖骨骨幹部再骨折において超音波による動的評価が有用であった症例

Soichi Hattori<sup>1)</sup> 服部 惣一  
Shin Yamada<sup>2)</sup> 山田 慎

Hiroshi Ohuchi<sup>2)</sup> 大内 洋

## ● Key words

Ultrasonography

## ● Abstract

**Background :** In mid-clavicle refractures, it may be difficult to determine the appropriate time to return to sports because the identification of new callus on radiography is often challenging. We present a patient with a mid-clavicle refracture, in which dynamic assessment of the fracture site with ultrasonography was effective.

**Case :** A 12-year-old boy sustained a mid-clavicle refracture after returning to Judo. It was treated nonsurgically with immobilization. At his seven-week follow-up visit, dynamic assessment with ultrasonography of the fracture site revealed slight movement of bone fragments, while the plain radiographic findings were ambiguous. In the ninth week, the instability had disappeared, and he resumed strengthening exercises and successfully returned to Judo thirteen weeks after the refracture.

**Discussion :** This case demonstrates the efficacy of dynamic assessment with ultrasonography in determining stability of the fracture site in mid-clavicle refracture, and the appropriate time to return to sports.

## Background

Clavicle fractures are one of the most common

fractures in the setting of contact sports. Recent literature on clavicle fractures suggests that primary surgical treatment of a displaced fracture of the clavicle shaft using plate fixation results in im-

服部惣一  
〒296-8602 鴨川市東町929番地  
亀田メディカルセンター整形外科・スポーツ医科学  
TEL 04-7092-2211/FAX 04-7099-1198

1) Kameda Medical Center, Department of Orthopedic Surgery and Department of Sports Medicine  
亀田メディカルセンター整形外科  
2) Kameda Medical Center, Department of Sports Medicine  
亀田メディカルセンタースポーツ医学科

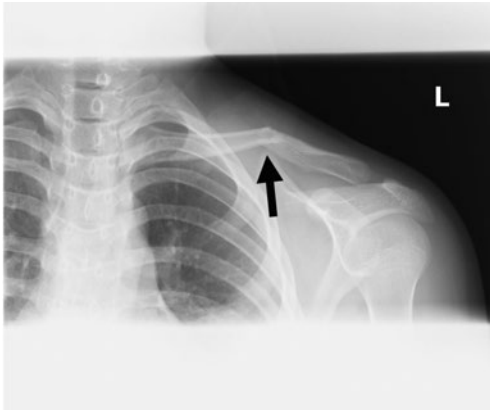


Figure 1 The initial plain radiograph : Mid-clavicle fracture with minimal displacement (arrow) .

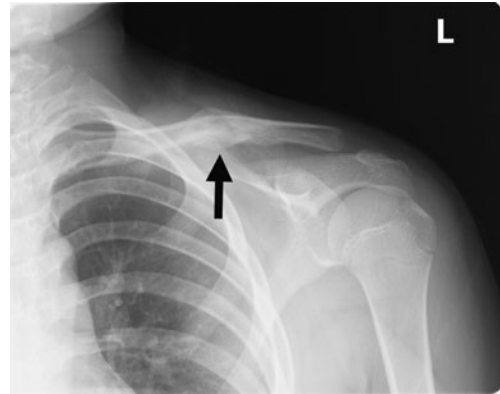


Figure 2 The follow-up radiography after six weeks : A fair amount of callus with bridging has occurred (arrow) .

proved functional outcomes<sup>1)</sup>.

In a subset of middle-third clavicle fractures without displacement, nonoperative management remains the most common treatment<sup>2)</sup>.

In either operative or nonoperative treatment, refracture can occur after patients return to their original sporting activities. When conservative treatment is chosen, it may be difficult to assess the appropriate time to return to sports.

In a new clavicle fracture, radiographic evidence of bony healing is easy to identify and is used as a deciding factor, along with range of motion of the shoulder and tenderness to palpation, by physicians to determine when a person can return to his or her sporting activities<sup>3)</sup>.

In cases of refracture, however, identifying new callus formation on radiographic examination can be challenging because there is a fair amount of callus formation from the previous injury. Therefore, it is difficult to evaluate when they can resume sports.

Previous studies of ultrasonography have emphasized its role in promoting fracture healing in cases of delayed union and nonunion<sup>4)</sup>. However, little is known about its diagnostic value regarding the fracture healing process.

We present a case of a young boy who had a re-

fracture of the middle clavicle, in which dynamic assessment of the fracture site with ultrasonography was used as an effective tool in assessing the stability of callus, and therefore judging the appropriate time to return to sporting activities.

### Case Presentation

A 12-year-old boy sustained a middle-third clavicle fracture after he fell on his shoulder with his arm at his side during Judo practice. The initial plain radiograph revealed a mid-clavicle fracture with minimal displacement (Figure 1). He was treated with immobilization in a figure eight dressing and restricted from all sporting activity. At the four-week follow-up visit, the figure eight dressing was discontinued, and he was allowed to initiate range-of-motion pendulum exercise as the pain allowed. After six weeks, active range-of-motion and strengthening exercises were started when the follow-up radiograph showed a fair amount of callus formation with bridging (Figure 2).

He sustained a refracture the week following his return to Judo against medical advice (Figure 3). After discussion of treatment options, nonoperative management with a figure eight dressing was started.

We employed dynamic assessment of the fracture site with ultrasonography, (LOGIQe GE Healthcare with the 12MHz probe), for follow-up of the refracture site since new callus formation and bridging were hard to detect on radiography. While the long axis view of the clavicle was displayed on the monitor (Figure 4a and 4b), gentle and passive abduction and adduction were applied (Figure 5a and 5b). Any movements of fracture fragments were assessed and recorded.

In the seven-week follow-up visit, the ultrasonography of the fracture site revealed slight movement of the distal fragment on abduction of the affected limb (Figure 6). Although there was no tenderness over the fracture site and radiographic findings on new callus formation were ambiguous (Figure 7), we delayed the start of active

range-of-motion and strengthening exercises due to the instability detected on ultrasonographic examination.

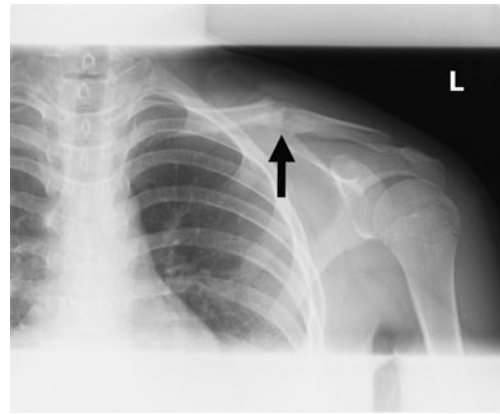


Figure 3 The radiograph at the seven-week follow-up visit : Refracture after his return to Judo (arrow) .

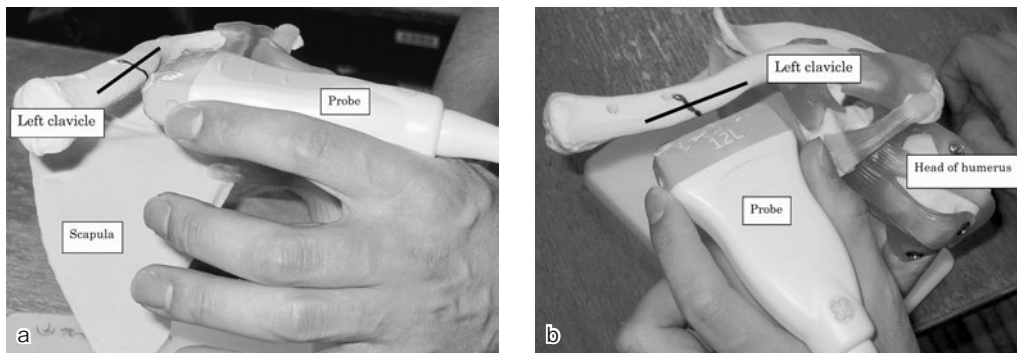


Figure 4 Ultrasonographic examination of clavicle fractures : Long-axis view.

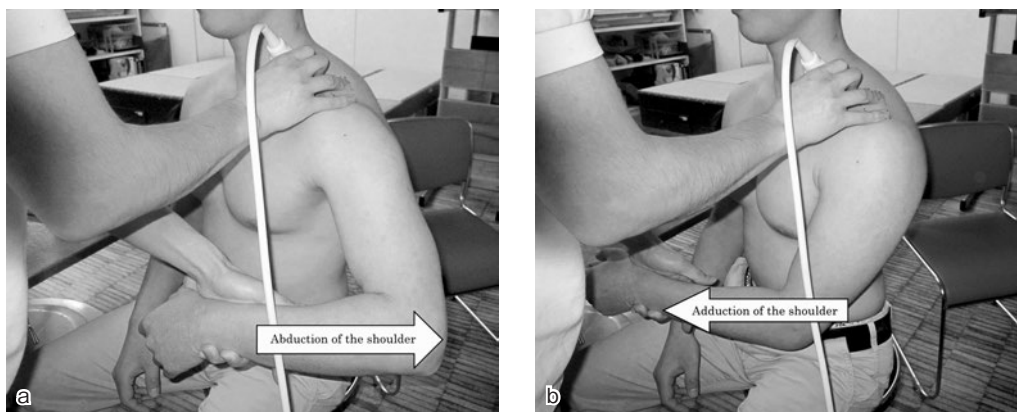


Figure 5 Dynamic assessment of the clavicle with ultrasonography : Abduction of the shoulder

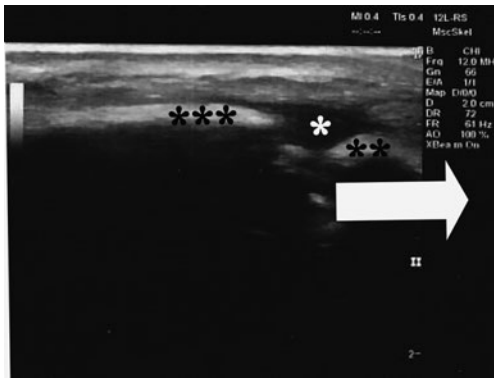


Figure 6 Dynamic assessment with ultrasonography at the seven-week follow-up visit : Slight movement of the distal fragment on abduction of the shoulder (white arrow) .  
\*Organized callus, \*\*Distal fragment, \*\*\*Proximal fragment

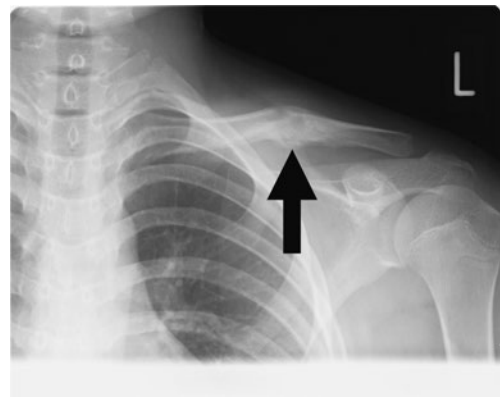


Figure 7 Radiograph at the seven-week follow-up visit : Ambiguous callus formation (arrow) .

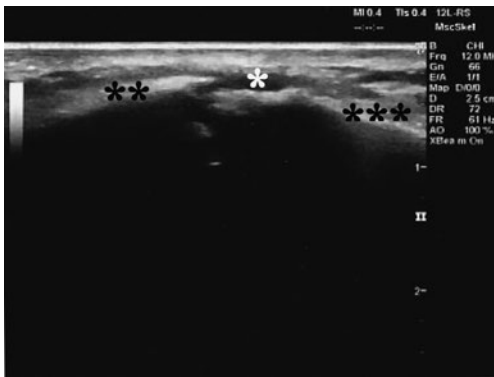


Figure 8 Dynamic assessment with ultrasonography at the nine-week follow-up visit : No instability was noted on abduction or adduction of the shoulder  
\*Organized callus, \*\*Proximal fragment, \*\*\*Distal fragment

Two weeks later, no instability on abduction or adduction was found on ultrasonography (Figure 8). The figure eight dressing was discontinued, and he was allowed to resume active range-of-motion and strengthening exercises. He successfully returned to Judo thirteen weeks after refracture. In the final

follow-up visit at 1 year after refracture, no significant deformity or re-refracture of the clavicle was identified.

## Discussion

Although a significant amount of studies have shown the efficacy of promoting fracture healing with low intensity pulsed ultrasound<sup>4)</sup> and detecting soft tissue lesions, ultrasonography has gained little attention to its diagnostic value in assessing the fracture healing process.

A number of studies revealed its utility in the detection of fractures<sup>5)</sup> and early identification of callus formation in long bone fractures<sup>6, 7)</sup>.

To our knowledge, no previous studies have explored its diagnostic value in evaluating stability of the fracture site due to callus formation in the fracture healing process.

In the present case, dynamic assessment with ultrasonography worked well as an effective imaging modality to assess callus formation and stability, and therefore aided in determining when to recommend return to sports activities.

In addition, its diagnostic value may not be limited to assessing refracture, where identification of new callus formation is difficult on radiography.



Even in new fractures of the clavicle, ultrasonography can be used as a simple and noninvasive way to assess stability of the fracture site due to newly formed callus, and may serve as an alternative tool to help physicians decide when patients with a new clavicle fracture can return to sports activities.

As for limitation inherent in dynamic assessment of the fracture site with ultrasonography, it is a technically difficult procedure. Fixation of a probe at the fracture site is sometimes challenging, while abduction and adduction of the injured limb are applied. Additionally, identification of the fracture site is difficult especially when it is located at the further side of the clavicle from the skin.

### Reference

- 1) Altamimi A et al : Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced mid-shaft clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 90 : 1-8, 2008.
- 2) Khan K et al : Fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am*, 91 : 447-490, 2009.
- 3) Recci M et al : Clavicle fractures. *Am Fam Physician*, 77 : 65-70, 2008.
- 4) Malizos KN et al : Low-intensity pulsed ultrasound for bone healing : an overview. *Injury*, 37 : S56-62, 2006.
- 5) Weinberg E et al : Accuracy of clinician performed point-of-care ultrasound for the diagnosis of fractures in children and young adult. *Injury*, 41 : 862-868, 2010.
- 6) Malfulli N et al : Ultrasonographic appearance of external callus in long-bone fracture. *Injury*, 26 : 5-12, 1995.
- 7) Caruso G et al : Monitoring of fracture calluses with color Doppler sonography. *J Clin Ultrasound*, 28 : 20-27, 2000.

# 高校野球投手における原テストと投球スタイルの関連

## The Relationship Between Hara's Test and Pitching Style in High School Baseball Pitchers

---

設楽 仁 <sup>1)</sup>	Hitoshi Shitara	小林 勉 <sup>1)</sup>	Tsutomu Kobayashi
山本 敦史 <sup>1)</sup>	Atsushi Yamamoto	田鹿 毅 <sup>1)</sup>	Tsuyoshi Tajika
大澤 敏久 <sup>2)</sup>	Toshihisa Osawa	高岸 憲二 <sup>1)</sup>	Kenji Takagishi

---

### ● Key words

原テスト, 野球, 投球スタイル  
Hara test : Baseball : Pitching style

### ● 要旨

平成22年度のオフシーズンにメディカルチェックを施行した高校野球投手132名を対象とし直球と変化球の割合を調査し, 原テストとの関連について検討した. 直球の割合の平均を参考に投球全体の直球使用率が60%を上回る直球群と40%以下の変化球群, その中間の中間群の3群に分け, 野球経験年数, 原テストの陽性率, 陽性項目の合計点について各群間の比較検討を行った. 各群の構成は, 直球群55名, 中間群70名, 変化球群7名であった. 変化球群は直球中間群に比べ, 有意に野球経験年数が長く, 直球群や中間群に比べ有意にImpingement陽性率が高かった.

### はじめに

われわれはこれまでに原テストを高校野球投手のメディカルチェックに用い, 多くの知見を報告してきた<sup>1~4)</sup>. 原テストと投球フォームに関する報告は散見された<sup>5, 6)</sup>が, 原テストと投球の球種に関する報告は渉猟できなかつた. 投手がもっている球種により, さまざまな投球スタイルが存在するが, 原テストで把握しうる肩関節のコンディションに関わる

種々の要素がこの投球スタイルに関係するとした仮説を立て, 原テストと投球スタイルに関する検討を行なった.

本研究の目的は原テストと投球スタイルとの関連を明らかにすることである.

### 方 法

平成22年度のオフシーズンにメディカルチェックを施行した高校野球投手132名を対象とした. 評価

---

設楽 仁  
〒371-8511 前橋市昭和町3-39-22  
群馬大学大学院医学系研究科整形外科  
TEL 027-220-8269

- 1) 群馬大学大学院医学系研究科整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Gunma University Graduate School of Medicine
- 2) 国立病院機構高崎総合医療センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Takasaki General Medical Center

項目は野球経験年数、投球スタイルおよび原テストで、投球スタイルは直球と変化球の割合で調査した。原テストは① Spine scapula distance (SSD), ②下垂位外旋筋力 (ISP), ③下垂位内旋筋力 (SSC), ④下垂位から30°外転位までの外転筋力 (SSP), ⑤インピンジメント徴候 (Impingement), ⑥ Combined abduction test (CAT), ⑦ Horizontal flexion test (HFT), ⑧ Elbow extension test (ET), ⑨ Elbow push test (EPT), ⑩肩関節不安定症 (loose), ⑪ Hyper external rotation test (HERT) の11項目を評価した。投球スタイルの調査の結果より、直球の割合の平均を参考に投球全体の直球使用率が60%を上回る直球群と40%以下の変化球群, 40%以上60%以下の中間群の3群に分け、原テストの各項目の陽性率、陽性項目の合計点について、Pearsonの $\chi^2$ 乗検定および一元配置分散分析および post-hoc test (Bonferroni) 統計学的検討を行なった。有意水準は5%未満とした。

## 結 果

試合で投球する直球の割合は、全体では平均63.8%だった。この平均値を基に分けた3群の構成は、直球群55名、中間群70名、変化球群7名であった。野球経験年数は直球群では平均7.7年、中間群では平均8.7年、変化球群では平均9.1年で、各群間に有意差を認めた ( $p=0.009$ )。Post-hoc testで変化球群

が中間群と比べ有意に野球経験年数が長かった ( $p=0.014$ )。原テストは Impingement のみ各群間に有意差を認めた ( $p=0.013$ )。Post-hoc testでは変化球群が中間群および直球群に比べ有意に陽性率が高かった (それぞれ  $p=0.009, 0.031$ )。また、原テストの陽性合計点は直球群で平均3.4点、中間群で3.3点、変化球群で平均3.4点と各群間で有意差を認めなかった ( $p=0.873$ ) (表1)。

## 考 察

投球の球種や身体コンディションは投球数、投球メカニクスとともに若年者の投球障害の危険因子として報告されている<sup>7)</sup>。このことから、野球選手のコンディショニングの評価に有用な原テストと球種に何らかの関連があるという仮説を基に研究を行なった。原テストと投球の球種に関する報告は渉猟できず、本研究は本邦で初めての報告である。

### 1. 球種と肩関節障害

カーブの投球は肩関節痛のリスクを52%上昇させると Lymanら<sup>8)</sup>が報告している。しかしながら、球種と投球のバイオメカニクスに関する先行研究で、Fleisigら<sup>9)</sup>は大学生投手を対象に直球、カーブ、チェンジアップ、スライダー投球時の Shoulder internal rotation torque, Shoulder horizontal adduction torque, Shoulder proximal force を比較し、スライ

表1 原テストの陽性率

	直球 (%)	中間 (%)	変化球 (%)	p 値
SSD	27.3	17.1	28.6	0.362
ISP	45.5	41.4	28.6	0.675
SSC	1.8	4.3	14.3	0.253
SSP	18.2	21.4	0	0.379
Impingement	1.8	0	14.3	0.013*
CAT	90.9	91.4	85.7	0.882
HFT	94.5	91.4	85.7	0.637
ET	14.5	24.3	14.3	0.371
EPT	43.6	37.1	28.6	0.636
Loose	3.6	4.3	14.3	0.439
HERT	1.8	2.9	0	0.851

\*有意差あり ( $p<0.05$ )。

ダーおよび直球が最も肩関節への影響が大きかったが、その差はわずかであり、スライダーや直球がほかの球種と比較して肩へ有害であるとはいえないと報告している。また Dunら<sup>10)</sup>は平均12歳の投手を対象に直球、カーブ、チェンジアップを比較し、Shoulder internal rotation torque, Shoulder horizontal adduction torque, Shoulder proximal forceのいずれも、直球が最も大きく、次にカーブが大きく、チェンジアップが最も小さかったと報告しており、球種と肩関節障害に関するこれまでの報告は一定の見解を得ていない。しかし、カーブが直球に比べ肩関節へ有害とはいえず、球種より投球数のほうがより投球障害に関与している可能性があると考えられる<sup>10)</sup>。

本研究では変化球群の変化球の球種の詳細な問診がなされていないものの、変化球群で有意に Impingement 陽性率が高く、変化球の反復動作によって肩峰下での impingement を引き起こす何らかの病態が存在する可能性が考えられた。球種が肩関節へ与える影響は少ないことを支持するバイオメカニクスの先行研究は一時的な現象の考察であり、変化球の反復動作によって Impingement を引き起こす何らかの病態が起こす可能性が考えられた。

## 2. 投球と筋疲労

球種と筋疲労の関連を示した報告は渉猟できなかったが、田崎ら<sup>11)</sup>の高校野球投手を対象とした試合の直前・直後の肩関節に関わる筋力の検討によると、試合後では内旋筋力は有意に低下していたと報告されている。

また、Sirotaら<sup>12)</sup>はプロ野球選手を対象に投球後には外旋筋力低下が起こることを報告している。本研究では各群間で原テストの筋力評価である SSP, ISP, SSC は有意差を認めず、球種が筋力低下に与える影響が少ないことが推察された。

## 3. 投球と筋代謝

球種と筋代謝の関連を示した報告は渉猟できなかったが、篠崎ら<sup>13)</sup>、須藤ら<sup>14, 15)</sup>は大学野球選手を対象に、FDG-PETを用いて投球動作における棘上筋、棘下筋、肩甲下筋、上腕二頭筋、三角筋の standardized uptake value (SUV) を測定し、野球経験が6年

以上の選手に比べ、6年未満の選手では投球動作により棘下筋、肩甲下筋、上腕二頭筋、三角筋の SUV 変化の割合が有意に増加していたと報告している。野球経験が豊富な選手ほど棘下筋、肩甲下筋、上腕二頭筋、三角筋の筋代謝は有意に少なく、遠心性運動を中心とした効率の良い投球動作を行なっている可能性を示唆している。本研究では各群間で野球経験年数に有意差を認めたものの、対象の野球経験年数は各群ともに平均6年以上であり、原テストの筋力に関する項目で各群間に有意な差が得られなかったと思われた。

本研究の問題点として、投球数および球種の詳細な調査ができていないこと、メディカルチェックと最終投球の間隔が一定でないことなどがあげられる。今後は、これらを留意し、さらに球種と肩関節コンディションに関する原テストを中心とした評価結果との関係を明らかにしていきたい。

## 結 語

平成22年度のオフシーズンにメディカルチェックを施行した高校野球投手132名を対象とし、直球と変化球の割合(投球スタイル)を調査し、原テストとの関連について検討した。変化球群は中間群に比べ、有意に野球経験年数が長く、直球群や中間群に比べ有意に Impingement 陽性率が高かった。

## 文 献

- 1) 大沢敏久ほか：原テストによる高校野球投手のメディカルチェック。肩関節, 31: 437-439, 2007.
- 2) 大沢敏久ほか：原テストによる高校野球投手のメディカルチェック—第2報—。肩関節, 32: 687-690, 2008.
- 3) 設楽 仁ほか：投球障害肩に対する原テストの Spine-scapula distance (SSD) と理学所見の関係。整スポ会誌, 29: 270, 2009.
- 4) 小林 勉ほか：投球障害に対する原テストと理学所見の関係の検討。肩関節, 34: 138, 2009.
- 5) 吉田雅人ほか：少年野球選手の原テストによるメディカルチェックと投球フォームとの関連。整スポ会誌, 30: 266, 2010.



- 6) 吉田雅人ほか：少年野球選手の原テストによるメデイカルチェックと投球フォームとの関連. JOSKAS, 36 : 306, 2011.
- 7) Andrews JR et al : How many pitches should I allow my child to throw? USA Baseball News. April 1996 : 5.
- 8) Lyman S et al : Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. Med Sci Sports Exerc, 33 : 1803-1810, 2001.
- 9) Fleisig GS et al : Kinetic Comparison Among the Fastball, Curveball, Change-up, and Slider in Collegiate Baseball Pitchers. Am J Sports Med, 34 : 423-430, 2006.
- 10) Dun S et al : A Biomechanical Comparison of Youth Baseball Pitches Is the Curveball Potentially Harmful? Am J Sports Med, 36 : 686-692, 2009.
- 11) 田崎 篤ほか：投球障害肩の危険因子としての筋疲労と位置覚低下. 肩関節, 34 : 873-877, 2010.
- 12) Sirota SC et al : An Eccentric- and Concentric-Strength Profile of Shoulder External and Internal Rotator Muscles in Professional Baseball Pitchers. Am J Sports Med, 25 : 59-64, 1997.
- 13) 篠崎哲也ほか：整形外科領域における FDG-PET の基礎と臨床 投球動作における FDG-PET を用いた肩関節周囲筋代謝の評価. 関節外科, 27 : 367-371, 2008.
- 14) 須藤執道ほか：投球動作における肩関節周囲筋の筋代謝解析—FDG-PET を用いて—. 日整会誌, 81 : S180, 2007.
- 15) 須藤執道ほか：FDG-PET を用いた投球動作における肩関節周囲筋の評価. 運動療物理療, 17 : 120, 2008.

# 下肢アライメントと膝関節回旋トルクとの関係性の性差

## Relationship Between Tibial Rotation Strength and Alignment of Lower Extremity

金子 雅明<sup>1~3)</sup> Masaaki Kaneko 三谷 玄弥<sup>3, 4)</sup> Genya Mitani  
桜庭 景植<sup>1)</sup> Keishoku Sakuraba

### ● Key words

Tibial rotation strength : Lower extremity alignment : Knee joint

### ● 要旨

膝関節屈伸時の脛骨回旋運動は、骨などの静的安定要素と筋などの動的安定要素によって調節される。しかし、膝関節回旋機能については、いまだ未解決な点が多い。そこで本研究は、下肢アライメントと膝関節回旋トルクとの関係性を検討した。対象は、健常成人17名とした。下肢アライメントはQ-angle・立位Q-angle (STQ)・下腿外旋角・動的Q-angle (DNQ)を計測し、下腿内旋/外旋筋力との関連分析を行なった。女性では、下腿内旋筋力が小さいこととSTQ・DNQが大きいことに相関がみられた。よって、女性の解剖学的特徴はSTQ・DNQと下腿内旋筋力に影響を与えることが示され、膝関節のスポーツ障害予防には、膝関節回旋制御の特徴を考えたアプローチを行なうことが有効である可能性が示唆された。

### はじめに

膝関節の関節運動は、矢状面上の屈曲/伸展運動と、移動角度は小さいが水平面上の内旋/外旋の軸回旋運動がある<sup>1)</sup>。膝関節屈曲/伸展時の軸回旋運動は、脛骨および大腿骨顆の形状により、屈曲時に脛骨内旋が生じ、伸展時では脛骨外旋が生じてい

る<sup>1)</sup>。脛骨回旋運動は、骨・関節包・靭帯・半月板などの静的安定要素や、内旋/外旋運動に作用する筋などの動的安定要素によって調節されている。

歩く・走る・飛ぶ・着地するなどの下肢動作を行なっている間、関節には圧縮・伸張・屈曲・回旋・剪断という物理的なストレスがかかる<sup>2)</sup>。膝関節回旋機能の破綻は、物理的なストレスを回避するのに不都合な状態であることから、変形性膝関節症や前

金子雅明  
〒980-8574 仙台市青葉区星陵町1-1  
東北大学病院リハビリテーション部  
TEL 022-717-7677

- 1) 順天堂大学大学院医学研究科スポーツ医学  
Department of Sports Medicine, Graduate School of Medicine, Juntendo University
- 2) 東北大学病院リハビリテーション部  
Department of Rehabilitation, Tohoku University Hospital
- 3) 東湘健診医院  
Toshokenshin Medical Clinic
- 4) 東海大学医学部付属大磯病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Tokai University Oiso Hospital

十字靭帯 (Anterior Cruciate Ligament : ACL) 損傷などの膝関節損傷に関与しているとされる<sup>3~5)</sup>。とくに女性は、男性に比べ膝関節の回旋可動性が大きく、しかも stiffness が低下している。このことは、女性における ACL 損傷の受傷率を高める1つの要因であると考えられている<sup>5)</sup>。しかし、膝関節回旋機能については、バイオメカニクスからの検討がなされているものの、いまだ未解決な点が多い。

そこで本研究では、膝関節の回旋運動を制御し、膝関節の安定化に関与する半腱様筋や薄筋などの下腿内旋筋や大腿二頭筋などの下腿外旋筋の筋力と、膝蓋大腿関節障害や ACL 損傷などの下肢障害のリスクファクターの1つとして報告される下肢アライメント、主に脛骨回旋位に影響される Q-angle・下腿外旋角との関係性<sup>6~8)</sup>の性差について明らかにすることを目的とする。

## 対 象

対象は、下肢に運動器疾患のない健常成人17名 (男性8名, 女性9名) とした。年齢は  $26.8 \pm 3.1$  歳 (平均  $\pm$  標準偏差), 身長は  $167.8 \pm 5.6$  cm, 体重は  $57.1 \pm 5.9$  kg であった。すべての被験者には、事前に研究の目的や測定内容を口頭と書面にて十分説明を行ない、同意を得た。

## 方 法

### 1. 下肢アライメントの測定

測定側は、左下肢とした。下肢アライメント測定は、静的下肢アライメントと動的下肢アライメントに分け実施した。静的下肢アライメントは、Q-angle (Supine Q-angle : SPQ), 立位 Q-angle (Standing Q-angle : STQ), 下腿外旋角の3項目とした。動的下肢アライメントは、左片脚立位から膝関節  $30^\circ$  屈曲した肢位での動的立位 Q-angle (Dynamic Q-angle : DNQ) とした。

SPQ は、関節角度計を用いて上前腸骨棘と膝蓋骨中央と脛骨粗面を結ぶ線のなす角を計測した。STQ は、両足間を 20 cm, 踵骨中央と第2趾先端を揃えた立位を保持し、関節角度計を用いて上前腸骨棘-膝蓋骨中央-脛骨粗面を結ぶ線のなす角を計測した<sup>9)</sup>。

下腿外旋角は、腹臥位にて股関節屈曲伸展  $0^\circ$ , 内外旋  $0^\circ$ , 内外転  $0^\circ$ , 足関節背底屈  $0^\circ$ , 膝関節屈曲  $90^\circ$  に位置し、関節角度計を用いて大腿軸と足関節内外顆を結ぶ線のなす角を計測した<sup>6)</sup>。

DNQ は、被験者の上前腸骨棘, 膝蓋骨中央, 脛骨粗面にマーカーを貼付し, 左片脚立位から膝関節  $30^\circ$  屈曲した肢位を保持させた。両上肢は、バランス保持の影響を少なくするため、胸の前で組むように指示した。撮影は、市販のデジタルカメラ (FinePix Z100fd FUJIFILM 社製) を使用し正面から行なった。被験者とデジタルカメラとの距離は、ズーム機能を使用せずに、被験者の剣状突起以下が画面上に納まる位置として 3 m を設定した。角度解析は、画像解析ソフト ImageJ を使用し、上前腸骨棘-膝蓋骨中央-脛骨粗面を結ぶ線のなす角度を計測した (図1)。なお、すべての下肢アライメント測定は3回行ない、その平均値を解析値とした。

### 2. 下腿内旋/外旋筋力の測定

下腿内旋/外旋筋力測定は、等速性筋力測定機器 Cybex NORM (Lumex 社製) を使用した。被験者は、準備運動として立位体前屈による大腿二頭筋および腹臥位での大腿直筋の静的ストレッチを 30 秒間、そ



図1 動的 Q-angle の計測方法

表1 下肢アライメント項目および下腿回旋筋力の性差による比較

	男性	女性
Q-angle (°)	12.3±4.7	18.8±5.0*
立位 Q-angle (°)	12.1±6.7	22.0±6.0*
下腿外旋角 (°)	114.6±8.6	116.2±9.3
動的 Q-angle (°)	11.4±9.2	20.5±5.5*
下腿内旋筋力 (Nm/kg)	43.4±12.9	33.8±8.3
下腿外旋筋力 (Nm/kg)	45.7±11.5	35.8±6.6
内外比	0.9±0.1	1.0±0.3

mean±SDで示す。\* :  $p < 0.05$

表2 全被験者における下肢アライメント項目と下腿回旋筋力との相関関係

	内旋筋力 (Nm/kg)	外旋筋力 (Nm/kg)	内外比
Q-angle (°)	-0.29	-0.20	-0.09
立位 Q-angle (°)	-0.45	-0.34	-0.14
下腿外旋角 (°)	0.13	0.03	0.17
動的 Q-angle (°)	-0.26	-0.07	-0.20

相関関係 (r) \* :  $p < 0.05$

それぞれ3回行なわせた。測定肢位は、Hester and Falkelらの方法<sup>10)</sup>に準じ、背臥位にて左側股関節屈曲60°、膝関節屈曲90°に設定し、専用の足部アタッチメントに足関節底背屈中間位で固定した。また、骨盤および大腿部は固定ベルトを用いて十分に固定した。

スクワットや着地などの動作の際には、下腿回旋運動が生じており、その回旋量は膝関節屈曲や外反の程度や速度などに影響を受けるとされる。このことから、筋力測定は角速度60 deg/secを利用し下腿回旋動作時の回旋トルクを算出することとした。測定は、説明と練習を十分に行なった後、角速度60 deg/secにて最大下腿外旋位から最大下腿内旋位までの範囲を5回反復した。各測定間には、90秒間の休憩を入れた。下腿内旋/外旋筋力は、5回反復中の最大ピークトルク値を体重で除した値(最大ピークトルク値/体重×100: 体重比トルク値 (Nm/kg))を用い、下腿内旋/外旋筋力 (Nm/kg) および内旋筋力に対する外旋筋力の比率(内外比)を算出した。

### 3. 統計処理

各データは平均値±標準偏差で示した。男女間の下肢アライメント測定項目と下腿内旋/外旋筋力との比較には、対応のないt検定を用いた。また、下腿内旋/外旋筋力と下肢アライメントの各測定項目

との関連分析には、Pearsonの積率相関係数を用いた。統計学的有意水準は、危険率5%未満とした。統計解析ソフトは、SPSS 11.0 J for Windowsを用いた。

## 結 果

全被験者の下肢アライメント項目は、SPQ 15.6±5.8°、STQ 17.1±8.0°、下腿外旋角115.4±8.7°、DNQ 16.0±8.7°であった。下腿内旋/外旋筋力および内外比は、下腿内旋筋力 38.6±11.6Nm/kg、下腿外旋筋力 40.8±10.4Nm/kg、内外比1.0±0.2であった。

下肢アライメント項目および下腿内旋/外旋筋力の男女間の比較は、表1に示した。比較検討の結果、SPQでは、女性(18.8±5.0°)が男性(12.3±4.7°)に比べ有意に大きい角度を示した( $p < 0.05$ )。また、STQでは、女性は22.0±6.0°、男性は12.1±6.7°であり、DNQでは、女性(20.5±5.5°)が男性(11.4±9.2°)に比べ有意に大きい角度を示した( $p < 0.05$ )。

全被験者における下肢アライメント項目と下腿内旋/外旋筋力との関係では、有意な相関はみられなかった(表2)。男性および女性における下肢アライメント項目と下腿内旋/外旋筋力との関係は、表3, 4に示した。男性では、下肢アライメント項目と下腿内旋/外旋筋力との間に有意な相関はみられな



表3 男性における下肢アライメント項目と下腿回旋筋力との相関関係

	内旋筋力 (Nm/kg)	外旋筋力 (Nm/kg)	内外比
Q-angle (°)	0.03	0.22	-0.24
立位 Q-angle (°)	0.02	0.13	-0.14
下腿外旋角 (°)	0.03	0.12	-0.18
動的 Q-angle (°)	0.26	0.48	-0.30

相関関係 (r) \* :  $p < 0.05$

表4 女性における下肢アライメント項目と下腿回旋筋力との相関関係

	内旋筋力 (Nm/kg)	外旋筋力 (Nm/kg)	内外比
Q-angle (°)	-0.20	0.05	-0.17
立位 Q-angle (°)	-0.76*	-0.39	-0.35
下腿外旋角 (°)	0.43	0.06	0.32
動的 Q-angle (°)	-0.82*	-0.42	-0.41

立位 Q-angle および動的 Q-angle と下腿内旋筋力との相関がみられた。

相関関係 (r) \* :  $p < 0.05$

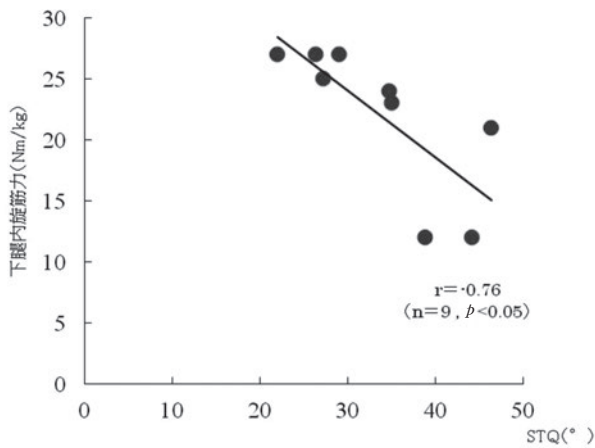


図2 女性の下腿内旋筋力と STQ との関係  
下腿内旋筋力と STQ の間には有意な相関がみられた ( $n=9, r=-0.76, p<0.05$ )。このことから、下腿内旋筋力が大きいほど STQ が減少することが示された。

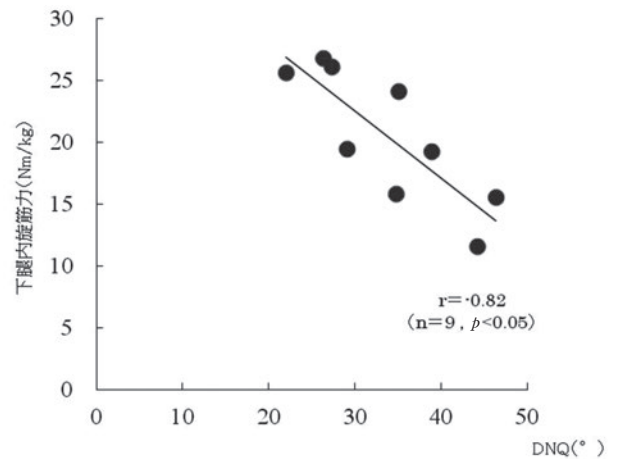


図3 女性の下腿内旋筋力と DNQ との関係  
下腿内旋筋力と DNQ の間には有意な相関がみられた ( $n=9, r=-0.82, p<0.05$ )。このことから、下腿内旋筋力が大きいほど DNQ が減少することが示された。

った。女性では、STQ が大きいと下腿内旋筋力が小さくなるという負の相関がみられ ( $r = -0.76, p < 0.05$ ) (図2), DNQ もまた、下腿内旋筋力との間に負の相関がみられた ( $r = -0.82, p < 0.05$ ) (図3)。

### 考 察

Q-angle は、前額面における大腿四頭筋の作用軸を示す指標であり、男性に比べ女性のほうが大きな

角度を有する。Q-angle の増加は、膝蓋骨を外方に誘導し、膝蓋骨と大腿骨間の圧迫力を増加させることや膝蓋骨の外方脱臼など膝蓋大腿関節に障害が起るとされる<sup>11)</sup>。Q-angle を増加させる要因には、大きな骨盤幅、短い大腿骨、大腿骨前捻角や股関節内旋可動域の増加、膝関節外反角度や脛骨外旋角度の増加などが報告されている<sup>7,8)</sup>。これらの要因から Q-angle は、前額面と水平面上の動きが組み合わさった指標であることがわかる。多くの膝関節損傷は、

前額面と水平面の動きが組み合わさった状況で起こるとされ<sup>12)</sup>、ゆえにQ-angleは、膝蓋大腿関節障害やACL損傷などの下肢障害のリスクファクターの1つとして報告されることが示唆される。

今回、下腿内旋／外旋筋力と下肢アライメントとの関連分析の結果、女性では、下腿内旋筋力が小さいこととSTQ・DNQが大きいことに相関がみられた。このことから男女の解剖学的特徴の違いは、STQ・DNQだけでなく、動的場面において過度な下腿内旋および外旋を制動する<sup>11)</sup>下腿回旋筋の筋力にも影響を与え、女性では、下腿内旋筋が膝関節の回旋制御機能に大きく関与していることが考えられた。

Zhangらによると、下腿内旋／外旋筋力測定時の筋活動は、下腿内旋運動で内側ハムストリング、下腿外旋運動では大腿二頭筋が増加すると報告される<sup>13)</sup>。つまり、女性では、STQとDNQが大きい場合に、内側ハムストリングなどの下腿内旋筋群の活動が低下していることが示唆される。内側ハムストリングは、下腿外旋に拮抗する作用と膝関節外反にともなう膝関節内側関節面の離開に対し制動する作用がある<sup>14)</sup>。よって、下腿内旋筋力が小さいこととSTQ・DNQが大きいことに相関がみられたことから、女性の膝蓋大腿関節障害などのスポーツ障害予防では、下腿内旋作用を有する筋群の活動を高めることや、大腿が外旋すると相対的に脛骨が内旋するという下肢運動連鎖<sup>15)</sup>を意識したアプローチを行ない、Q-angleを小さくさせる運動を取り入れることが必要であると考えられる。

以上のことから、女性の解剖学的特徴は、STQ・DNQと膝関節回旋制御に作用する下腿内旋筋力に影響を与えることが示された。ゆえに女性では、膝蓋大腿関節障害などのスポーツ障害予防には、膝関節回旋制御の特徴を考えたアプローチを行なうことが必要であることが示唆された。

## 結 語

本研究では、膝関節回旋応力に関係する下腿内旋／外旋筋の筋力と、Q-angle・下腿外旋角などの下肢アライメントとの関係について着目し、膝関節回旋制御機能の性差を明らかにすることを目的した。そ

の結果、女性では、下腿内旋筋力が膝関節の回旋制御機能に大きく関与していることが示唆された。ゆえに、膝蓋大腿関節障害などのスポーツ障害予防には、膝関節回旋制御の特徴を考えたアプローチを行なうことが必要であることが示唆された。

## 文 献

- 1) Kaoandji AI : カパンジー機能解剖学. 塩田悦仁訳, 医歯薬出版株式会社, 東京 : 66-155, 2010.
- 2) 浦辺幸夫 : スポーツ動作からみたアライメントコントロール. 整外と災外, 41 : 1237-1247, 1998.
- 3) 林 正典ほか : OA 及び RA 膝における回旋運動の動作解析. 中部整災誌, 37 : 65-66, 1994.
- 4) Scanlan S et al : Difference in tibial rotation during walking in ACL reconstructed and healthy contralateral knees. J Biomech, 43 : 1817-1822, 2010.
- 5) Hsu WH et al : Differences in torsional joint stiffness of the knee between dengers. Am J Sports Med, 34 : 765-770, 1993.
- 6) 田辺知宏ほか : 同側半腱様筋腱と薄筋腱を用いた膝前十字靭帯再建術後の膝自動屈曲時において下腿の外旋を示した1例. 東京膝関節会誌, 19 : 66-68, 1998.
- 7) Pantano K et al : Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. Clin Biomech, 20 : 966-972, 2005.
- 8) Nguyen A et al : Relationships between lower extremity alignment and the Quadriceps angle. Clin J Sport Med, 19 : 201-206, 2009.
- 9) Nguyen A et al : Sex difference in clinical measures of lower extremity alignment. J Orthop Sports Phys Ther, 37 : 389-397, 2007.
- 10) Hester J et al : Isokinetic evaluation of tibial rotation : Assesment of a stabilization technique. J Orthop Sports Phys Ther, 6 : 46-51, 1984.
- 11) Muller W : 膝 形態・機能と靭帯再建術. 新

- 名正由訳, シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京 : 69-86, 1989.
- 12) Shulz S, et al : The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight bearing perturbation. *J Athl Train*, 41 : 251-259, 2006.
- 13) Zhang L et al : Multiaxis muscle strength in ACL deficient and reconstructed knees : compensatory mechanism. *American college of sports medicine*, 34 : 2-8, 2002.
- 14) Hewett TE et al : Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. *Am J Sports Med*, 33 : 492-501, 2005.
- 15) Scott WN : 膝の外科. 久保俊一訳, 金芳堂, 東京 : 86-98, 2007.

# 膝後十字靭帯再建術と高位脛骨骨切り術を同時に施行した1例

## Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Combined with Opening Wedge High Tibial Osteotomy -A Case Report-

小林美由希<sup>1)</sup> Miyuki Kobayashi 三谷 玄弥<sup>2)</sup> Genya Mitani  
高垣 智紀<sup>1)</sup> Tomonori Takagaki 中村 豊<sup>3)</sup> Yutaka Nakamura  
持田 譲治<sup>1)</sup> Joji Mochida

### ● Key words

後十字靭帯損傷, 後外側支持機構  
Opening wedge high tibial osteotomy

### ● 要旨

PCL 損傷および後外側支持機構損傷後の機能不全により生じた, 比較的若年者の内反変形を伴う変形性膝関節症に対する治療を検討した. 症例は48歳男性. 26年前に転落外傷後より膝関節の不安定感を自覚していたが放置していた. その後徐々に疼痛および不安定感が増悪したため当院紹介受診となり, 精査にて上記診断となったため Opening wedge 高位脛骨骨切り術と PCL 再建術を同時に施行し短期成績ではあるが良好な結果を得た.

### はじめに

近年, 手術技術やリハビリテーションの改良に伴い, 靭帯再建の成績は向上し, 主に保存的治療が選択されてきた後十字靭帯(以下 PCL) 損傷に対しても再建術の適応が拡大しつつある. 今回われわれは PCL 損傷および後外側支持機構(以下 PLC) 損傷後の機能不全により生じた変形性膝関節症(以下 OA)

に対し, Opening wedge 高位脛骨骨切り術(以下 OWHTO)と PCL 再建術を同時に施行した1例を経験し, 良好な結果を得たので, 文献的考察を加え報告する.

### 症 例

48歳男性. 26年前に転落外傷後より膝関節の不安定感を自覚していたが放置していた. その後徐々

小林美由希  
〒259-1193 伊勢原市下糟屋143  
東海大学医学部外科学系整形外科学  
TEL 0463-93-1121

- 1) 東海大学医学部外科学系整形外科学  
Department of Orthopaedic Surgery, Surgical Science, Tokai University School of Medicine
- 2) 東海大学医学部附属大磯病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Tokai University Oiso Hospital
- 3) 東海大学体育学部生涯スポーツ学科  
Department of Physician Recreation, School of Physical Education, Tokai University



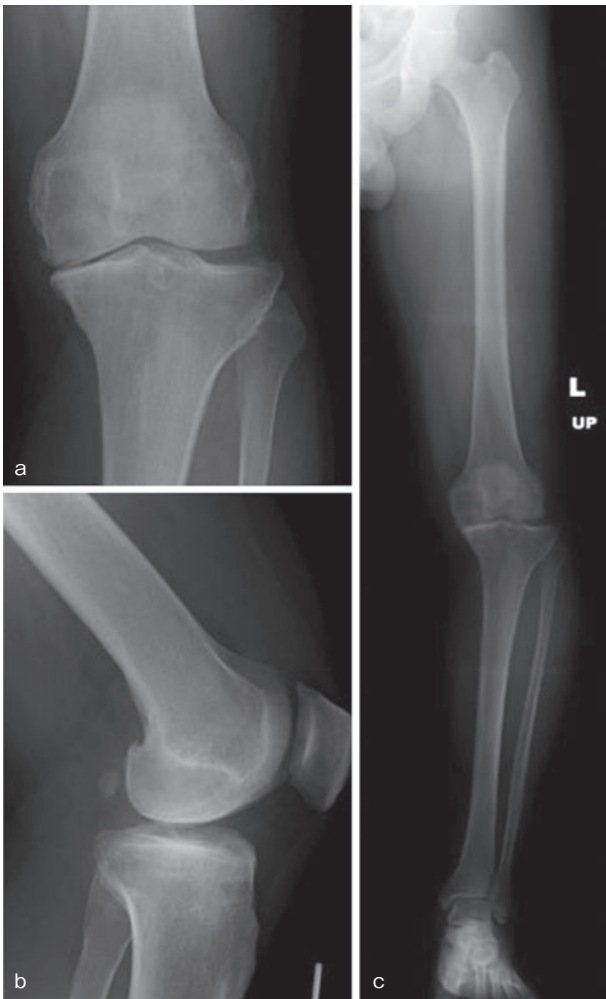


図1 術前膝関節単純X線像  
 a: 正面像, 内側関節裂隙の狭小化および骨棘形成を認める。  
 b: 側面像, 広範な関節症性変化を認める。  
 c: 下肢全長, 内反変形を認める。

に疼痛, 不安定感が増悪したため当院紹介受診となった。

既往歴, 家族歴には特記すべきものはなかった。

初診時身体所見上, 荷重時膝関節痛および膝蓋跳動を認め膝関節は著明な内反変形を呈していた。膝関節可動域は $0^{\circ}$ ~ $130^{\circ}$ と制限されており, tibia posterior sagging sign陽性, 後方引出サイン強陽性, dial test陽性であった。Lysholm score 40点, IKDC score 37.9点, 日整会 OA 膝治療成績判定基準(以下 JOA) 85点, Knee society score(以下 KSS) 50点であった。

膝関節単純X線像では(図1)内側関節裂隙の狭小化および骨棘形成を認め, FTA  $186^{\circ}$ の内反変形により Mikulitz 線は膝正中より内側を通過していた。MRI 所見は T2 強調画像で内側コンパートメントに広範な関節症性変化と PCL の描出不良が認められた(図2)。

初診時現症および画像所見より長期の PCL および PLC 機能不全に続発した OA の診断にて受傷 26 年後に手術を施行した。

術中の関節鏡所見では(図3)内側コンパートメントに広範な軟骨下骨の露出を認めた。PCL は断裂し消失していた。胡座位にて外側関節裂隙の開大(Gap sign)を認め PLC 損傷が疑われた。外側コンパートメントの軟骨および半月板は保たれており前十字靭帯(以下 ACL)の損傷は認めなかった。まず OWHTO を施行。矯正角は荷重軸が外側顆間隆起を通過するように術中に確認し  $16^{\circ}$  とした。開大部には  $\beta$ -TCP (オステリオン: 60 OLYMPUS 社) を充填し内固定材料には SYNTHES 社 TomoFix<sup>TM</sup> を用いた。続いて同側の半腱様筋腱と薄筋腱を用いて解剖学的 bi-socket PCL 再建術を施行した。固定には大腿骨側は Smith & Nephew 社 endobutton CL<sup>®</sup>, 脛骨側はメイラ社 DSP<sup>®</sup> を用いた(図4)。

術後のリハビリテーションは術後 2 週シーネ固定の後, 屈曲  $90^{\circ}$  制限での可動域訓練を開始した。また術後 4 週から部分荷重を開始し 6 週で全荷重歩行を許可した。

術後 1 年において単純 X 線所見では内側関節裂隙において開大はなく骨癒合も良好であった。同時期に抜釘を施行するとともに関節内を観察した。術中の関節鏡所見(図5)としては, 再建した PCL の緊張は良好であり, また関節症性変化の進行はなく, むしろ内側コンパートメントにおいては再生軟骨がおおい, 改善が認められた。

術後 20 ヶ月の最終経過観察時現在, 膝関節痛および後方不安定性は著明に軽減し, Lysholm score 40 点から 91 点, IKDC score 37.9 点から 73 点, JOA score 85 点から 100 点, KSS 50 点から 91.2 点と改善した。

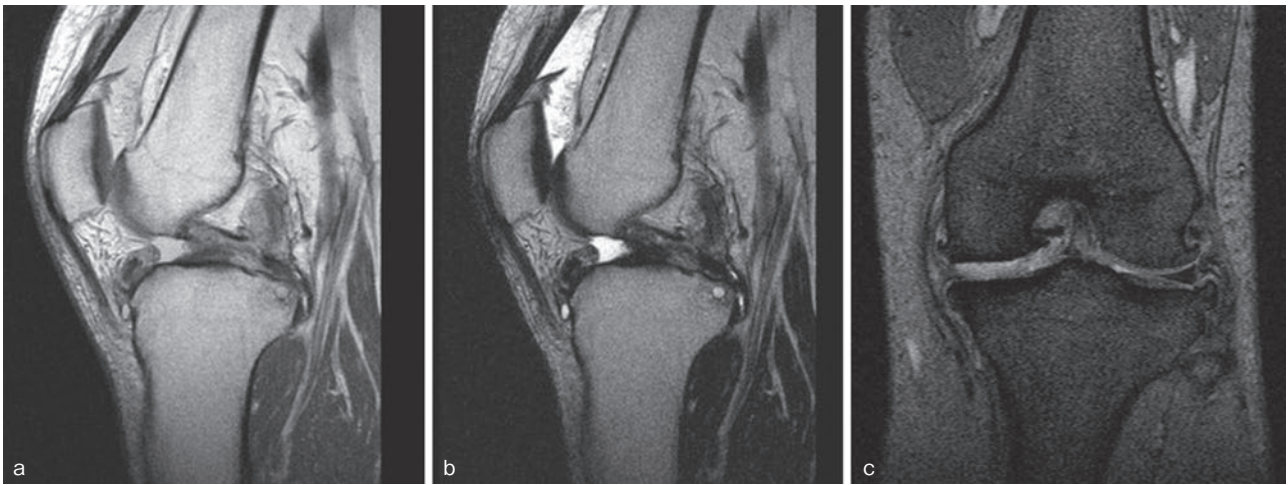


図2 術前 MRI 所見  
a : T1 強調画像, PCL の描出不良.  
b : T2 強調画像, PCL の描出不良.  
c : T2 強調画像, 内側コンパートメントの著明な関節症性変化.

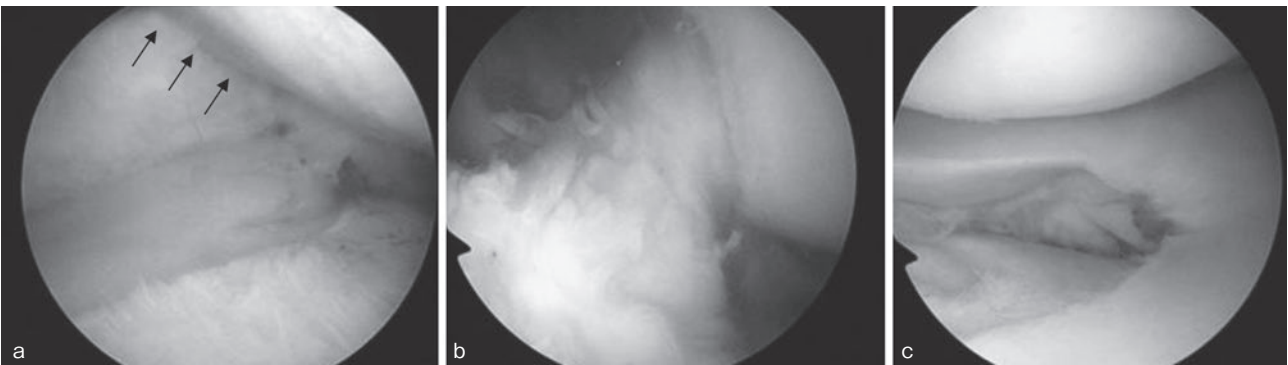


図3 関節鏡所見  
a : 内側コンパートメント. 広範な軟骨下骨の損傷 (矢印) を認める.  
b : ACL は保たれているが, PCL は断裂し消失している.  
c : 後側コンパートメント. 外側関節裂隙の開大.

## 考 察

PCL 損傷はこれまで保存的療法が選択されることも多く, その理由として PCL 再建の手技が煩雑で再建靱帯が killer turn という過酷な条件におかれるため緩み, 再断裂をきたしやすいといった手術手技自体の煩雑さがあること, また保存的治療によって日常生活やスポーツ activity がある程度得られるという特性から, ACL 再建と比較しさほど積極的に施

行されてこなかった経緯がある. Patel ら<sup>1)</sup>も急性期でかつ PCL の単独損傷の場合には保存療法によって十分な改善が得られるとしている. しかし愁訴が膝不安定性に由来すると考えられる陳旧例や PCL 損傷に複合靱帯損傷, とくに PLC 損傷を合併している場合, 保存療法では十分な結果が得られず靱帯再建を考慮する必要がある.

また, PLC 損傷の診断が MRI にても困難な理由として popliteus complex, arcuate ligament, fabellofibular ligament は MRI にても描出することが困難

であり、冠状斜面で評価しても PLC の構造の半分程度しか描出されないためと説明されている<sup>2,3)</sup>。

PCL 切離における後外側不安定性に対する PLC の関与について Kaneda ら<sup>4)</sup> は死体膝において回旋動揺性の検討を行ない、PCL のみの断裂では回旋角の増大は認められないが PLC の損傷が加わると優位に回旋角が増加することを報告している。また本症例のように PLC 損傷を合併した PCL を含む複合靭帯損傷において滝ら<sup>5)</sup> は、重力や下腿モーメントの影響を大きく受け保存的に適切な関節アライメン

トを保持することは容易ではないと指摘しており、装具療法にても内反不安定性が改善した例はなく早期からの手術療法を選択することを奨励している。

一方、慢性の膝関節不安定性が残る症例に対する HTO の有用性が近年注目されており、Arthur<sup>6)</sup> は PCL 損傷の陳旧例のうち徐々に進行する内反膝に対しては治療の第一選択として HTO が有効であったことを述べている。また PCL 損傷および PLC の複合靭帯損傷における内反膝の治療に対して Savarese<sup>7)</sup> らは、HTO では後脛骨の傾斜(矢状面)を膝の生態学的にも関節の安定性からも変えることができ、とくに OWHTO は前脛骨面の移動によって後脛骨の傾斜を増加させ、膝の不安定性も固定しアライメントを修復できることから非常に効果的で確実な術式であると報告している<sup>8-10)</sup>。

HTO は自身の関節を温存しつつ疼痛の軽減が可能なよい術式ではあるが、外側楔状閉鎖式で行なう場合、脚短縮や長い後療法、骨切りに伴う腓骨神経や血管損傷などの欠点がある。

しかし今回施行した OWHTO は脚短縮がなく腓骨の骨切りが不要であることから、その合併症が少ないなどの利点がある。また Takeuchi<sup>11)</sup> らは早期荷重による後療法短縮が可能であることも述べ、当領域では活動性の高い内側型 OA の若年者にも慎重に適応を広げ良好な術後成績を得ている。

HTO と靭帯再建を含む軟部組織の修復を同時に施行するか、あるいは二期的に施行するかについては今後も検討の余地はあるが、宮武ら<sup>12)</sup> は膝十字靭帯損傷による前後不安定性が生じた患者に OA に伴



図4 術後膝関節単純 X 線像  
a: 正面像, 内側関節裂隙の開大もなく骨融合も良好であった。  
b: 側面像, 骨融合も良好であった。

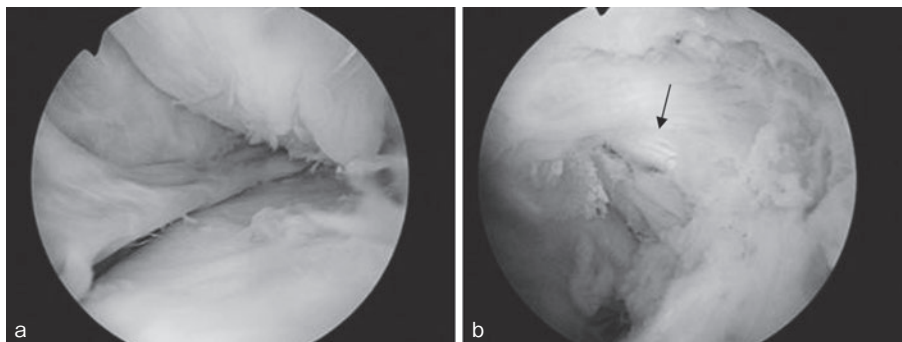


図5 術後1年の関節鏡所見  
a: 内側コンパートメント, 軟骨面の著明な改善を認めた。  
b: 再建した PCL (矢印), 緊張も良好であった。



う内反変形が進行した場合や、反対に OA 膝に靭帯不全を合併した場合、HTO手術により下肢アライメントが矯正されても前後方向の不安定性残存による変形の進行が危惧されると述べている。そして、そのような病態に対し HTO と靭帯再建を同時に施行することが有用であることを報告している。加えてわれわれは ACL 再建術と OWHTO の combined surgery を積極的に行なっており、当領域の伊藤ら<sup>13)</sup>は ACL 再々建術と OWHTO においても良好な経過を得たと報告している。

以上を踏まえたうえで本症例の治療法を検討すると、本症例は比較的若年者で活動性があり陳旧例の PCL 損傷に PLC 損傷を合併した症状を伴う内側 OA であること。また Arthur らが述べているように<sup>6)</sup> OWHTO が陳旧例の PLC 不全に対する治療となりうることから、今回 PLC 再建は行わずに OWHTO と PCL 再建を同時に施行する方針とした。

短期成績ではあるが良好な経過を経ており、今度長期にわたる慎重な経過観察を要するが選択される治療法の 1 つであると考える。

## 文 献

- 1) Patel DV et al : The nonoperative treatment of acute, isolated (partial or complete) posterior cruciate ligament-deficient knees : an intermediate-term follow-up study. HSS J, 3 : 137-146, 2007.
- 2) Yu JS et al : Posterolateral aspect of the knee : improved MR imaging with a coronal oblique technique. Radiology, 198 : 199-204, 1996.
- 3) LaPrade RF et al : The magnetic resonance imaging appearance of individual structures of the posterolateral knee. A prospective study of normal knees and knees with surgically verified grade III injuries. Am J Sports Med, 28 : 191-199, 2000.
- 4) Kaneda Y et al : Experimental study on external tibial rotation of the knee. Am J Sports Med, 25 : 796-800, 1997.
- 5) 滝 正徳ほか : 膝複合靭帯損傷に対する保存的治療 後十字靭帯損傷合併例について. Orthopaedics, 20 : 67-72, 2007.
- 6) Arthur A et al : Proximal tibial opening wedge osteotomy as the initial treatment for chronic posterolateral corner deficiency in the varus knee : a prospective clinical study. Am J Sports Med, 35 : 1844-1850, 2007.
- 7) Savarese E et al : Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner. J Orthop Traumatol, 12 : 1-17, 2011.
- 8) Noyes FR et al : Opening Wedge tibial osteotomy : the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. Am J Sports Med, 33 : 378-387, 2005.
- 9) Rodner CM et al : Medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane : the effect of increasing tibial slope on tibiofemoral contact pressure. Am J Sports Med, 34 : 1431-1441, 2006.
- 10) Marti CB et al : Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy. Arthroscopy, 20 : 366-372, 2004.
- 11) Takeuchi R et al : Medial opening wedge high tibial osteotomy with early full weight bearing. Arthroscopy, 25 : 46-53, 2009.
- 12) 宮武 慎ほか : 膝十字靭帯再建と高位脛骨骨切り (HTO) の同時手術の手技と適応. 中国・四国整形外科学会雑誌, 9 : 366, 1997.
- 13) 伊藤 聡ほか : 変形性関節症を併発した膝前十字靭帯損傷の再々建術に高位脛骨骨切り術を同時に施行した一例. JOSKAS, 35 : 348-351, 2010.



# 少年野球選手の投球フォームの違いが 肘関節画像所見に与える影響

## The Relationship of the Radiological and Ultrasonographic Images of Medial Elbow with Throwing Forms in Youth Baseball Players

後藤 英之<sup>1)</sup> Hideyuki Goto      土屋 篤志<sup>2)</sup> Atsushi Tsuchiya  
 吉田 雅人<sup>1)</sup> Masahito Yoshida      西森 康浩<sup>1)</sup> Yasuhiro Nishimori  
 武長 徹也<sup>1)</sup> Tetsuya Takenaga      大塚 隆信<sup>1)</sup> Takanobu Otsuka

### ● Key Words

野球肘, 投球動作分析, 画像評価

Little league elbow : Throwing motion analysis : Image analysis

### ● 要旨

目的：投球フォームの違いが肘関節内側部障害発生のリスクとなるような画像変化をもたらすか調査した。

対象：対象は少年野球クラブチーム選手42名、平均11.1歳で、メディカルチェックで実施したX線および超音波検査で肘関節内側部の変化の有無と15点満点による投球フォームの評価を行なった。

結果：画像変化ありが20名、変化なしが22名で、フォーム点数は変化あり群が平均7.5点、変化なし群は平均6.1点で、変化あり群のほうがよかったが、変化あり群では投球相前半で適切な体幹、肩関節の運動ができるが、ボールリリース時の体幹の前傾が悪く、投球相後半で上肢の減速不良による肘内側部へのストレスの増加が示唆された。

### はじめに

一般に肘下がりなどの投球フォームは野球肘障害の発生リスクとされている。鈴江ら<sup>1)</sup>や岩瀬ら<sup>2)</sup>によると、少年野球選手における肘痛の既往者は46.4

%に及ぶとの報告があり、そのほとんどは肘内側部の痛みであるとされている。またX線学的には異常像は全体の18.1%に認められ、そのほとんどは上腕骨内側上顆に集中している。これら、野球肘障害の発生の要因の1つとして、不良な投球フォームがあげられる。すなわち、不十分な体幹の回旋や早期

後藤英之  
〒467-8601 名古屋市瑞穂区瑞穂町川澄1  
名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科  
TEL 052-853-8236/FAX 052-842-0266

1) 名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City Graduate School of Medical Science

2) 名鉄病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Meitetsu Hospital

の身体の開き、肘下がり、また体幹の不安定性などが肘へのストレス増加をもたらしていると考えられている<sup>3)</sup>。

そこで今回、投球フォームの違いが肘関節画像所見に与える影響を調査する目的で、少年野球選手の投球フォームを詳細に評価し、野球肘内側部障害を示唆するような肘関節画像所見の有無によって、投球フォームの違いや一定の特徴が認められるか検討したので報告する。

### 対象と方法

対象は肘関節痛を認めない少年野球クラブチームの所属選手42名で学年は小学4年生から中学1年生(平均11.1歳)で、メディカルチェック時の画像評価およびフォームチェックの調査に基づいて検討を行なった。画像評価は単純X線撮影および超音波検査を用いた。単純X線撮影は肘関節正面45°屈曲位像で肘内側上顆部の形態的異常を認めないものを変化なし、骨端線の開大や骨端核の肥大や分節化、裂離骨片様の所見を認めるものを変化ありとした<sup>4-6)</sup>(図1)。超音波検査としては、肘関節屈曲90°にて肘内側側副靭帯(UCL)の長軸像を撮像し評価した。使用機種はGE社製Logic 5 proで探触子は5-12MHzリニアプローブを使用した。画像評価としては、上腕骨内上顆および尺骨鉤状結節部の形態およびUCL

の形態および靭帯実質部のエコー輝度に異常を認めないものを画像所見変化なし、骨端核の分節化、裂離骨片様の所見や、UCLの靭帯内の低エコー像を認めるものを画像所見変化ありとした<sup>7)</sup>(図2)。単純X線変化あるいは超音波検査のいずれかで変化を認めたものを変化あり群、両者で変化を認めなかったものを変化なし群とした。投球フォームはホームビデオで側方からの投球フォームを撮影した。撮影に際しては十分にウォーミングアップスローをした後に、ネットスローを全力で3球行ない記録した。投球フォームを統一するため投手、野手に関わらずワインドアップスローを行なうよう指示した。使用したビデオ装置はフルハイビジョンビデオカメラ(Everio GZ-HD 620, JVC)でフレームレートは毎秒60フレーム(60i)で記録した。投球フォームをwind-up phase, early cocking phase, late cocking phase, acceleration phase, follow-through phaseの5つの投球相に分け、静止画像を作成した。Davisら<sup>8)</sup>が提唱するチェックポイントを参考に各相で3つのチェック項目を設け、合計15点満点のフォーム点とした。投球フォームのチェックポイントとして、wind-up phaseでは、1)体幹が後方へ倒れていないか(逆に前に傾いていないか)、2)足の上げた位置や方向は適当か(上げすぎ、後方へひねりすぎなど)、3)体幹の回旋は適切か(肩が水平で後方にひねられているか)、調査した。early cocking phaseでは、1)軸

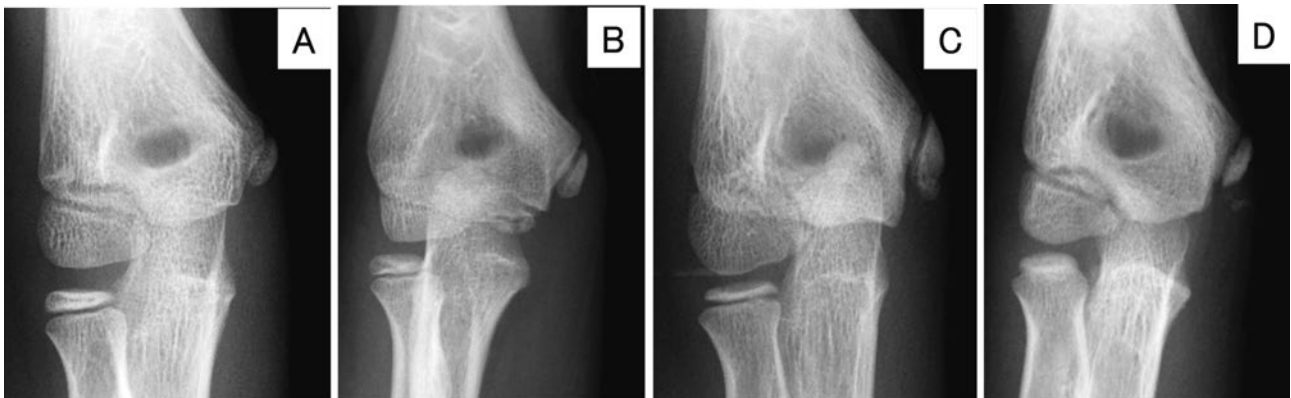


図1 肘関節単純X線検査による評価  
肘関節正面45°屈曲位像を用いて肘内側上顆部の変化を評価した。  
A：形態的に異常を認めないもの、B：骨端線の開大や骨端核の肥大を認めるもの、C：骨端核の分節化を認めるもの、D：裂離骨片様の所見を認めるもの

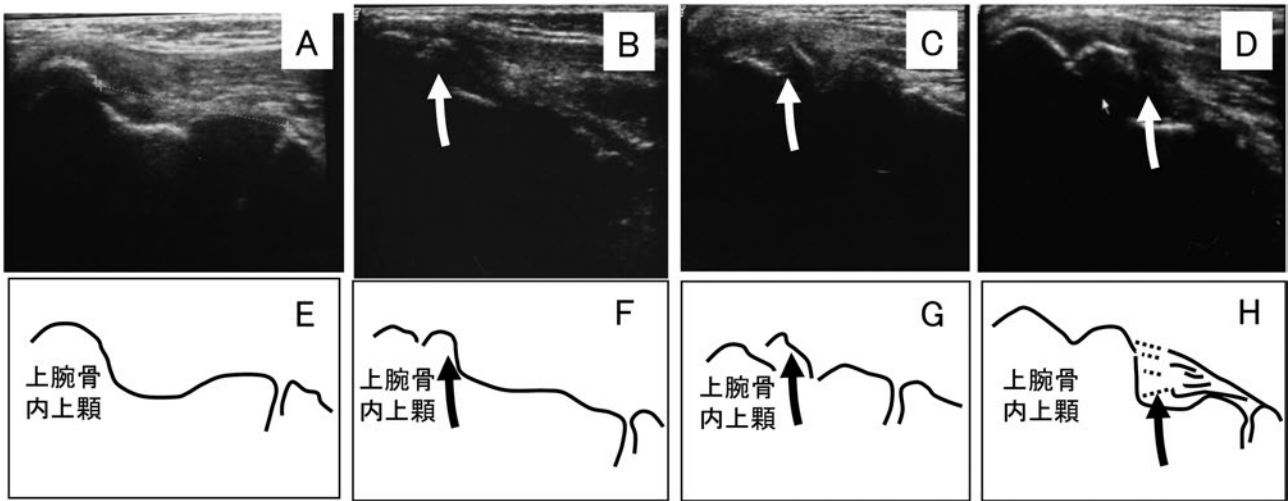


図2 肘関節内側部超音波断層検査による評価

肘関節屈曲90°にて肘内側側副靭帯の長軸像を撮像し評価した。

A：上腕骨内上顆および尺骨鉤状結節の形態および靭帯に異常を認めないもの、B：骨端核の分節化を認めるもの(矢印)、C：裂離骨片様の所見を認めるもの(矢印)、D：靭帯内の低エコー像を認めるもの(矢印)、E：Aのシェーマ、F：Bのシェーマ、G：Cのシェーマ、H：Dのシェーマ。

足の曲がりや適当で体幹の傾斜股関節の内旋ができているか、2) 殿部から向かっているか、3) 手の位置は適切か(回内/内旋)(適度に身体からはなれ、肘が伸びすぎないか)について、late cocking phaseでは、1) 投球側の肘の屈曲が十分であるか(頭よりも上の位置まで上げられているか)、2) 肘下がりはないか(肩のラインを結んでそれより下になっていないか)、3) 軸足の向きは適切か(フットコンタクトができおり、前方に向かっているか)についてチェックした。acceleration phaseでは、1) 前に体重がしっかりとのっているか、2) 投球側の肩が最大外旋位になっているか(体幹と直角となっているか)、3) 非投球側の手がたたみ込まれているか(胸の位置にあるか)、また follow-through phaseでは、1) 身体がしっかりと前傾しているか、2) 両脚が十分に曲がっているか、3) ボールを身体の前でリリースできているか(肘が軽度屈曲位、肩はゼロポジション)についてチェックを行なった。これらチェック項目をそれぞれ1点ずつ加算し合計15点満点での評価とした<sup>9)</sup>(図3)。投球フォームのチェックにあたっては、本法に精通した整形外科医師3名により実施し、2名以上の評価が一致したものを採用した。統計学的分析にはX線変化あり群と変化なし群について投球フォーム

の各相、各項目の平均値について、Mann-WhitneyのU検定を使用し、危険率は5%未満とした。

## 結 果

単純X線像あるいは超音波検査による画像評価で変化ありが20名で平均年齢は11.7歳(9~13歳)、変化なしが22名、平均年齢11.0歳(9~13歳)であった。ポジションでみると変化あり群は投手6名、捕手1名、内野手5名、外野手8名で、変化なし群は投手1名、捕手3名、内野手10名、外野手8名であり、変化なし群に比べて変化ありのほうが投手の割合が高い傾向にあった。画像所見と投球フォームチェックの結果では変化あり群は合計平均7.5点、変化なし群は平均6.1点と変化あり群のほうが有意に高い点数を示した。各投球相の点数を比較すると変化あり群のほうがearly cocking phaseで有意に高い点数を示した。また follow-through phaseを除くすべての投球相で変化あり群のほうが変化なしよりも高い点数を示した(表1)。各項目での点数をみると、変化あり群のほうがwind-up phaseでの体幹の回旋、脚の位置が良好で、early cocking phaseで投球側の前腕回内、肩内旋となり良好な位置となる率が

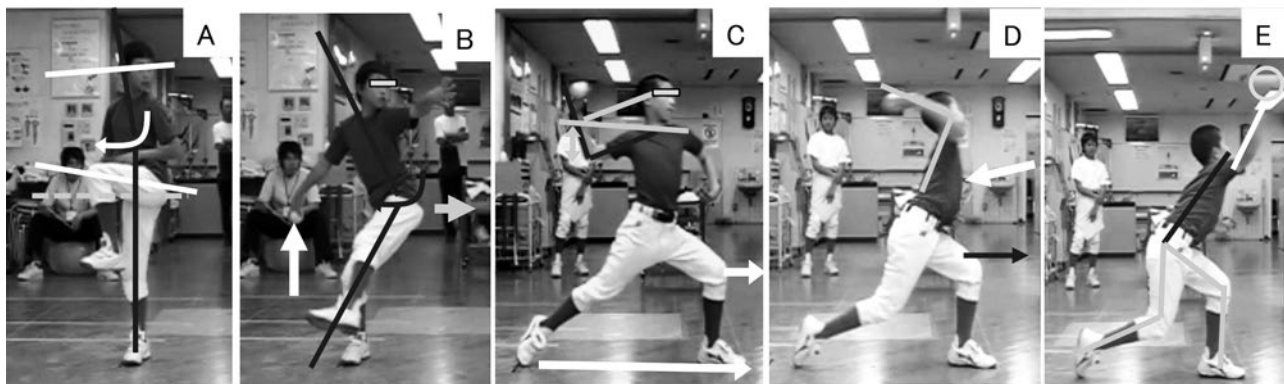


図3 各投球相におけるチェックポイント

A : Wind-up phase ; 1. 体幹の傾斜, 2. 下肢挙上の高さ, 3. 体幹の回旋, B : Early cocking phase ; 1. 体幹の傾斜 (股関節内旋), 2. 殿部の先行, 3. 投球側内旋回内, C : Late cocking phase ; 1. 投球側の肘屈曲, 2. 肘下がり, 3. 軸足膝の方向, D : Acceleration phase ; 1. 軸脚への荷重, 2. 投球側肩関節外旋, 3. 非投球側肘たたみ込み, E : Follow-through phase ; 1. 体幹前方傾斜, 2. 両下肢屈曲, 3. リリースの位置. これらチェック項目を合計して15点満点での評価を行なった.

表1 画像所見の変化の有無と各投球相の点数  
\*  $p < 0.05$

	画像変化あり (n=20)	画像変化なし (n=22)
Wind-up phase (点)	1.9	1.5
Early cocking phase (点)	1.4	0.9*
Late cocking phase (点)	1.6	1.2
Acceleration phase (点)	1.7	1.3
Follow-through phase (点)	1.0	1.1
合計 (点)	7.5	6.1*

高く. late cocking phaseでも非投球側の軸足の方向が良好で前方への体重移動が十分であったが, 一方で follow-through phaseにおいてボールリリース時の体幹の前傾の点数が著しく低かった. また, late cocking phaseにおける肘下がり, 肘の屈曲の程度では両群で有意差がなかった(図4).

### 考 察

野球肘内側部に生じる障害の原因としては, UCLの附着部である上腕骨内側上顆部が, 少年期においては, いまだ成長過程にあるとともに, 投球時のコッキング期における肘関節への外反ストレスが肘内側部への牽引力となってUCLに多大なストレス

をもたらすことがあげられる<sup>10, 11)</sup>. さらにこの際に肘下がりや肘屈曲不良, 肩内旋主体の投球などがストレスの増大をもたらすとされている<sup>12)</sup>. そこで, Davisら<sup>8)</sup>は肘へのストレスを減らす投球フォームとして, 殿部の先行や投球側のポジション, 肘の高さ, 身体, 肩の回旋, 前方への体重移動が重要であると指摘している. われわれもこれらをふまえ, 投球フォームチェックを行なっているが, 一連の動作を簡便に評価する目的で投球動作を各投球相に区分し静止画像での評価をすることにした. また投球動作は運動連鎖による一連の動きであるので, 各投球相の動作が次の投球相の動作に多大な影響をもたらしている可能性がある. そこでチェックする項目の選択にあたっては, 次の投球相の動作に関連しにくい独立した動作を可能な限り厳選し, 合計15項目の判定基準を設定した<sup>9)</sup>. これにより, 投球フォームをその合計点から総合的に判定することや, 各投球相あるいは, 各項目からその特徴を個別に評価するなど多彩な評価が可能となり, 選手の投球フォームをより詳細に把握することができた. また同時にメディカルチェックにおいて得られた肘関節画像所見を調査することにより, 障害予防の観点からみた“肘下がり”などの不適切な投球フォームが実際に肘関節の画像所見にどのような影響を及ぼすかを検討することができた. その結果, late cocking phaseに



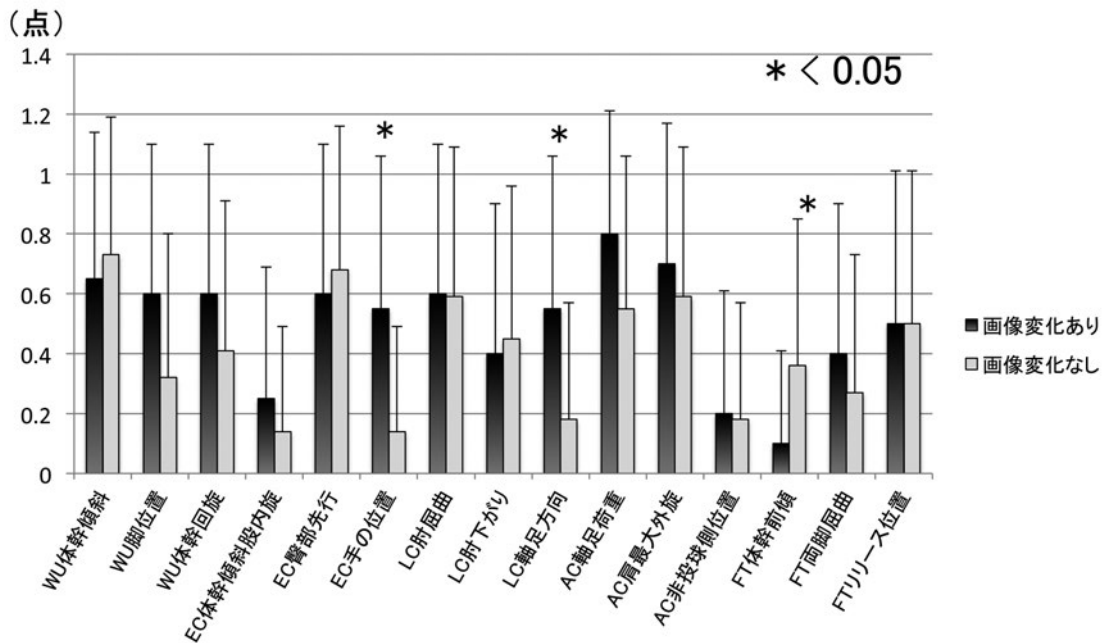


図4 フォームチェック各項目の点数

変化ありの方が early cocking phase における投球側の手の位置, late cocking phase における非投球側の軸足の方向が有意により点であったが, follow-through phase における体幹の前傾の点数が有意に低かった。WU : Wind-up phase, EC : Early cocking phase, LC : Late cocking phase, AC : Acceleration phase, FT : Follow through phase

における肘下がりや肘関節の屈曲不良については画像上の変化の有無とは関連がなく、両群間には明らかな差を認めなかった。もちろん、投球時における肘下がりや肘関節の屈曲不良は肘関節への外反ストレスを増大させる可能性がある<sup>10, 11)</sup>。事実プロ野球選手においてはlate cocking phaseにおける肘への外反トルクの高いフォームの選手のほうが、肘関節損傷の発生率が高いとの報告がある<sup>13)</sup>。しかし、肘関節への負荷の強さはearly cocking phaseまでに生み出される体幹運動および肩関節から伝達されるエネルギー量に影響を受けるものである。本研究での対象群では画像上の変化あり群、変化なし群いずれの群においてもearly cocking phaseにおける体幹動作の評価点数に大きなばらつきがあるとともに、極めて低い点数であった。よって、選手の中には“肘下がり”の投球フォームであっても、肘への外反ストレス負荷が肘関節の画像所見に変化を及ぼすほどの強度に達していない例もあった可能性がある。一方で、画像上変化があった群では投球相の前半ではむ

しろ適切な体幹、肩関節運動ができていたが、follow-through phaseでは不十分な体幹の前傾が認められた。このような投球動作では投球相の前半からlate cocking phaseにかけての体幹運動を中心とした運動連鎖が円滑に行なわれることによりその運動エネルギーが高まり、acceleration phaseにおける上肢の運動速度の増加をもたらす反面、follow-through phaseでの体幹の前傾が不十分であることによる上肢の減速動作が不良となり、肘関節の運動速度の増加と相まって、より肘関節へのストレスが増加している可能性がある。よって少年野球肘障害の発生予防にあたって投球フォームを指導、矯正する場合にはlate cocking phaseのみならず投球動作全体について評価するとともに、とくに投球相後半におけるスムーズな減速動作にも注目すべきであると考えられた。

また、投球フォーム矯正の過程で本法による評価でフォームの改善がある程度認められても、フォームの特徴によっては肘へのストレスがむしろ増加し

ている可能性も考慮して安易に投球許可をすべきではないと考えられた。

Haradaら<sup>14)</sup>は294名中肘関節画像所見の異常を認めた60名のリスクファクターを調査し、年齢、身長、ポジション、投球数、握力、肩関節の可動域や筋力との関連が高いと報告した。このように少年野球肘障害の原因には投球フォーム以外の多くの因子が関連している。本研究においても画像上変化あり群に投手が多い傾向にあり、投球数の違いによる肘関節への影響の可能性も考えられた。また、本研究では調査数が少ないこと、画像所見に影響を及ぼす因子は年齢(競技歴)の違い、ポジションの違いによる投球数の違いなど多様であること、投球フォームの評価を静止画像によって行なっていることの問題などがあげられる。また、実際の上肢にかかる負荷を想定する場合、投球相前半における体幹運動によってもたらされる運動エネルギー、上肢の運動速度や球速といった因子の影響を考慮しなければならない。今後これらの問題を考慮したうえでさらなる調査を進めていきたいと考えている。また、今回の投球フォームの調査項目は側面像からのみの評価であり、投球動作を十分に評価できていない可能性もある。今後正面からの評価も加えた検討も必要であると考え。

## 結 語

少年野球選手42名の投球フォームと肘単純X線または超音波画像所見の関係を調査した。投球フォームチェックの点数は画像変化あり群20名では、15点満点中平均7.5点、変化なし群22名では6.1点であった。肘下がりについては両群で有意差を認めなかった。画像変化あり群では投球相前半での体幹の使い方はよかったがfollow-through phaseでの体重移動の不良が認められる傾向があった。

**謝辞**：本研究を実施するにあたり選手のメディカルチェックに多大な協力を頂いた富田整形外科、富田眞壽生先生およびスタッフの方々に深謝致します。

## 文 献

- 1) 鈴江直人ほか：成長期のスポーツ肘障害。関節

外科, 25 : 65-69, 2006.

- 2) 岩瀬毅信ほか：スポーツ障害. 整形外科MOOK, No.27, 金原出版, 東京 : 61, 1983.
- 3) 駒井正彦ほか：投球動作における上肢のバイオメカニクス. 整災外科, 48 : 455-462, 2005.
- 4) Cain EL Jr. et al : Elbow injuries in throwing athletes : a current concepts review. Am J Sports Med, 31 : 621-635, 2003.
- 5) Chen FS et al : Medial elbow problems in the overhead-throwing athlete. J Am Acad Orthop Surg, 9 : 99-113, 2001.
- 6) Osbahr DC et al : Acute, avulsion fractures of the medial epicondyle while throwing in youth baseball players : a variant of Little League elbow. J Shoulder Elbow Surg, 19 : 951-957, 2010.
- 7) Goto H et al : Evaluation of the medial elbow injury in youth baseball players by valgus stress ultrasonotomography. J JaSOU, 22 : 14-20, 2010.
- 8) Davis JT et al : The effect of pitching biomechanics on the upper extremity in youth and adolescent baseball pitchers. Am J Sports Med, 37 : 1484-1491, 2009.
- 9) 後藤英之ほか：少年野球選手の投球フォームと肘関節単純X線所見の関係. 東海スポーツ傷害研究会誌, 29 : 56-58, 2011.
- 10) Fleisig GS et al : Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. Am J Sports Med, 23 : 233-239, 1995.
- 11) Morrey BF et al : Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. Am J Sports Med, 11 : 315-319, 1983.
- 12) 三原研一：バイオメカニクスと投球フォーム. 関節外科, 27 : 32-42, 2008.
- 13) Anz AW et al : Correlation of torque and elbow injury in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 38 : 1368-1374, 2010.
- 14) Harada M et al : Risk factors for elbow injuries among young baseball players. J Shoulder Elbow Surg, 19 : 502-507, 2010.

# サーキットピッチング練習の試用評価

## A Preliminary Trial of the Novel Pitching Exercise with Circuit Training

奈良 隆章<sup>1)</sup> Takaaki Nara  
川村 卓<sup>1)</sup> Takashi Kawamura

馬見塚尚孝<sup>2)</sup> Naotaka Mamizuka

### ● Key words

サーキット, ピッチング練習  
Keeping warm

### ●要旨

投手の冬季練習は、肩や肘の障害発生を危惧し、投球練習を控えるケースが散見される。一方、われわれは全身の保温を図るメニューを投球練習に介在させることにより(サーキットピッチング練習)、寒冷期も投球練習を効果的に実施できるとの仮説をもっている。そこで本研究では、某大学で試行したサーキットピッチング練習について試用評価を行なった。調査項目は、実施期間中の障害発生状況、投球速度の変化、本法に対する被検者の評価とした。本法実施期間において投球障害は発生せず、一部で投球速度の向上もみられた。本法についての被検者の評価も概ね良好であったことから、本法は投手の冬季練習の1つとして有効な方法であると考えられる。

### はじめに

投手の寒冷期の練習では投球練習の頻度や量を減らし、体づくりを中心とするプログラムを実施するのが一般的である<sup>1)</sup>。これは、シーズン中に生じた投球障害の治癒を促進する、気温の低下のため投球をするコンディションが維持できない、捕球時痛が強いことなどの理由によるものと推察される。

一方、投球練習を約3ヵ月もの間控えた場合、投球パフォーマンスの低下、オフシーズン終了後に投

球数が急増することに伴う投球障害リスクの増加、体力トレーニング中心のメニューが続くために飽きやすい、などの問題が懸念される。

われわれは、寒冷期に投球練習を完全に行なわないことは試合期におけるパフォーマンスの低下につながるかと危惧している。また、投球練習中に、全身の保温、柔軟性の維持を獲得するようなメニューを介在させることにより、寒冷期の投球練習を効果的に実施できるとの仮説をもっている。

そこで、われわれの研究グループではサーキットピッチング練習というトレーニングプログラムを考

奈良隆章  
〒305-8574 つくば市天王台1-1-1  
国立大学法人筑波大学体育系  
TEL/FAX 029-853-6336  
E-mail nara@taiiku.tsukuba.ac.jp

1) 筑波大学体育系  
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba  
2) 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  
University of Tsukuba, Mito Medical Center/Mito Kyodo Hospital

案した。サーキットピッチング練習とはピッチングやランニングをはじめ、筋力の向上を目的としたストレングストレーニング(腕立て伏せ、上体起こし、倒立、内転筋キープ)<sup>2)</sup>、関節可動域を広げることを目的としたストレッチング(開脚前屈、長座前屈、腕回し)<sup>2)</sup>、筋出力の向上を目的としたパワーエクササイズ(メディシンボール投げ、立ち幅跳び、スキップ)<sup>2)</sup>をサーキット・トレーニングの形式で組み込む練習方法である。

オフシーズンの投手のトレーニングにおいて肩周辺筋群の強化、基礎的な心肺機能を高めるための有酸素エクササイズ、柔軟性の向上を目的としたストレッチが重要とされていることから<sup>1)</sup>、それらを中心に毎回のメニューを決定した(表1)。

本研究では、某大学で試行したサーキットピッチング練習を紹介し、その試用評価を報告する。

## 方 法

某大学硬式野球部の投手5名(年齢19.0±1.0歳)を対象とした。なお、被検者には十分な説明を行ない、書面による同意を得たうえで本研究を行なった。本研究では平成22年12月2日から平成23年1月26日までの期間において、サーキットピッチング練習を合計15回実施した。調査項目は、障害の有無(2週に1回の頻度で調査を実施)、投球速度(本法導入前と導入後2ヵ月に計測)、サーキットピッチング練習の利点、欠点、改善点に関する被検者の評価(期

間終了後に実施)とした。被検者はサーキットピッチング練習以外にも、各種筋力トレーニング、ランニング、キャッチボールなどチーム全体で行なわれる練習メニューにも参加しており、本法はチーム全体で実施されるウォーミングアップおよびキャッチボール終了後に実施した。1種目あたりの時間は1分間とし、9種目合計9分間を1セットとした。1分間での投球数は12球とし、1セット中に2回ピッチングを含んだ。本法実施前には毎回キャッチボールを行なったが、急激に出力を高めて投球することによる障害の発生を回避するために、セット中1回目のピッチングでは6割程度の出力で、2回目のピッチングでは8割程度の出力で投球するよう指示をした。

## 結 果

### 1. 障害調査(表2)

本法導入前の平成22年12月2日の調査では投手Cが右膝に違和感を訴えた。投手A、投手B、投手D、投手Eにおいて障害は報告されなかった。導入後10日の平成22年12月15日の調査で障害は報告されなかった。導入後41日目の平成23年1月13日の調査では投手Aが右足底底部に痛みを、投手Cが右膝に痛みを、投手Eが右肩に違和感を訴えた。投手B、投手Dにおいて障害は報告されなかった。導入後51日目の平成23年1月26日の調査では投手Cが右膝に違和感を、投手D、投手Eが悪寒、発熱など

表1 実際に行なったメニュー

1set目				
①6割ピッチング(12球)	②8割ピッチング(12球)	③ラダー(2本)	④開脚前屈(時間内)	⑤腕立て伏せ(30回)
⑥反復横跳び(40回)	⑦30mダッシュ(2本)	⑧上体起こし(50回)	⑨腕回し(前後25回ずつ)	
2set目				
①6割ピッチング(12球)	②8割ピッチング(12球)	③スキップ(80m)	④開脚前屈(時間内)	⑤腕立て伏せ(30回)
⑥立ち幅跳び(時間内)	⑦スキップ(80m)	⑧メディシンボール投げ(7本)	⑨腕回し(前後25回ずつ)	
3set目				
①6割ピッチング(12球)	②8割ピッチング(12球)	③ボール間走(160m)	④開脚前屈(時間内)	⑤二重跳び(時間内)
⑥倒立(時間内)	⑦バック走(160m)	⑧内転筋キープ(時間内)	⑨腕回し(前後25回ずつ)	

※1種目60秒  
平成23年1月26日に実施した内容



表2 障害の発生について

	平成22年12月2日	平成22年12月15日	平成23年1月13日	平成23年1月26日
A	異常なし	異常なし	※右足足底部に痛み	異常なし
B	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
C	右膝の違和感	異常なし	※右膝に痛み	右膝に違和感
D	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
E	異常なし	異常なし	※右肩に違和感	異常なし

※…症状が原因で全メニューを消化できなかった場合

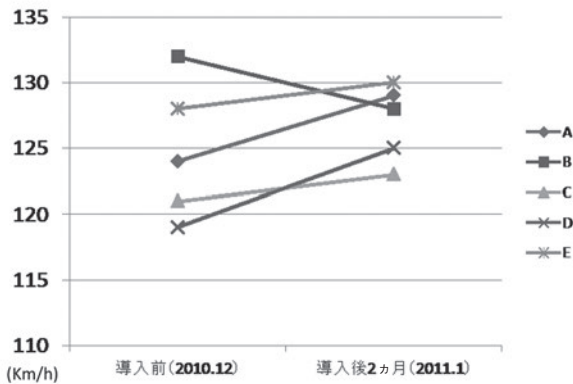
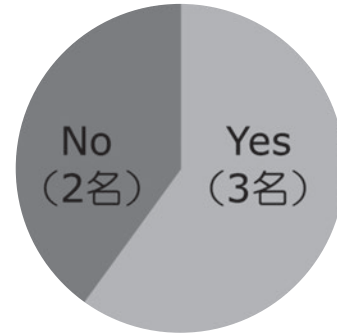


図1 投球速度の変化



サーキットピッチング練習を行なって、自身の体力や技術に変化を感じたか

図2 質問紙法調査の結果(問1)

の体調不良を訴えた。投手A、投手Bにおいて障害は報告されなかった。導入後41日目の平成23年1月13日の調査で報告された、投手Aの右足足底部の痛み(筋膜炎)、投手Cの右膝の痛み(疲労による症状)、投手Eの右肩の違和感(疲労による症状)を考慮しランニング種目、ピッチング種目の強度および内容を個別に変更したが、いずれも重度の障害ではなかった。また投球障害は報告されなかった。

### 2. 投球速度(図1)

本法導入前後の比較において、対象者5名のうち4名の投球速度が増加した。またそのうち2名の投球速度が5 km/h以上増加した。

### 3. 本法に関する各被検者の評価

問1の「サーキットピッチング練習を行なって、自身の体力や技術に変化を感じたか」では5例中3例が「はい」、2例が「いいえ」と回答した(図2)。

問2の「サーキット・トレーニングの中に投球練習が組み込まれていたことについて、どのように感

じたか」では5例中4例が「温まった状態で投球ができ、投げやすかった」、1例が「メニュー間で冷えてしまったので良いとは思わなかった」と回答した(図3)。

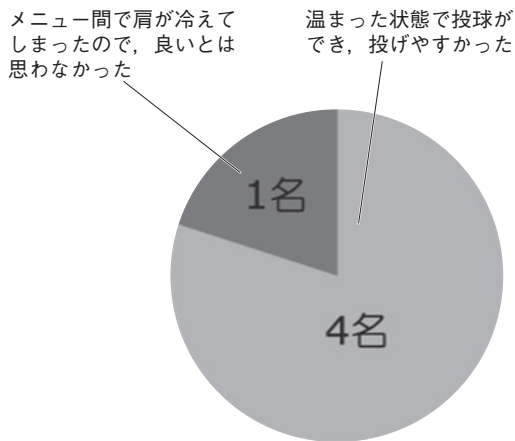
問3の「サーキットピッチング練習の良かった点は何か」では5例中2例が「全身をバランスよく鍛えられる点」、2例が「心肺機能を高められる点」、1例が「メリハリをつけられる点」と回答した(図4)。

問4の「サーキットピッチング練習の改善点は何か」では5例中4例が「1セットあたりの投球数が多すぎる点」と回答し、1例は未記入であった(図5)。

問5の「今後もサーキットピッチング練習を取り入れていきたいと思うか」では5例中2例が「冬季であれば取り入れたい」、2例が「投球数などを調整できるのであれば取り入れたい」、1例が「取り入れたくない」と回答した(図6)。

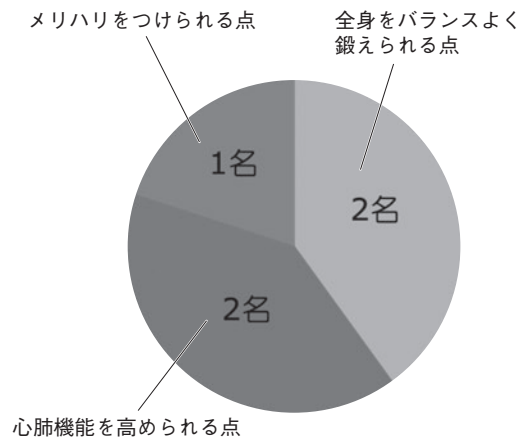
## 考 察

本研究では、寒冷期におけるサーキットピッチン



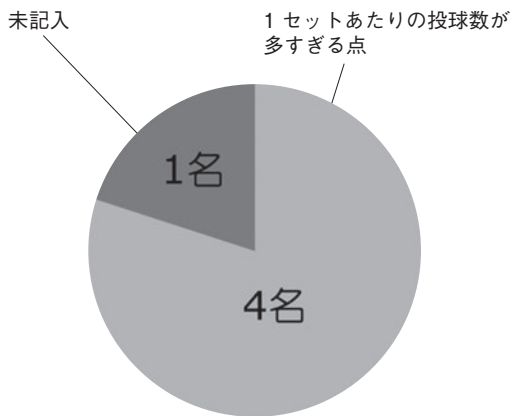
サーキットトレーニングの中に投球練習が組み込まれていたことについて、どのように感じたか

図3 質問紙法調査の結果(問2)



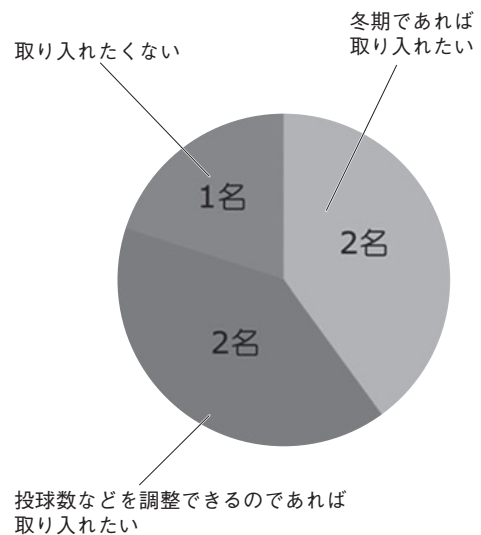
サーキットピッチング練習の良かった点は何か

図4 質問紙法調査の結果(問3)



サーキットピッチング練習の改善点は何か

図5 質問紙法調査の結果(問4)



今後もサーキットピッチング練習を取り入れていきたいと思うか

図6 質問紙法調査の結果(問5)

グ練習の施行は、投球障害を誘発しないこと、一部で投球速度の向上が認められたこと、選手の評価は概ね良好であったことを報告した。

寒冷期の投球練習についての研究報告は渉猟した限りではなく、本研究が最初の報告である。サーキットピッチング練習を考案した背景としては、1)末梢神経伝導速度や筋線維伝導速度は皮膚温や筋温に影響を強く受けるため<sup>3,4)</sup>、ピッチング練習のように

コンディショニングの影響を強く受ける運動は、身体の保温が重要である、2)練習内容を分散させることで、特定の部位へストレスが集中することを抑制し、過労性障害を減らすことができる、3)寒冷期にピッチング練習を行なうことによって技術の維持に努めることが有効ではないかとの仮説があげられる。

Todnemらは、皮膚温が32℃以下になると1℃の低下で2m/s末梢神経伝導速度が低下すると報告し

ている<sup>3)</sup>。また、Grayらは筋線維伝導速度は筋温の低下によって減少し、関節位置覚もアイシングによって低下すると述べている<sup>4)</sup>。すなわち、寒冷期の練習では、皮膚温や筋温の低下を抑制することは、ハイレベルなパフォーマンスでのトレーニングにおいて重要な要素であると推察し、われわれはこれを“keeping warm (仮説)”と称して、寒冷期のパフォーマンス維持・向上・障害予防を達成するための重要な考え方として提案している。

また、サーキット・トレーニングは1953年にLeeds大学のMorganとAdamsonによって考案されたトレーニング方法であり、筋および呼吸・循環器系の発達を促進、負荷漸増の原理を適用、個人のレベルに適合した負荷を設定し、同時に多数の者がトレーニング可能といった特徴がある<sup>5,6)</sup>。さらに体力の各構成要素(筋力、スピード、パワー、筋持久力、全身持久力など)を基礎的に養成する簡便な方法として有用であることが報告されている<sup>7-12)</sup>。また、障害予防の観点からみると、多くの種類のトレーニングメニューで構成されることは、局所への負荷の低減にもつながり、過労性障害の抑制にも効果があるものと推察する。このように、サーキットピッチング練習は、寒冷期の投球練習を可能とし、障害予防を図りつつパフォーマンスの向上をめざすことができる練習方法として考案した。

質問紙法調査の結果から、keeping warm (仮説)の考え方や練習内容の分散による効果などは概ね実現できたものと考えられる。一方、問題点としては、1分間の投球数(12球)が多いことがあげられた。これは寒冷期に投球間隔を空けることが身体の冷却につながることを危惧して設定したものだが、5例中4例が問題としており今後の改善を必要とする。今後同様の練習を取り入れるかどうかという質問に対しては、5例中4例が取り入れると答え、練習メニューとしての有用性があると推察された。本研究の限界として、投球のメカニクス改善への貢献が不明であること、本法以外にチームで計画されたメニューも消化したため、今回の調査結果が必ずしもサーキットピッチング練習の効果と確認できないことがあげられる。

本研究では、寒冷期に安全にピッチング練習を行なうことを目的として考案した方法であるが、短時

間に効率良くさまざまな練習メニューを消化することが可能であるという利点もある。ピッチング練習だけではなく、守備練習や打撃練習もサーキット・トレーニングの中に組み込むことも可能であり、短時間に体力トレーニングも含めて技術トレーニングを行ないたいときに有用であろう。

このように本研究では、寒冷期であっても投球練習を安全に実施できる可能性があることを示唆した。

## 結 語

- 1) サーキットピッチング練習は投手の冬季練習の1つとして有効な方法であると考えられる。
- 2) 本研究の限界として、投球のメカニクス改善への貢献が不明であること、本法以外にチームで計画されたメニューも消化したため、今回の調査結果が必ずしもサーキットピッチング練習の効果と確認できないことがあげられる。

## 文 献

- 1) 葛原憲治：野球におけるコンディショニング，東邦学誌，34：13-27，2005.
- 2) Thomas R et al：NSCA 決定版ストレングストレーニング&コンディショニング，ブックハウスHD，東京：73-87，327-355，357-411，2010.
- 3) Todnem K et al：The non-linear relationship between nerve conduction velocity and skin temperature. J Neurol Neurosurg Psychiatry，52：497-501，1989.
- 4) Gray SR et al：Skeletal muscle ATP turnover and muscle fiber conduction velocity are elevated at higher muscle temperatures during maximal power output development in humans. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol，290：R376-382，2006.
- 5) Morgan RE et al：Circuit training. G. Bell and Sons, London：31-42，1957.
- 6) Manfred S et al：Circuit training. Sportverlag Berlin, Berlin：8-9，1986.
- 7) 太田雅夫ほか：サーキット・トレーニングによるトレーニング効果に関する基礎的研究。法政

- 大学体育研究センター紀要, 11:1-11, 1993.
- 8) 小原史朗:サーキット・トレーニング方法における身体的運動負荷について—有酸素性作業能力の向上を主目的とした相対的時間条件と生理的強度の関係について—. 愛知工業大学研究報告教養関係論文集, 17A:49-58, 1982.
  - 9) 三浦康暢ほか:標準型サーキット・トレーニング(Circuit Training)における Maximum Repetitions 値の分析. スポーツ方法学研究, 2:16-31, 1989.
  - 10) 内田英二ほか:週1回8週間のサーキット・トレーニングが大学生の体力および感情に与える影響. 体育学研究, 51:11-20, 2006.
  - 11) 内田英二:サーキット形式のレジスタンストレーニングが筋力および身体組成の変化に及ぼす影響. 國學院短期大学紀要, 16:83-92, 1998.
  - 12) 内田英二ほか:サーキット・トレーニングにおける動作様式の違いが最大反復回数および心拍数に及ぼす影響. 北海道スポーツ医・科学雑誌, 8:23-28, 2000.



# ACL 再建術後患者のスポーツ活動における 半月板への影響

## Effect to Meniscus of Sports Player with Reconstructed ACL

玉井 孝司 Koji Tamai 小松 猛 Takeshi Komatsu  
坂中 秀樹 Hideki Sakanaka

### ● Key words

前十字靭帯, 半月板, スポーツ活動, MRI (磁気共鳴画像装置)  
Anterior cruciate ligament : Meniscus : Sports activity :  
MRI (Magnetic Resonance Imaging system)

### ●要旨

ACL再建術後患者のスポーツ活動における半月板への影響を検討した。鏡視下 ACL再建術を施行した症例のうち最終診察時 MRIで半月板に何らかの輝度変化を認めた22例23膝に対して、スポーツ復帰状況、最終調査時の臨床成績、半月板 MRI所見の推移を検討した。スポーツ復帰状況は22例中完全復帰16例、最終調査時臨床成績は平均 Lysholm score 95.6点と概ね良好な成績であった。MRI所見の推移は、内側半月21膝、外側半月5半月に輝度異常を認めた。とくに、術後輝度変化増悪、術後半月板症状出現はともに内側半月板に多い傾向となり、定期的な MRI 観察は半月板損傷の早期発見に有用であると考えられた。

### はじめに

前十字靭帯 (anterior cruciate ligament : 以下、ACL) 断裂の多くはスポーツ活動中に受傷し、患者は ACL再建術後もスポーツ活動への復帰を希望する。しかし、ACL再建術後にスポーツ復帰を果たした患者の長期観察を行なうと、ACL不全症状を認めないにも関わらず、半月板由来と思われる疼痛の訴

えを聴取することがある。今回、われわれは ACL再建術後患者のスポーツ活動における半月板への影響を検討したので報告する。

### 対象および方法

2006年から2010年までに当院にて鏡視下 ACL再建術を施行した54膝のうち、半月板症状の有無に関わらず、最終診察時 MRIで半月板に何らかの輝

度変化や形態変化を認めた症例を対象とした。症例は22例23膝(男性14例14膝, 女性8例9膝)であり, 手術時平均年齢は21.8歳(15~47歳), ACL再建術から最終MRI撮像までの平均期間は22.3ヵ月(6ヵ月~60ヵ月)であった。検討方法は各症例のスポーツ復帰状況, 最終調査時の臨床成績, ACL再建術以降の半月板におけるMRI所見の推移をretrospectiveに検討した。臨床成績はLysholm score<sup>1)</sup>を用いて評価し, MRIでの半月板評価はMink分類<sup>2)</sup>, もしくは, 輝度の明らかな変化により判定した。

対象症例のACL再建術に関しては, 全例, 自家多重折ハムストリング筋腱を用い, 一重束再建術9膝, 解剖学的二重束再建術14膝であった。術後リハビリテーションは, 2日目よりCPMを用いた関節可動域訓練開始, 2週後より全荷重での歩行許可(半月板縫合例は3週間から許可), 術後3ヵ月頃よりジョギング開始, 術後6~8ヵ月を目処にスポーツ復帰許可, というメニューで行なった。また, 術後定期診察時においては, 再建ACL観察目的に術後3ヵ月, 6ヵ月, 12ヵ月, 24ヵ月後にMRI撮像を行ない, 臨床症状と併せて評価した。

## 結 果

スポーツ復帰状況は, 22例中16例が受傷前のレベルでプレーが可能, 1例がレベルを落としてプレ

ー中, 2例が半月板症状の出現にてプレー休止中, 1例が復帰訓練中, 2例は不明であった。

ACL再建時の半月板への処置は対象症例23膝中, 半月板縫合を併施した症例8膝(Repair群, 以降R群), 部分切除もしくはラスピングを併施した症例10膝(Meniscectomy群, 以降M群), 半月板に術中鏡視で明らかな異常を認めず処置を行なわなかった症例5膝(No treatment群, 以降NT群)であった(表1)

術後の平均Lysholm scoreは95.6点であり, 諸家の報告<sup>3)</sup>と同様に良好な成績であった。各群のLysholm scoreはR群92.6点, M群97.9点, NT群94.6点となり, 一元配置分散分析にて各群間の統計学的有意差は認めなかった。

術後半月板症状の推移であるが, 半月板由来の自覚症状あり9膝(R群5膝, M群3膝, NT群1膝), 症状なし14膝であった。また, 輝度異常を認める半月板であるが, 内側半月板21半月(R群7半月, M群9半月, NT群5半月)に対して, 外側半月板5半月(R群1半月, M群3半月, NT群1半月)という結果となった(表2)。さらに, 半月板輝度変化と症状の推移について各群で検討すると, ACL再建術後の半月板輝度変化の増悪, ACL術後半月板症状出現はともに内側半月板に多い傾向となった(表3)

表1 各群の術前半月板症状

		MRI上輝度異常を認めた半月	処置を行なった半月板
Repair 群 (n=8)	内側半月板	7半月	7半月
	外側半月板	2半月	2半月
Meniscec 群 (n=10)	内側半月板	3半月	1半月
	外側半月板	9半月	9半月
No treatment 群 (n=5)	内側半月板	1半月	
	外側半月板	3半月	

表2 各群の術後 Lysholm score, 術後半月板症状

	Lysholm score	半月板由来の自覚症状		輝度異常を認める半月板	
Repair 群 (n=8)	92.6	あり5膝	なし3膝	内側7半月	外側1半月
Meniscec 群 (n=10)	97.9	あり3膝	なし7膝	内側9半月	外側3半月
No treatment 群 (n=5)	94.6	あり1膝	なし4膝	内側5半月	外側1半月
総症例 (n=23)	95.6	あり9膝	なし14膝	内側21半月	外側5半月

表3 M群, NT群の輝度変化, 症状を呈した半月板内訳

		最終 MRI の輝度変化	術後に輝度変化が増悪した半月	半月板症状あり
Meniscec 群 (n = 10)	内側半月板	9 半月	6 半月	3 半月
	外側半月板	3 半月	0 半月	0 半月
No treatment 群 (n = 5)	内側半月板	5 半月	4 半月	1 半月
	外側半月板	1 半月	1 半月	0 半月

症例供覧

症例：34歳，女性。

Tegner activity scale 6

(Recreational sports tennis).

テニスプレー中に左膝を捻り受傷。理学所見，MRIにて ACL 断裂と診断。半月板は Mink 分類 grade2 の輝度異常認めるが，自覚症状はなく，理学所見上も半月板損傷を思わせる所見は得られなかった。スポーツ活動の継続希望が強いため，自家ハムストリング筋腱を用いて解剖学的二重束 ACL 再建術を施行した。術中鏡視所見上も半月板には異常を認めなかった。リハビリテーションを施行し，術後9ヵ月頃よりテニス復帰。プレーは受傷前と変わらないレベルで可能であった。術後の定期診察にて Pivot shift test, Lachman test ともに陰性であり，明らかな ACL 不全症状を認めなかった。McMurray test も陰性であった。しかし術後12ヵ月時の MRI にて，内側半月板に Mink 分類 grade3a への輝度変化の増悪を認めた(図1)。自覚症状の出現は認めていないため，定期診察のみで症状を観察していた。しかし，術後24ヵ月頃より，テニス中の左膝内側痛が出現し，MRI にて内側半月板内部の輝度変化がより鮮明となっていた。現在，スポーツ活動は継続しながら，定期診察にて保存的に加療中である。最終診察時(術後34ヵ月時)理学所見は，Pivot shift test, Lachman test, McMurray test 陰性，Lysholm score は90点であった。

考 察

ACL 再建術後半月板症状の推移に関して，上堀内らは ACL 再建術後スポーツ復帰し半月板損傷を認めた8例を報告している<sup>4)</sup>。そのなかで，術後半月板

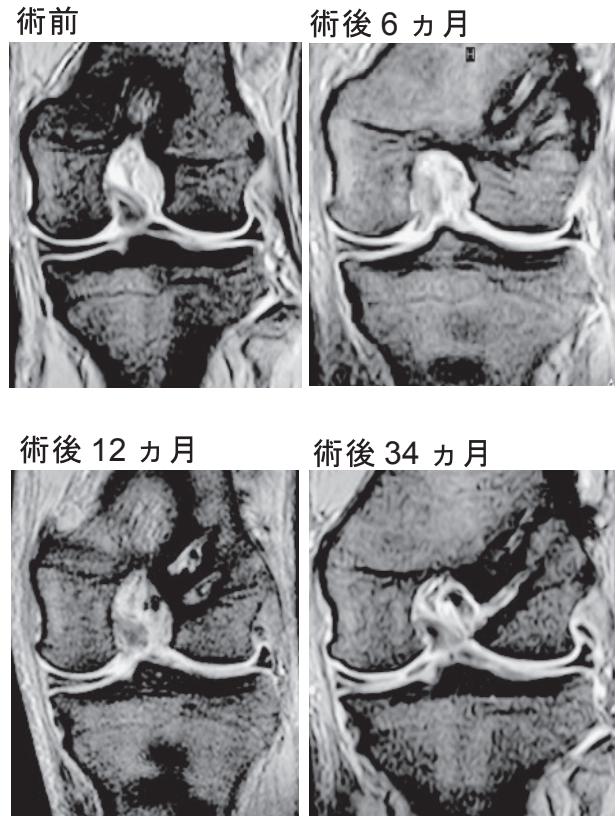


図1 MRI 経時的変化  
術前より認めていた内側半月板の輝度変化 (Mink 分類 grade2) が，術後，徐々に鮮明化し輝度変化上増悪 (Mink 分類 grade3a) していることがわかる。

損傷はすべて内側半月板に認め，後外側不安定性が発症機序に影響すると推察している。鈴木らは ACL 再建術後にスポーツ復帰し，半月板損傷を認めたため手術を行なった16例を報告している。ACL 再建時に半月板損傷を認めず再建術後に半月板損傷を認めた症例は内側5例，外側1例であったとし，軽微な不安定性の残存が内側半月板損傷に至ったと推察している<sup>5)</sup>。林らは骨付き膝蓋腱を用いた ACL 再

建後にスポーツ復帰し、半月板損傷を受傷し手術に至った6例を報告している。半月板損傷は内側4例、外側2例であり、原因としては軽微な不安定性の残存が半月板後節に繰り返されることによって半月板損傷に至ったと推察している<sup>6)</sup>。

今回のわれわれの検討でも、術前のMRI輝度変化は外側半月板に多く認めていたにも関わらず、最終診察時MRI輝度変化は内側半月板に多い傾向となっている。また、ACL再建術後の半月板輝度変化の増悪、ACL術後半月板症状出現はともに内側半月板に多い傾向となった。ACL再建術後に半月板症状を訴えた症例はいずれも、MRI上の半月板輝度変化が症状の出現に先だって認めていたことから、とくに内側半月板に対する、定期的なMRI観察は半月板損傷の早期発見に有用である可能性が考えられた。

内側半月板損傷をきたす機序であるが、Loganらは一重束再建術を行なった患者を対象に、dynamic MRIを用いて評価したkinematicsを報告している<sup>7)</sup>。そのなかで、ACL再建術後の前方後方不安定性は正常範囲内まで改善するが、tibiofemoral kinematicsは、膝関節の肢位に関わらず、正常のそれとは違っていると結論づけている。また、Ristanisらは、一重束ACL再建では回旋動揺性が残存するとしており、近年では一重束再建と比較した解剖学的二重束再建法の優位性が多く報告されている<sup>8,9)</sup>。Anderstらは、二重束再建術を行なった患者を対象にbiplane X-ray imageを用いて、ACL再建側と健側の走行中のkinematicsを報告している。そのなかで、患健差平均は外旋0.4°、外転0.1°、前後移動0.7mmのみであり、臨床に影響を及ぼす明らかな差は認めないと結論づけている<sup>10)</sup>。しかし、Markolfらは屍体膝を用いて一重束再建、二重束再建、正常膝の不安定性を検討し、内旋負荷での脛骨回旋不安定性は、各群とも有意な差がないが、外反負荷では、とくに60°以上の屈曲において、一重束再建、二重束再建ともに正常膝と比べ、有意な差をもって不安定性が残存するとしている<sup>11)</sup>。この報告からも、解剖学的二重束再建術であっても微細な回旋不安定性が生じるものと考えられ、それにより生じる内側半月板へのストレスが繰り返し蓄積されることによって、MRI上の内側半月板の輝度変化、それに引き続く半月板症状を惹起していると推察される。

## 結 語

- ・ ACL再建術後の半月板症状の推移について報告した。
- ・ ACL再建術後は内側半月板にMRI上の輝度変化の増悪を認める傾向が強かった。
- ・ 術後に半月板症状を訴える症例はMRI変化が先だってみられることから、定期的なMRI観察は半月板損傷の早期発見に有用であると考えられる。

## 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*, 10 : 150-154, 1982.
- 2) Mink JH et al : Tears of the anterior cruciate ligament and menisci of the knee. *Radiography*, 167 : 769-774, 1988.
- 3) 宗田 大ほか：膝屈筋腱を用いた前十字靭帯再建術後における膝関節不安定性の検討。別冊整形外, 46 : 143-146, 2004.
- 4) 上堀内三恵ほか：膝前十字靭帯再建術後に発症した半月板損傷についての検討。九・山スポーツ研究会誌, 19 : 92-95, 2007.
- 5) 鈴木朱美ほか：膝前十字靭帯再建術後に治療を要した半月板損傷例の検討。東北膝関節研究会誌, 20 : 57-60, 2009.
- 6) 林 正典ほか：膝前十字靭帯再建術後に発症した半月板損傷例の検討。中四整会誌, 17 : 61-64, 2005.
- 7) Logan MC et al : Tibiofemoral Kinematics Following Successful Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Dynamic Multiple Resonance Imaging. *Am J Sports Med*, 32 : 984-992, 2004.
- 8) Ristanis S et al : The effects of anterior cruciate ligament reconstruction on tibial rotation during pivoting after descending stairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11 : 360-365, 2003.



- 9) Hemanth R : Single-tunnel double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with anatomical placement of hamstring tendon graft. *Am J Sports Med*, 38 : 713-720, 2010.
- 10) Anderst W et al : Validation of three-dimensional model-based tibio femoral tracking during running. *Med Eng Phys*, 31 : 10-16, 2009.
- 11) Markolf KL et al : Anterior-posterior and rotatory stability of single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *J Bone Joint Surg Am*, 91 : 107-118, 2009.

# わが国のトップレベル選手におけるタイトネスについて —性別・競技別の検討—

## Muscle Tightness in Elite Japanese Athletes -Investigation Over Sex Difference and Different Sports-

高橋佐江子 Saeko Takahashi 奥脇 透 Toru Okuwaki

### ● Key words

メディカルチェック, タイトネス, コンディショニング

### ●要旨

2001年10月～2011年6月までのおよそ10年間に国立スポーツ科学センターで行なった、わが国のトップレベル選手延べ13,409名のタイトネステストの結果を分析した。

結果は、男女別では男性のほうが女性よりタイトネスが高かった。競技別では、主たる運動方向別に、タイトネスが高い筋は異なり、これには主動作筋や競技中の姿勢が関係していると考えられた。

本研究から、個々のアスリートにとっての適切なタイトネスを提示することはできないが、競技によってタイトネスが高くなりやすい筋は、コンディショニングの際のポイントとなると思われた。

### はじめに

国立スポーツ科学センター（以下、JISS）では、開設当初（2001年10月）より、日本オリンピック委員会加盟の競技団体に所属する強化指定選手を中心として、国際競技大会派遣前、あるいは定期的に、メディカルチェックを実施している。なかでも整形外科的メディカルチェックでは、診察の前に、アスレティックトレーナーにより、アライメントチェック

（肘 Carrying Angle, 膝 Q-Angle, 脚長差, 下肢 O・X 脚の有無, 足部の変形の有無とその内容, 体幹側弯の有無とその形状）、関節の過度な動きをみる関節弛緩性テスト（手関節屈曲, 肘関節伸展, 肩関節回旋, 脊柱前屈, 膝関節反張, 足関節背屈, 股関節外旋）および主として筋の伸張性をみるタイトネステスト（長座位体前屈, 股関節内旋, 腸腰筋, 大腿四頭筋, ハムストリングス, 下腿三頭筋）を行なっている。タイトネステストについては、Kibler ら<sup>1)</sup> 鳥居ら<sup>2)</sup> や山本ら<sup>3)</sup> の筋柔軟性テストを参考に、JISS

高橋佐江子  
〒115-0056 東京都北区西が丘3-15-1  
国立スポーツ科学センター  
TEL 03-5963-0213  
saeko.takahashi@jpnsport.go.jp

国立スポーツ科学センター  
Japan Institute of Sports Sciences

独自の実施基準を設け実施している<sup>4,5)</sup>。ここでいう「タイトネス」とは、筋を自動あるいは他動的に伸張したときの伸びの程度を示す指標であり、触診による筋硬度を示すものではない。タイトネスが高いことは筋の伸張性が低いことを意味する。

本研究の目的は、JISSで行なわれているメディカルチェックのタイトネステストの結果を基に、わが国のトップレベル選手におけるタイトネスの特徴を検討することである。

## 対象と方法

### 1. 対象

2001年10月～2011年6月までのおよそ10年間に行なった、男性54種目7,929名(23.6±4.8歳)、女性53種目5,480名(22.5±4.7歳)の、延べ13,409名とした(表1)。

表1 競技種目と対象者数

男性			女性		
種目	対象者数	(%)	種目	対象者数	(%)
スキー	1,065	13.4	スキー	470	8.6
陸上競技	846	10.7	陸上競技	452	8.2
サッカー	690	8.7	ソフトボール	435	7.9
バレーボール	484	6.1	スケート	420	7.7
スケート	430	5.4	バレーボール	338	6.2
水泳	356	4.5	バスケットボール	321	5.9
アイスホッケー	322	4.1	水泳	297	5.4
ラグビー	317	4.0	サッカー	274	5.0
バスケットボール	249	3.1	体操	195	3.6
セーリング	229	2.9	フェンシング	149	2.7
自転車	196	2.5	セーリング	138	2.5
野球	195	2.5	アイスホッケー	126	2.3
フェンシング	146	1.8	バドミントン	125	2.3
ウェイトリフティング	130	1.6	ゴルフ	122	2.2
ホッケー	128	1.6	ホッケー	112	2.0
バドミントン	121	1.5	アーチェリー	107	2.0
ハンドボール	117	1.5	ウェイトリフティング	103	1.9
体操	117	1.5	卓球	103	1.9
アーチェリー	115	1.5	ソフトテニス	98	1.8
ボート	112	1.4	トライアスロン	91	1.7
カヌー	101	1.3	ハンドボール	83	1.5
ソフトテニス	100	1.3	射撃	80	1.5
卓球	95	1.2	柔道	76	1.4
ボクシング	90	1.1	カーリング	72	1.3
レスリング	88	1.1	自転車	71	1.3
ゴルフ	87	1.1	テニス	60	1.1
柔道	81	1.0	レスリング	56	1.0
トライアスロン	76	1.0			
その他	846	10.7	その他	506	9.2
総計	7,929	100.0	総計	5,480	100.0

網かけは競技種目別の分析対象を示す

## 2. 測定方法

タイトネステストは6項目で、長座位体前屈は、股関節内旋、腸腰筋、大腿四頭筋、ハムストリングス、下腿三頭筋の6項目(図1)である。測定方法<sup>4)</sup>は、長座位体前屈は、測定器上で長座位とし、自動運動にてゆっくり体幹を前屈させ、保持できる最終地点を0.5cm単位で計測した。股関節内旋は、腹臥位で膝関節90°屈曲位のまま、ゆっくりと他動的に股関節を内旋させ、抵抗をかけずに停止した角度を5°単位で計測した。腸腰筋は、背臥位で被験者自身に一方の膝をかかえ胸につけるように股関節と膝関節を屈曲させて、対側の膝窩から床までの距離を0.5cm単位で測定し、次に背臥位で両脚を伸展させた位置に戻し、再度膝窩から床までの距離を0.5cm単位で測定し、2つの距離の差を測定値とした。大腿四頭筋は、腹臥位で膝関節を他動的に屈曲させていき、軽度の抵抗にて停止した位置での踵と殿部の距離を0.5cm単位で測定した。ハムストリングスは、背臥位で測定側の下肢を膝伸展位のまま他動的に挙上し、軽度の抵抗を感じた位置を5°単位で測定した。下腿三頭筋は、立位で膝を伸展させたまま自動運動としての足関節の荷重時最大背屈角度を5°単位で測定した。

測定期間は10年間と長期間であり、検者は20数名と多いが、十分な研修を行ない、新規の検者が測

定にあたる場合は、複数の検者が同一被験者を測定し、測定結果に差異がないと確認した後に実際の測定を行なった。測定時は測定方法<sup>5)</sup>を遵守し、すべての項目で代償動作が入らないよう肢位に注意しながら計測を行なった。

## 3. 分析方法

結果の分析は、メディカルチェックを複数回にわたり実施している選手の場合には、各時期の測定値すべてを用い、スポーツ外傷や障害にて計測不可能なケースを除くすべての測定結果を対象とした。分析項目は、性差(全対象者)に加え、夏季競技種目から動作の特異性のある競技を選択し、競技種目別(特定種目\*表1に網かけで示す)について検討した。特定した種目は、陸上競技(跳躍・投擲種目を除いた走競技:男性391名,女性152名),球技からはキック動作のあるサッカーと上肢やジャンプ動作の多いバレーボール,横方向の動きが主であるフェンシング,格闘技として柔道,標的競技で動きの少ないアーチェリー,採点種目として体操から体操競技(男性97名,女性65名),水中競技として水泳から競泳(男性212名,女性178名)を選んだ。

性差の統計学的有意差の検定はt検定を用い、 $p < 0.05$ で有意差ありとした。

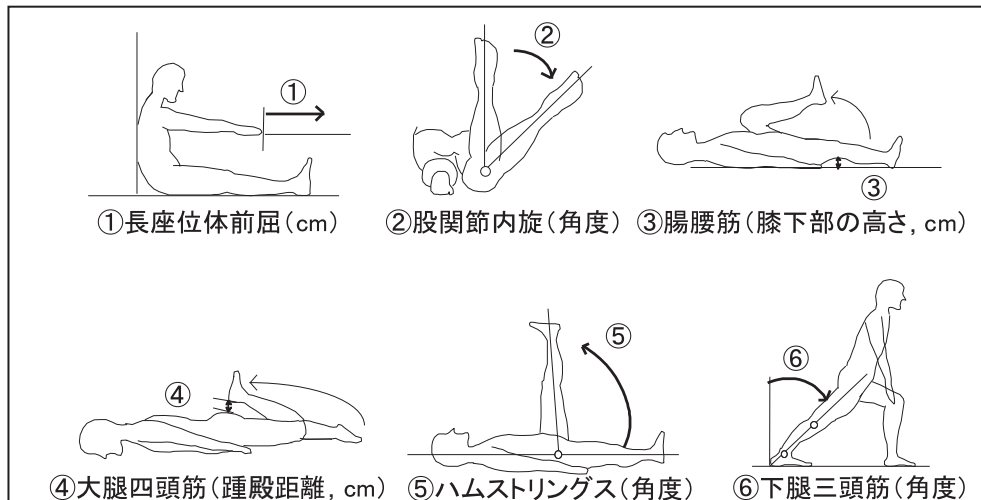


図1 タイトネステスト<sup>4)</sup>



## 結 果

### 1. 性差 (表2, 図2)

測定値の平均と標準偏差を算出した。

6項目すべてで女性よりも男性のタイトネスが有意に高かった ( $p < 0.001$ )。

### 2. 競技種目別 (図3)

図3に種目別のタイトネス測定結果を、測定値のばらつき具合を図にした、箱ひげ図 (box plot) で示した。箱ひげ図の塗りつぶされている四角形の範囲に測定結果の半数が含まれており、四角形の両端は測定結果の第1四分位点と第3四分位点で、四角形中の縦線は中央値 (平均値でなく、第2四分位点

ある)、四角形の両端から伸びる線の先端は外れ値を除く最小値と最大値を示している。表中の「全競技」とは表1で示した全対象者の結果である。タイトネスは図中の矢印の方向に高くなる。

### 3. 全競技との比較 (表3)

表3に、中央値が全競技の第1~第3四分位点から外れた競技を、タイトネスが高いあるいは低いと定義し、競技別にタイトネス測定結果をまとめた。

タイトネスを性別および測定項目別にみると、男性では、長座位体前屈は、陸上競技 (走競技) やアーチェリーで高く、体操競技、競泳で低かった。股関節内旋は柔道、ウエイトリフティングで高く、競泳で低かった。腸腰筋は、体操競技と競泳で低かった。大腿四頭筋は、アーチェリー、競泳で低かった。

表2 性別によるタイトネステスト結果

		男性	女性	
長座位体前屈	(cm)	44.5±9.5	46.6±8.3	***
股関節内旋	(°)	29.3±9.4	41.2±8.9	***
腸腰筋	(cm)	2.1±1.2	1.8±1.0	***
大腿四頭筋	(cm)	13.3±6.0	9.6±5.0	***
ハムストリングス	(°)	69.1±10.0	75.7±12.6	***
下腿三頭筋	(°)	37.3±5.8	38.0±5.6	***

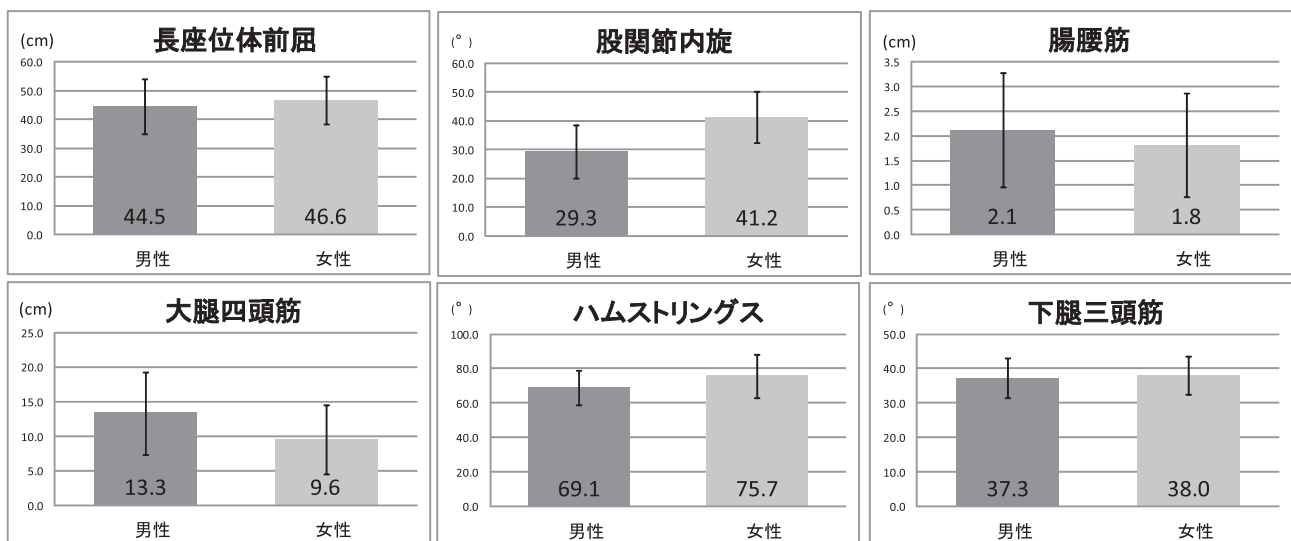


図2 性別によるタイトネステスト結果

ハムストリングスは、アーチェリーで高く、体操競技で低かった。下腿三頭筋は、競泳で低かった。

女性では、長座位体前屈は陸上競技(走競技)で高く競泳で低かった。股関節内旋は、全体の平均と比較してタイトネスが高いもしくは低い競技はなかった。腸腰筋は、体操競技と競泳で低かった。大腿四頭筋はアーチェリーで低かった。ハムストリングスは、ウエイトリフティング、体操競技で低かった。下腿三頭筋は陸上競技(走競技)、体操競技で高かった。

考 察

タイトネスは、前述したとおり、筋を自動あるいは他動的に伸張したときの伸びの程度を示す柔軟性の指標である。タイトネステストの測定結果は、筋性の要素だけでなく、滑膜、関節包、靭帯、腱および皮膚などの軟部組織全体や、疼痛に関連する中枢・末梢神経といった神経性の要因も関与している<sup>6)</sup>。

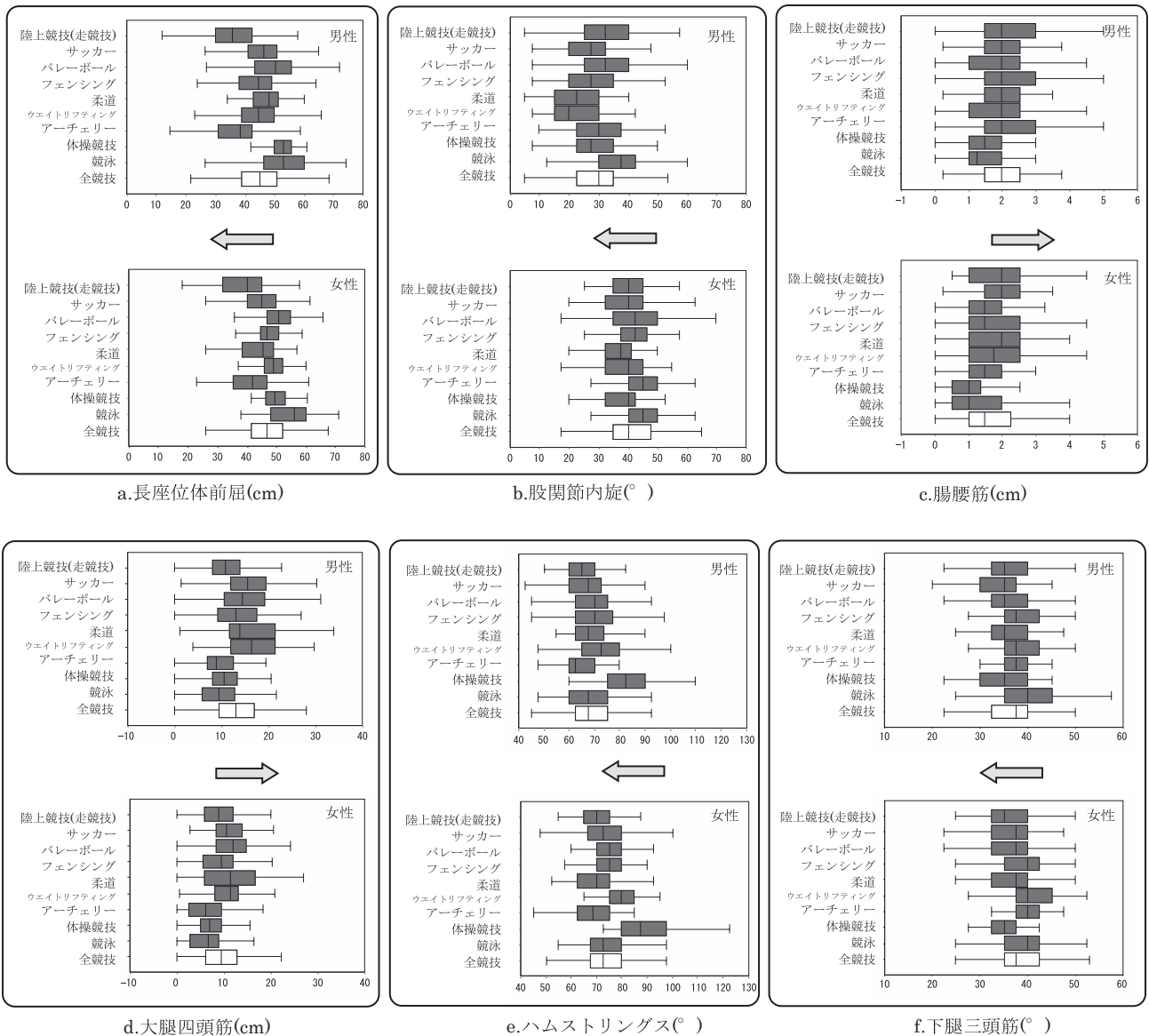


図3 種目別のタイトネステスト結果  
矢印は、矢印の向きにタイトネスが高いことを意味している

表3 種目別のタイトネステスト結果

	男性		女性	
	タイトネス高い	タイトネス低い	タイトネス高い	タイトネス低い
陸上競技 (走競技)	長座位体前屈		長座位体前屈 下腿三頭筋	
サッカー				
バレーボール				
フェンシング				
柔道	股関節内旋			
ウエイトリフティング	股関節内旋		ハムストリングス	
アーチェリー	長座位体前屈 ハムストリングス	大腿四頭筋	大腿四頭筋	
体操競技	長座位体前屈 腸腰筋 ハムストリングス		下腿三頭筋	腸腰筋 ハムストリングス
競泳	長座位体前屈 股関節内旋 腸腰筋 大腿四頭筋 下腿三頭筋		長座位体前屈 腸腰筋	

また、それとは別に、測定時のコンディションなど、さまざまな要因が影響しあっており、同一選手においても測定値は容易に変化する値であることに注意しなければならない。さらに、今回のタイトネステストは、多数の検者が行なっているため、検者間での測定結果の信頼性についても考慮する必要がある<sup>7)</sup>。また、長座位体前屈の測定結果の解釈については、身長<sup>8)</sup>の補正を行なったうえで再度検討する必要もある。

いずれにしても、今回示した値は、関節可動域と同じく、正常値というよりは、あくまでも参考値であるが、性差や競技による違いを再度認識できた。

まず性差では、女性よりも男性のほうが、有意にタイトネスが高かった。これは、軟部組織だけでなく、骨の形状の違い<sup>8)</sup>も関係しているものと思われる。

次に競技種目別では、代表的な競技種目の主たる運動方向別に検討をした。主として前方に進む陸上競技(走競技)では、長座位体前屈と下腿三頭筋のタイトネスが高い傾向がみられた。これは、前方に進む推進力を身体後面の筋で生み出しているからだと考えられる<sup>5)</sup>。Hebbelinckら<sup>9)</sup>は、筋力の増加に伴って筋腱複合体の硬さが増すと述べている。池袋

ら<sup>10)</sup>は、陸上短距離選手で、膝屈筋群と足底屈筋群の筋厚がとくに大きいと報告しており、走動作によりこれらの筋力が増加し、長座位体前屈と下腿三頭筋のタイトネスが高くなったと考えられた。次に、上方すなわち抗重力方向の動きが主であるウエイトリフティングでは、股関節内旋と大腿四頭筋も全体と比較してタイトネスが高く、ハムストリングスは低い傾向がみられた。これは、大腿四頭筋が膝伸展の主動作筋であり、また股関節伸展の主動作筋である大殿筋が股関節の強い外旋筋でもあるためと思われる。Kanehisaら<sup>11)</sup>は、ウエイトリフティング選手の膝屈筋と膝伸筋の断面積を調べたところ、非トレーニング群と比較して膝伸筋の占める割合が大きいと報告しており、膝伸筋をとくに使うことで筋力が増し、筋腱複合体の硬さが増すことで、大腿四頭筋のタイトネスが高くなったと考えられる。以上のように、その競技における特異的な動作の主動作筋が強化されることにより、タイトネスは高くなると思われる。

この考えを基に、他競技のタイトネスについて考察していくと、球技のサッカーとバレーボールは全体の平均と比較してタイトネスが高い・低い項目はなかった。フェンシングもタイトネスが高い・低い

項目はなかったが、競技中の動きは左右非対称であるため、今後は前足と後ろ足のタイトネスを比較することが必要である。柔道は、股関節内旋のタイトネスが高い傾向がみられたが、これは柔道選手によくみられる股関節を外旋させた姿勢が関与しているためと考えられた。動きの少ない競技であるアーチェリーは、身体の後方のタイトネスが高く、身体の前方にある大腿四頭筋のタイトネスは低かった。弓を引く際とリリースの瞬間に身体の後方の筋を多く使うため、それらの筋のタイトネスが高くなり、またほかの競技と比較して膝関節を伸展位とするため、大腿四頭筋にかかる負荷が少なくなり、大腿四頭筋のタイトネスは低くなったものと考えている。体操競技は柔軟性も要求される種目特性もあり、タイトネスが低い項目が多かったが、下腿三頭筋は全体の平均と比較してタイトネスが高い傾向にあった。この要因としては跳躍動作が多いことがあげられる。一方で、競泳ではほかの競技よりもタイトネスが低い傾向にあった。浮力が働く水中での運動が多いことで、重力に抗して運動することが他競技と比較して少ないことが影響している可能性もある。

以上から、タイトネスは運動の方向、競技中の主動作筋や姿勢、重力と関係があると考えられ、競技特性に応じて、確認すべきタイトネスの項目を選定することが重要である。現在、JISSでは6項目のタイトネスチェックを行なっているが、競技種目により項目を選択していく必要があると思われた。

本研究でみているのは、静的な動きのなかでのタイトネスであるため、動的な動きとなる競技中の筋の伸張性や関節の可動域を直接示すものではない。しかし過去の研究<sup>12, 13)</sup>からも、タイトネステストでの筋の伸張性は、運動時の筋の伸張性や可動域にもある程度関係しているものと考えられる。

トップレベルのアスリートは、身体にかかるストレスが大きく、筋にも高強度の遠心性の負荷がかかり、筋の伸張性が容易に低下しやすいと思われる。過剰なタイトネスの増加は、筋や腱の損傷の原因にもなるため、筋の伸張性を適切に保つことは、スポーツ外傷や障害を予防するために重要である<sup>14, 15)</sup>。パフォーマンスに関しては、可動域が増大することで走効率が向上するとの報告がある<sup>12)</sup>一方で、筋のタイトネスが高いとランニングの効率も高いという

報告もあり<sup>13, 16)</sup>、必ずしもタイトネスの増加がパフォーマンスを低下させるとは限らないようである。

以上のことから、今回の結果だけでは、個々のアスリートにとっての適切なタイトネスを提示することまではできないが、そのアスリートの行なう競技種目のタイトネスの特徴を示すことはできた。とくにタイトネスが高くなりやすい筋に関しては、コンディショニングの際のポイントとなり、成長期や過剰なタイトネスの増加がみられる場合には、ウォーミングアップやクーリングダウン時に、重点的にストレッチングや関節の自動運動などを行なうことを奨励していく必要があるものと考えている。

本研究は、対象者が延べ13,000名以上という大人数で、しかも日本のトップレベル選手に限定したタイトネスに関する報告であり、今後のさまざまなメディカルチェックの参考となるものと思われる。

今後は、今回の結果を踏まえ、トップレベル選手のタイトネスとスポーツ外傷・障害やパフォーマンスの関係や、タイトネスの経時的な変化を検討していく必要があるものと思われた。また、オーバーヘッドスポーツなど、種目を限定して行なっている肩関節内外旋のテストについても検討していきたい。

## 結 語

わが国のトップレベル選手におけるタイトネステストの結果を示した。男性のほうが女性よりタイトネスが高く、競技別では、主たる運動方向別にタイトネスが高い筋は異なり、主動作筋のタイトネスが高い傾向にあることが示唆された。本研究から、個々のアスリートにとっての適切なタイトネスを提示することはできないが、競技によってタイトネスが高くなりやすい筋は、コンディショニングの際のポイントとなると思われた。

## 文 献

- 1) Kibler WB et al : A musculoskeletal approach to the preparticipation physical examination. Preventing injury and improving performance. Am J Sports Med, 17 : 525-531, 1989.
- 2) 鳥居 俊ほか：発育期のスポーツ傷害防止のた

- めの整形外科的メデイカルチェック(第一報): 体格・柔軟性の変化と傷害既往の関係. 整スポ会誌, 12: 239-243, 1993.
- 3) 山本利春: 測定と評価. Book House HD, 東京: 58-63, 2004.
  - 4) 松田直樹: メデイカルチェック&形態測定 DVD. Y's Athlete Support Inc., 横浜, 2002.
  - 5) 高橋佐江子ほか: 国内トップレベル陸上競技疾走系種目選手の筋タイトネスの特徴. 日臨スポーツ医会誌, 20: 41-48, 2012.
  - 6) 沖田 実: 関節可動域制限. 三輪書店, 東京: 1-17, 2008.
  - 7) 阿部 宙ほか: Muscle tightness testの検者内および検者間信頼性. 日臨スポーツ医会誌, 20: 336-343, 2012.
  - 8) Alter MJ: Science of Flexibility. Human Kinetics Pub, Illinois, 2004.
  - 9) Hebbelinck M et al: Flexibility, In the Olympic book of sports medicine. Blackwell, Oxford: 213-217, 1988.
  - 10) 池袋敏博ほか: 重量挙げおよび陸上短距離選手における下肢筋群の筋厚と競技成績との関係. 体力科学, 60: 401-411, 2011.
  - 11) Kanehisa H et al: Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weight lifters. Scand J Med Sci Sports, 8: 271-278, 1998.
  - 12) Godges JJ et al: The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. J Orthop Sports Phys Ther, 10: 350-357, 1989.
  - 13) Jones AM: Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. Int J Sports Med, 23: 40-43, 2002.
  - 14) 財団法人日本体育協会: 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト第6巻予防とコンディショニング. 文光堂, 東京: 287-288, 2007.
  - 15) Witvrouw E et al: Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. Am J Sports Med, 31: 41-6, 2003.
  - 16) Dumke CL et al: Relationship between muscle strength, power and stiffness and running economy in trained male runners. Int J Sports Physiol Perform, 5: 249-261, 2010.



# バーサロックアンカー(デピューマイテック)を用いた鏡視下腱板縫合術の術中トラブルについての検討

## Intra-Operative Troubles During the Arthroscopic Rotator Cuff Repair Using the Versalok Anchor (Depuy Mitek)

山門浩太郎 Kotaro Yamakado

### ● Key words

Suture anchor : Complication : Rotator cuff repair

### ● 要旨

目的：バーサロック(デピューマイテック)を用いた鏡視下腱板縫合術におけるアンカーに起因した術中トラブルについて検討した。

方法：導入後1年6ヵ月間にバーサロックを用いて鏡視下腱板縫合を施行した171例(総使用数407本)を調査した。

結果：術中トラブルは171例中9例(5.2%)に発生していた。トリガー不能3例、トリガー後のルースニング3例、バーサロック固定後の残余糸での縫合追加時のバーサロック引き抜け1例、骨頭内穿破1例、その他1例であった。

考察と結論：トリガー後のルースニングは症例数を経験して習熟した後にも発生しており、一定の頻度で生じる可能性があると思われた。

### はじめに

バーサロックアンカー(Versalok, デピューマイテック)は、“expanding anchor”と称される新しい設計思想で開発され2007年にアメリカで上市された。従来とは異なる機構をもつプッシュイン型アンカーである。PEEK製アウトースリーブ(PEEKシェル)とチタン製コア(アンカーピン)の2部品で構成され、骨内に挿入後に専用デバイスを用いて内部

のアンカーピンをスリーブ内部に引き込むことで縫合糸をコアとアウトースリーブ間に挟み込んで固定する。このステップを開発元であるデピューマイテックは「トリガー」と呼んでいる。トリガー過程でアンカー径は4.9mmから6.3mmに膨張し、アンカーの引き抜き強度向上に寄与している。いくつかの報告においてVersalokは他のプッシュイン型アンカーに比較して優れた引き抜き強度が示されている<sup>1-4)</sup>。

2010年9月の日本導入以来、鏡視下腱板縫合術におけるスーチャーブリッジ法やテンションバンド法

山門浩太郎  
〒910-8561 福井市江上町58-16-1  
福井総合病院整形外科  
TEL 0776-59-1300/FAX 0776-59-2538  
E-mail yamakadok@gmail.com

福井総合病院整形外科  
Department of Orthopaedics, Fukui General Hospital

を中心に広く使用され、本邦からも優れた臨床成績が報告されている<sup>5)</sup>。しかしながら、従来にない独自の機構をもつバーサロックの使用にあたっては、トラブルとなった事例も散見される。本研究の目的は、バーサロックを用いた鏡視下腱板縫合術の導入期におけるアンカーに起因した術中トラブルについて検討することである。

### 対象と方法

2010年9月から2012年2月までの導入後1年6ヵ月間に、バーサロックを用いて鏡視下腱板縫合を施行した171例171肩(総使用数407本、平均64.0歳、



図1 トリガー操作時には、インサーターの先端が引き込まれないようにガンをしっかりと保持する

男性108例、女性63例、右肩112肩、左肩59肩)について手術記録を含む診療記録を後ろ向きに全例調査した。スーチャブリッジ後の腱板の部分的な盛り上がり(鳥嘴現象)や糸のたるみといった手技による不具合<sup>6-8)</sup>を除いたアンカーに起因する術中トラブルを記録した。バーサロックの使用にあたっては、基本的にデピューマイテックの手技書<sup>9)</sup>の記載にもとづいて手術を行なったが、バーサロックのトリガー操作については、初期の症例では手技書の記載通りにガンを骨表面に軽く押し付けながら行なっていたが101例目以後はガンが骨内に引き込まれないように本体を引き上げるように把持して行なった(図1)。縫合糸のテンショニングは縫合糸を手動的に引くことで行ない、テンションホイールは初期の症例でのみ使用した。

### 結 果

期間中、バーサロックに関連した術中トラブルは171例中9例(5.2%)に発生した(表1)。トラブル事例は平均64.0歳、男性6例、女性3例であり右肩8肩、左肩1肩であった。断裂サイズは関節包面高度不全断裂2例、中断裂4例、大～広範囲断裂3例であり、不全断裂例では腱板残存部を切除し完全断裂を作製したのちに縫合を行っていた。術中トラブルの内訳は、バーサロック固定後の残余糸での縫合追加時のバーサロック引き抜け1例(17例目、

表1 バーサロックに関連した術中トラブル

症例	Age (v) /Sex	罹患側	断裂サイズ	縫合形態	failure pattern
症例17	61/M	L	medium	single row	残余糸での縫合追加後、バーサロック引き抜け
症例32	63/M	R	PASTA	suture-bridge, bail-out to ORCR	レーザーライン見落とし誤挿入による骨頭穿破
症例49	63/M	R	massive	suture-bridge	トリガー不能(アウトースリーブとコアの固定不能)
症例62	54/M	R	massive	suture-bridge for SSP, single-row for SSc	トリガー後のアンカールースニング
症例101	63/F	R	medium	suture-bridge	トリガー時にインサーターガン先端が骨内に引き込まれてバーサロックの挿入深度が深くなり、アンカーとともに引き込まれたブリッジ糸で骨のチーズカットが発生
症例115	65/F	R	massive	suture-bridge	トリガー後のアンカールースニング
症例132	68/M	R	medium	suture-bridge	トリガー不能(アウトースリーブとコアの固定不能)
症例151	61/F	R	medium	suture-bridge	トリガー後のアンカールースニング
症例159	79/M	R	PASTA	suture-bridge	トリガー不能(アウトースリーブとコアの固定不能)

Abbreviations : PASTA, partial articular surface tendon avulsion ; SSP, supraspinatus ; SSc, subscapularis

図2), 骨頭内穿破1例(32例目), トリガー不能3例(49例目, 132例目, 159例目), トリガー後のアンカーのルースニング3例(61例目, 114例目, 151例目), トリガー時にインサーターガン先端が骨内に引き込まれてバーサロックの挿入深度が深くなり, アンカーとともに引き込まれたブリッジ糸で骨のチーズカットが生じた1例(101例目, 図3)であった。骨頭内穿破例ではバーサロックを骨頭内から肩甲上腕関節内に叩き出して抜去した後に, 観血的腱板縫合を行なった。アンカールースニング例では, バーサロックを抜去して6.5mm径メタルスクリューアンカーを抜去穴に挿入し, 外側列縫合を追加し修復した。トリガー不能例ではバーサロックを交換し, 挿入位置を変えて固定した。アンカーが骨内に押し込まれた例ではとくに追加処置は施行せず経過観察とした。いずれの症例も, 術後経過にはとくに問題を認めていない。

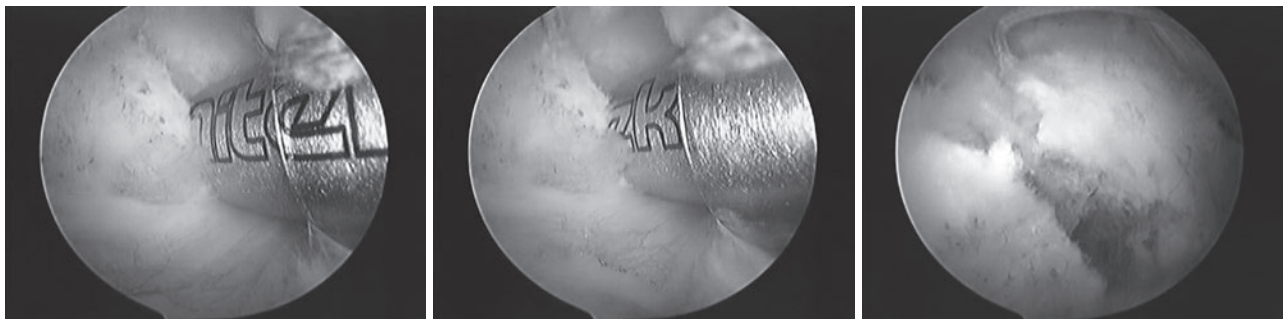
### 考 察

導入期におけるバーサロック使用において5.2%(171例中9例)でアンカー使用に伴う術中トラブルを経験した。これらのトラブルのうち, トリガー後のルースニングはアンカー使用法の習熟後にも発生しており骨質など手技以外の要因が強く関与するものと思われ, 一定の頻度で生じる可能性が危惧される。

トリガー後のルースニングが発生した場合, 縫合糸はすでに緩んでしまったバーサロックに固定されている。バーサロックの抜去には縫合糸を切る必要が生じ, 内側列を縫合していない場合は非常に厄介な問題となる。内側列を縫合している場合は比較的容易に重層縫合へと変更可能であるが, バーサロックは骨内で6.3mmまで膨張して挿入口が拡大しているため, 大径アンカーが必要となる。現在われわれは6.5mm径メタルアンカー(ALLthread, バイオメット), 6.8mm径 PLLA アンカー(LactoSorb L15, バイオメット), 7mmスーパーフィクソープ



図2 61歳男性, 中断裂(症例17)  
逆マットレス糸を用いたテンションバンド(“Speed bridge”)法による鏡視下腱板縫合施行後に残余糸を用いて結節縫合を追加したところバーサロックがバックアウト。



a. 挿入後トリガー前

b. トリガー操作後

c. インサーター抜去後

図3 インサーター先端のめり込み現象  
63歳女性, 広範囲断裂(症例101)。

トリガー時にガン先端が骨内に引き込まれ, 縫合糸によって大結節表面のチーズカット現象が生じている。インサーターに刻印された Mitek の文字位置に注意。挿入口はインサーター最大幅まで拡大され, バーサロックは骨内深くに設置されて視認できない。

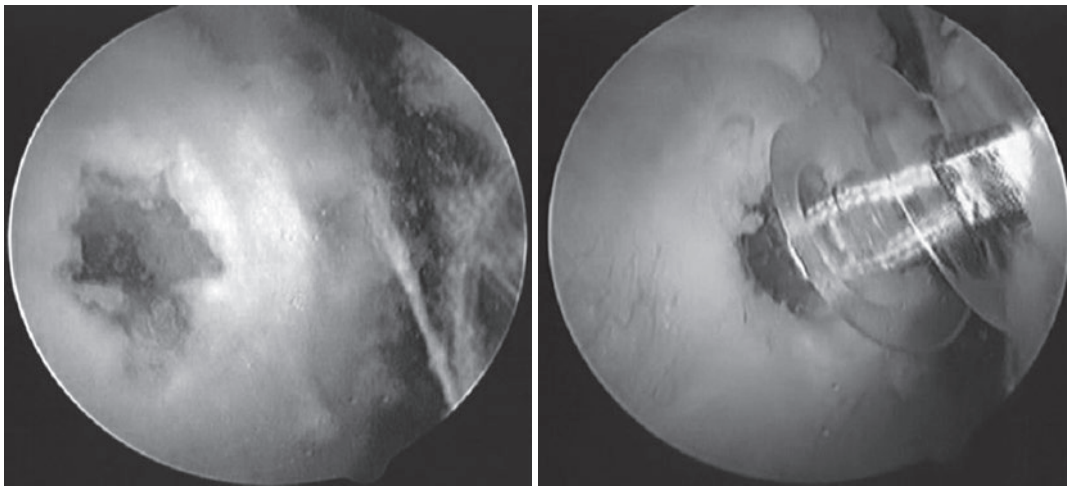


図4 トリガー後のルースニングに対するサルベージ  
トリガー操作のために拡大したバーサロック挿入口に6.8mm径 PLLA アンカー (LactoSorb L15, バイオメット) を挿入している。

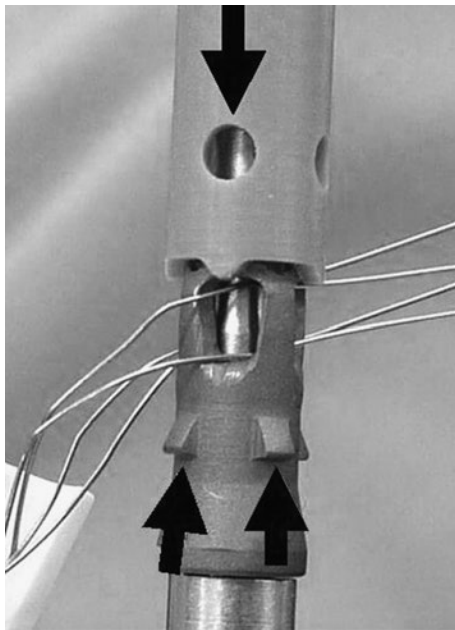


図5 アウター Sleeve とコアの向きにずれが生じてる。ツメの位置がずれているため、この状態だとトリガー操作を完了できない。矢印、コアのツメとスリーブの穴。

(デピューマイテック) をバックアップ用に準備している (図4)。Pietschmannらはノットレスアンカーの引き抜き強度を骨粗鬆骨において検討しバーサロックの比較的良好な特性を報告しているが<sup>3)</sup>、健常

骨に比しての引き抜き強度低下は必至であり、骨粗鬆症症例でのバーサロック使用にはより深い慎重さが求められる。

ところで、デピューマイテックの手技書には、トリガー時にガンを軽く押しながらトリガーを引くように記載されているが<sup>9)</sup>、時にトリガー操作に伴ってガン先端が骨内に引きこまれてしまうことがある。とくに骨質不良例ではインサーターの骨内引き込み(めり込み現象)が発生しやすい(図3)。めり込みによってアンカー入口部はインサーター最大幅まで拡大し引き抜き強度が著しく低下するため、アンカールースニングの発生が危惧される。さらには、バーサロックが骨内深くに設置されることで縫合糸の固定間距離が増大するのみならず、症例101のごとく縫合糸による骨表面のチーズカット現象を引き起こす危険があると考えられる。トリガー時には、コアをアウター Sleeve 内に引き上げる意識をもち、インサーター先端が骨内に決して引き込まれないようガン本体をしっかり保持することが重要である(図1)。

トリガー不能トラブルについては、アウター Sleeve とコアの向きにずれが発生した可能性と骨頭内での内側アンカーとバーサロックの接触干渉の2つの原因を想定している。すなわち、バーサロック挿入後にインサーター軸を回転させるとコアとスリーブ間を固定するツメにずれが生じてトリガーができなくなる(図5)。バーサロック挿入後には決してイ



ンサーターを回さないことが重要である。また、骨頭内で、内側アンカーにバーサロックが接触してアウトースリーブの向きが変わり引き出し操作が不能となる場合がある。この場合はバーサロックの交換と挿入部位(角度)の変更が必要となる。挿入部位を大結節遠位にすると内側アンカーとの衝突の危険は低下するが、挿入位置の遠位化に伴う骨質低下<sup>10)</sup>とブリッジ糸の平行化および固定間距離拡大を伴うため、これらのトレードオフを考慮する必要がある。

また、インサーターガン径の大きさのため、バーサロックを使用する場合には比較的大径のカニューラを用いる必要がある。そのため初期の症例ではカニューラレスで手術を行っていたが、視野悪化がトラブルの要因となっていた。現在われわれは、7mm径カニューラ(HEX FLEXカニューラ, リンバテック)を使用している。視野確保に基づく安全性向上のために、カニューラ使用を推奨する。

以上、バーサロックの使用にあたっては、カニューラを使用して視野を確保すること、内側アンカーとバーサロックがぶつからないように挿入位置を大結節遠位とすること、バーサロック挿入後は決して回さないこと、そして最も重要な点であるが、トリガー操作時に先端が引き込まれないようにインサーターガンをしっかりと保持することを提言する(図1)。また、他の手術と同様に、トラブル発生に備えたサルベージプランとバックアップ用インプラントの準備が重要と考える。

## 結 論

バーサロック使用に関連したトラブルを5.2%で経験した。トリガー後のルースニングは症例数を経験して使用方法に習熟した後にも発生しており、一定の頻度で生じる可能性があると思われた。バーサロックの使用にあたっては、大径スクリュウアンカーなどバックアップ用インプラントを準備しておくことが望ましい。

## 文 献

- 1) Barber FA et al : Suture anchor materials, eyelets, and designs : update 2008. *Arthroscopy*, 24 : 859-867, 2008.
- 2) Barber FA et al : Comparative testing by cyclic loading of rotator cuff suture anchors containing multiple high-strength sutures. *Arthroscopy*, 26 : S134-S141, 2010.
- 3) Pietschmann MF et al : Biomechanical stability of knotless suture anchors used in rotator cuff repair in healthy and osteopenic bone. *Arthroscopy*, 26 : 1035-1044, 2010.
- 4) Chu T et al : Comparison of completely knotless and hybrid double-row fixation systems : a biomechanical study. *Arthroscopy*, 27 : 479-485, 2011.
- 5) 橋口 宏ほか : 腱板断裂に対する VersaLok アンカーを用いた suture bridging 法の短期治療成績. *JOSKAS*, 37 : 400-405, 2012.
- 6) Kim KC et al : A modified suture-bridge technique for a marginal dog-ear deformity caused during rotator cuff repair. *Arthroscopy*, 23 : 562.e1-4, 2007.
- 7) Kim KC et al : Deformities associated with the suture-bridge technique for full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy*, 24 : 1251-1257, 2008.
- 8) Kummer F et al : Suture loosening and its effect on tendon fixation in knotless double-row rotator cuff repairs. *Arthroscopy*, 27 : 1478-1484, 2011.
- 9) バーサロックアンカー, デピューマイテック 手技書
- 10) Yamada M et al : Age- and gender-related distribution of bone tissue of osteoporotic humeral head using computed tomography. *J Shoulder Elbow Surg*, 16 : 596-602, 2007.



# ロコモ25と骨粗鬆症, 変形性膝関節症, 運動機能の関係 —第8回旧宮川村検診結果より—

## The Relationship Between LOCOMO25 and Osteoporosis, Knee Osteoarthritis and Physical Performance

西村 明展<sup>1, 2)</sup> Akinobu Nishimura      加藤 公<sup>1)</sup> Ko Kato  
 福田 亜紀<sup>3)</sup> Aki Fukuda                藤澤 幸三<sup>4)</sup> Kohzo Fujisawa  
 須藤 啓広<sup>2)</sup> Akihiro Sudo

### ● Key words

ロコモ25, 疫学調査, 運動機能検査

### ● 要旨

ロコモティブシンドローム(ロコモ)の診断ツールとしてロコモ25が提唱されている。本研究では65歳以上の男女を対象とした第8回旧宮川村検診を対象とし、ロコモ25と変形性膝関節症(KOA)、骨粗鬆症(OP)、要介護認定の有無、各種運動機能(6m通常速度歩行の歩数・歩幅、片脚立位時間、5回椅子立ち上がり時間)との関係を評価した。

参加者219名中、ロコモ群は61名であった。ロコモ群でKOA、OPを有するもの、要介護認定を受けているものは、非ロコモ群より有意に多かった。また、各種運動機能検査では、ロコモ群が非ロコモ群に比べ、悪い結果が得られた。

ロコモ25は、KOA、OP、要介護認定や運動機能を反映した簡便で有用な評価法と考えられた。

### はじめに

日本は2007年より65歳以上人口が21%以上である超高齢社会を迎え、介護予防が以前にもまして重

要な課題となっている<sup>1)</sup>。要介護・要支援認定の原疾患のうち、運動器疾患であるのは第3位の転倒・骨折、第5位の関節疾患でありこれらをあわせると第1位の脳血管疾患に匹敵する頻度となることが報告されている(平成19年度国民生活基礎調査)。つ

西村明展  
〒514-8507 津市江戸橋2-174  
三重大学医学部スポーツ整形外科  
TEL 059-231-5022

- 1) 三重大学医学部スポーツ整形外科  
Department of Orthopaedic and Sports Medicine, Graduate School of Medicine, Mie University
- 2) 三重大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Mie University
- 3) 鈴鹿回生病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Suzuka Kaisei Hospital
- 4) 鈴鹿医療科学大学保健衛生学部  
Faculty of Health Science, Suzuka University of Medical Science

まり、これら介護予防における運動器疾患予防の重要性が大きいことがわかる。日本整形外科学会では、運動器の障害により介護・介助が必要な状態になったり、そうなるリスクが高くなっていたりする状態をロコモティブシンドローム（以下ロコモ）と定義し、介護予防に力を注いでいる<sup>1)</sup>。ロコモをスクリーニングできれば、効率的な介入が可能となるが、各種 X 線検査や運動機能検査を全高齢者に課すことは時間的にも経済的にも困難である。このため、簡便にスクリーニングできる問診ツールとして「ロコモ25」が提唱された<sup>2,3)</sup>。

本研究の目的は「ロコモ25」と変形性膝関節症（以下 KOA）、骨粗鬆症（以下 OP）、要介護認定の有無、転倒に関与する運動機能との関係性を評価し、「ロコモ25」の診断ツールとしての信頼性、有用性を検証することである。

## 方 法

旧宮川村に在住する 65 歳以上の男女を対象としたコホート研究である旧宮川村検診（1997 年より変形性膝関節症などの運動器疾患の疫学調査として 2 年ごとに検診<sup>4-6)</sup>）のうち、2011 年の第 8 回に参加し、単純 X 線、問診などのすべての評価が可能であった 219 例（男性 72 例、女性 147 例）を対象とした。旧宮川村は林野率が 96% の林業を主産業とした山村である。全人口は 2010 年で 3,490 人であり、今回対象となる 65 歳以上の高齢者は 1,553 人であった。検診場所は地域の基幹病院とした。検診方法は問診票を事前に郵送し、検診時に回答した問診票を

持参のうえ、受診してもらった。問診票には氏名、生年月日、年齢、性別などの基本情報を記載してもらった。要介護・要支援の有無も記載してもらった。検診日には医師による直接診察で身長、体重を測定した。画像検査は両膝立位単純 X 線撮影と前腕 DXA 法を用いた骨密度測定を行なった。KOA は単純 X 線で片膝でも Kellgren-Lawrence 分類で II 度以上のものがあれば、「KOA あり」と定義した。OP は YAM が 70% 未満のものを「OP あり」と定義した。運動機能検査は Ribom ら<sup>7)</sup>の報告を参考として 6m 通常速度歩行に要する時間・歩数、左右の開眼片脚立位時間の平均値、5 回椅子立ち上がり時間（腕を組んで 5 回の立ち上がり時間に要する時間）を測定した。

検討方法は「ロコモ25」が 16 点以上をロコモ群、16 点未満を非ロコモ群として 2 群で比較検討した。統計学的解析は年齢、性別、身長、体重などの背景および要介護・要支援の有無、KOA、OP は対応のない t 検定もしくは  $\chi^2$  検定で検定を行なった。各種運動機能の統計解析は年齢・性別・身長を調整したロジスティック回帰分析で行なった。いずれも危険率 5% 未満を有意差ありとした。

## 結 果

219 名中、ロコモ群は 61 名、非ロコモ群は 158 名であった。両群の検診者背景を表 1 に示す。ロコモ群は非ロコモ群に比べ、年齢が高く、身長が低かった ( $p < 0.01$ )。

要介護・要支援の有無についてはロコモ群が 5 名

表 1 ロコモ群・非ロコモ群の背景

	ロコモ群 (n=61)	非ロコモ群 (n=158)	危険率
年齢	79.5±6.5	75.4±6.0	* $p < 0.01$
性別	M15/F46	M57/F101	$p = 0.11$
身長	149.4±8.3	152.7±7.9	* $p < 0.01$
体重	51.6±10.3	53.7±9.6	$p = 0.16$
BMI	23.0±3.6	22.9±3.2	$p = 0.87$
KOA	38	43	** $p = 0.03$
OP	23	32	* $p < 0.01$
要介護・要支援	5	2	* $p < 0.01$

\* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ : 対応のない t 検定

BMI, body mass index; KOA, 変形性膝関節症 (knee osteoarthritis); OP, 骨粗鬆症 (osteoporosis)

(8.2%)であったのに対し、非ロコモ群は2名(1.3%)とロコモ群が有意に多かった( $p<0.01$ )。KOAはロコモ群が38名(62.3%)であったのに対し、非ロコモ群が43名(27.2%)とロコモ群が有意に多かった( $p<0.05$ )。OPはロコモ群が23名(37.7%)であったのに対し、非ロコモ群が32名(20.3%)とロコモ群が有意に多かった( $p<0.01$ )。

運動機能は6m通常速度歩行の速度は非ロコモ群が早く(オッズ比(OR):0.62, 95%信頼区間(CI):0.49-0.79), 歩幅は非ロコモ群が大きく(OR:0.68, 95% CI:0.56-0.82), 開眼片脚立位時間は非ロコモ群が長く(OR:1.03, 95% CI:1.00-1.05), 5回椅子立ち上がり時間も非ロコモ群が早かった(OR:0.80, 95% CI:0.71-0.89)(表2)。

## 考 察

本研究では骨折の基礎疾患となるOP, 関節疾患の代表であるKOAおよび転倒の原因となる各種運動機能検査について調査を行ない、いずれもロコモ群が非ロコモ群より悪い結果が得られた。

Murakiら<sup>8)</sup>は1,088名の女性を対象とした1年の縦断研究において膝痛・腰痛をもつ女性は有意に複数回の転倒を来していたと報告している。橋爪ら<sup>9)</sup>は65歳から80歳の地域住民120名の検診において「ロコモ25」を用いて評価した結果ロコモ群は腰椎すべり症, KOAが多く, 腰痛VASと膝痛VASが高かったと報告している。また, 村本ら<sup>10)</sup>は60歳から79歳の地域住民312名を対象としてロコチェックを行なった結果ロコモ群は膝痛, 腰痛を有する頻度が高かったと報告している。われわれの結果でも膝痛の原因の代表疾患であるKOA, 腰痛の基礎疾患となりうるOPがロコモ群で多く, 過去の結果と同様の結果であった。

ロコモと運動機能についてRibomら<sup>7)</sup>は69歳から80歳男性を対象としたpopulation based studyにおいて, 易転倒高齢者の右手握力が弱く, 歩行速度が遅く, 歩幅が小さかったと報告している。Yoshimuraら<sup>11)</sup>は40歳以上の2,468名を対象としたpopulation based studyにおいて, ロコモ群で通常および最大歩行速度が遅く, 歩幅が小さかったと報告している。中島ら<sup>12)</sup>は40歳から91歳の地域住民415名を対象とした研究において「ロコモ25」は歩行速度, 最大歩幅, 3mTUGと相関を認めたと報告している。今回の調査では「ロコモ25」でのロコモ群は非ロコモ群に比べ, 通常歩行速度などの各種運動機能の低下を強く反映していた。

本研究の限界は対象が219名と少数であること, 旧宮川村という山村の限られた地域住民を対象としていること, 検診の対象者が検診所まで移動可能な比較的健康な高齢者であることがあげられる。

「ロコモ25」は, KOA, OP, 要介護・要支援の有無や運動機能を反映しており, 簡便で有用な評価法であると再認識することができた。

## 結 語

- ・地域住民を対象としてロコモ25とKOA, OP, 要介護・要支援の有無, 各種運動機能検査の関係を調査した。
- ・ロコモ群は非ロコモ群に比べ, KOA, OP, 要介護・要支援の頻度が高かった。
- ・ロコモ群は非ロコモ群に比べ, 各種運動機能検査の結果が悪かった。
- ・「ロコモ25」は, KOA, OP, 要介護・要支援の有無や運動機能を反映しており, 簡便で有用な評価法であると考えられた。

表2 ロコモと運動機能検査の関係

	ロコモ群 (n=61)	非ロコモ群 (n=158)	オッズ比	95%信頼区間	危険率
6m通常速度歩行の時間(秒)	8.2±2.8	6.3±1.5	0.623	0.490-0.792	* $p<0.01$
6m通常速度歩行の歩数(歩)	14.1±3.3	11.7±2.0	0.676	0.555-0.824	* $p<0.01$
開眼片脚立位時間(秒)	11.8±15.6	24.6±21.4	1.027	1.004-1.049	* $p=0.02$
5回椅子立ち上がり時間(秒)	14.0±4.3	11.0±3.0	0.796	0.709-0.893	* $p<0.01$

\* $p<0.01$ , \*\* $p<0.05$ : 年齢, 性別, 身長を補正したロジスティック回帰分析

## 文 献

- 1) 日本整形外科学会：ロコモティブシンドローム診療ガイド2010. 文光堂, 東京：2-13, 2010.
- 2) 星野雄一ほか：ロコモ診断ツールの開発—運動器健診に向けて. 日整会誌, 85：12-20, 2011.
- 3) Seichi A et al：Development of a screening tool for risk of locomotive syndrome in the elderly—the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale. J Orthop Sci, 17：163-172, 2012.
- 4) Sudo A et al：Prevalence and risk factors for knee osteoarthritis in elderly Japanese men and women. J Orthop Sci, 13：413-418, 2008.
- 5) Nishimura A et al：Risk factors for the incidence and progression of radiographic osteoarthritis of the knee among Japanese. Int Orthop, 35：839-843, 2011.
- 6) Nishimura A et al：Prevalence and characteristics of unilateral knee osteoarthritis in a community sample of elderly Japanese：do fractures around the knee affect the pathogenesis of unilateral knee osteoarthritis? J Orthop Sci, 17：556-561, 2012.
- 7) Ribom EL et al：Estimation of physical performance and measurements of habitual physical activity may capture men with high risk to fall—data from the Mr Os Sweden cohort. Arch Gerontol Geriatr, 49：e72-76, 2009.
- 8) Muraki S et al：Prevalence of falls and the association with knee osteoarthritis and lumbar spondylosis as well as knee and lower back pain in Japanese men and women. Arthritis Care Res (Hoboken), 63：1425-1431, 2011.
- 9) 橋爪 洋ほか：地域在住高齢者における腰痛, 膝痛, 骨粗鬆症と運動機能の関係. 日整会誌, 86：S82, 2012.
- 10) 村本明生ほか：中高齢者のロコモティブシンドロームの関連因子の検討. 中部整災誌, 55：443-444, 2012.
- 11) Yoshimura N et al：Reference values for hand grip strength, muscle mass, walking time, and one-leg standing time as indices for locomotive syndrome and associated disability：the second survey of the ROAD study. J Orthop Sci, 16：768-777, 2011.
- 12) 中島基成ほか：ロコモティブシンドロームと運動機能の検討. 日整会誌, 86：S84, 2012.

# 逮捕術で受傷した膝複合靭帯損傷の1例

## A Case Report of Multiple-Knee Ligament Injury in Taiho-Jutsu

古川 泰三<sup>1)</sup> Taizo Furukawa  
奥平 修三<sup>1)</sup> Shuzo Okudaira

中川 泰彰<sup>2)</sup> Yasuaki Nakagawa

### ● Key words

Multiple ligament injury : Knee : Taiho-jutsu

### ● 要旨

膝複合靭帯損傷は、膝に著しく大きな外力が加わって生じ、機能障害が残存する 경우가多い。今回、警察官で逮捕術大会に向けての練習中に前十字靭帯 (ACL)、後十字靭帯 (PCL)、内側側副靭帯 (MCL) を損傷した症例を経験した。症例は28歳男性。逮捕術練習中左膝が強制外反となり受傷。ACL、PCL、MCL損傷を合併する左膝複合靭帯損傷と診断した。手術はACL、PCL同時再建術と、MCL補強術を行なった。術後1年では屈曲135°、伸展0°で、膝不安定性は認めず、Lysholm scoreは83点、Tegner activity scoreは4点であり、過去の報告と比較しても遜色のない結果が得られた。

### はじめに

膝複合靭帯損傷は、膝に著しく大きな外力が加わって生じる。そのため膝の機能障害が残存する場合も多くスポーツ復帰どころか仕事にも支障をきたす場合がある<sup>1,2)</sup>。一方、警察では術科訓練として逮捕術という競技を行なっているが格闘技的要素があり傷害の発生は少なくなく、業務に与える影響もあり、傷害予防の必要性が認識されてきている。今回われわれは、警察官で逮捕術大会に向けての練習中に前十字靭帯 (ACL)、後十字靭帯 (PCL)、内側側副靭帯 (MCL) を損傷した症例を経験したので、そ

の競技特性を含め報告する。

### 症 例

28歳男性。逮捕術大会に向けての練習中、相手に身体を預けられて左膝が軽度屈曲位で強制外反となり受傷した。受傷翌日に他院より紹介され来院。左膝内側に腫脹、強い痛みあり、歩行時の不安定感も顕著であった。靭帯不安定性テストではLachman test陽性、前方引き出しテスト陽性、後方引き出しテスト陽性、Sagging陽性、N-test陽性、内側不安定性テストgrade III、外側不安定性テスト陰性。MRI撮影ではMCLの大腿骨付着部からの断裂を認

古川泰三  
〒603-8142 京都市北区小山北上総町14  
京都警察病院整形外科  
TEL 075-491-8559

- 1) 京都警察病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Police Hospital
- 2) 国立病院機構京都医療センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Kyoto Medical Center



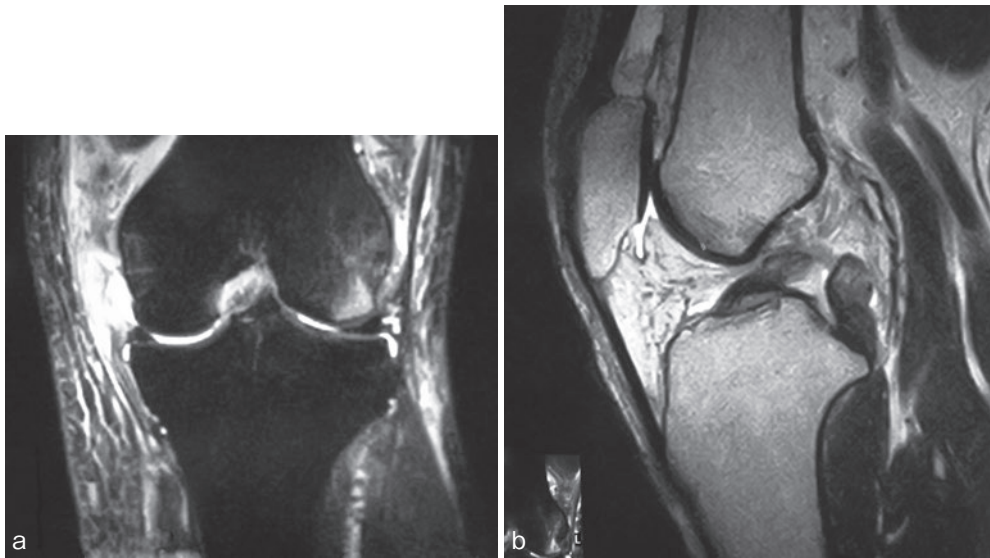


図1 術前MRI

- a. T2強調 脂肪抑制. 冠状断 MCLの大腿骨付着部からの断裂を認め、大腿骨外顆に T2 高輝度領域があり、強い外反力が加わったと思われた。
- b. プロトン強調. 矢状断 ACLと PCLの断裂を認める。

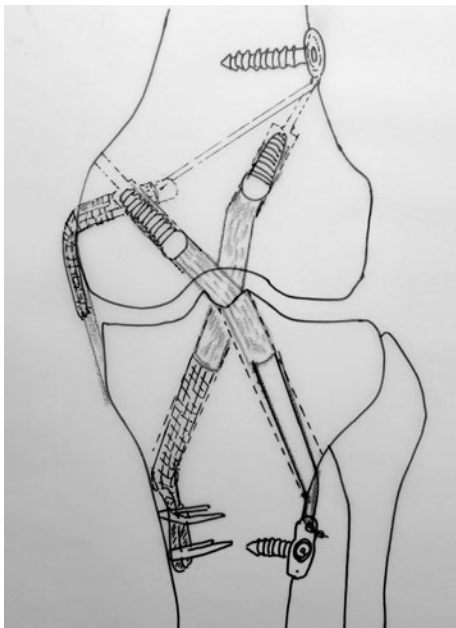


図2 手術シェーマ

PCL再建は患側ハムストリングス、ACL再建は健側ハムストリングスを使用、MCLに対しては残存している靭帯を Leeds-Keio 人工靭帯で補強した。

め、大腿骨外顆に T2 高輝度領域があり、強い外反力が加わったと思われた(図1a)。また ACL, PCL の断裂も認めた(図1b)。以上理学所見、画像所見より ACL, PCL, MCL の複合靭帯損傷と診断した。治療はまず MCL の保存療法として初診時より3週間のギプス固定を行なった。しかしギプス除去後も内側不安定性は残存していた。受傷後1ヵ月で手術を施行、ACL, PCL 同時再建と MCL 補強術を行なった。PCL 再建は患側ハムストリングス、ACL 再建は健側ハムストリングスを使用した一重束再建を、また MCL に対しては残存している靭帯を Leeds-Keio 人工靭帯で補強し、大腿骨側へ固定した(図2)。術後3週で可動域訓練を開始、4週で部分荷重、6週で全荷重とした。術後3ヵ月で軽作業のみであるが職場復帰をしている。術後12ヵ月では膝屈曲135°、伸展0°と可動域は良好で、Lachman test 陰性、前方引出しテスト陰性、後方不安定性テスト陰性、Sagging 陰性、N-test 陰性、内側不安定性テスト陰性と不安定性は認めず、Lysholm score は83点、Tegner activity score 4点であった(図3)。正座、ジャンプ、ダッシュなどは可能であるが、本格的な競技復帰はしていない。



図3 術後最終診察時 X線

## 考 察

膝複合靭帯損傷の術後成績は、Mookら<sup>2)</sup>の報告では Lysholm score は 82~85 点、スポーツ復帰率が 43~68% と報告している。Richterら<sup>3)</sup>の報告では Lysholm score は 78.3 点、Tegner activity score 4.0 点と報告している。また中田ら<sup>4)</sup>は ACL, PCL, MCL の複合靭帯損傷では Lysholm score は 82 点、Tegner activity score は 4 と報告している。このように複合靭帯損傷では元レベルへの競技復帰は難しく、仕事に関しても重労働などへの復帰は困難な場合がある。本症例では十分な術後可動域を獲得し、Lysholm score 83 点と、過去の報告と比較し遜色のない臨床成績が得られたと考えている。しかし患者自身の再受傷に対する恐怖感などもあり、本格的な競技復帰には至っていない。

膝複合靭帯損傷の治療であるが、まず神経・血管損傷などの重篤な合併症の診断、処置を行なった後、断裂した靭帯をどの時期に、どの靭帯を再建、修復をするかは明確な結論は出ていない。ACL・PCL 損傷を合併した場合には ACL 再建と PCL 再建を一期的に行なうかどうかについても意見は分かれている。われわれは二期的再建より同時再建のほう



図4 逮捕術  
写真は徒手対徒手の試合。今回の症例とは関連しない。

が治療期間が短くまた同時再建でも鏡視下手術では膝の拘縮に難渋することは少ないとの報告もあり<sup>5,6)</sup>、ACL・PCL 損傷の場合は膝の可動域が改善する3週以降に待機的手術として同時再建している。MCL に関しては急性期に行なう MCL の一次縫合もあるが膝拘縮なども危惧し<sup>7)</sup>、MCL 断端が大きく転位し修復修復が必要な場合などを除いて、まず保存的治療を試みており、待機的手術時に適応があれば修復術または再建術を ACL・PCL 再建と同時に進んでいる。今回の症例でも ACL・PCL の同時再建、および MCL 修復術を一期的に行ない、良好な可動域が得られた。

今回の受傷競技である逮捕術は、警察では逮捕・拘束・護身の技術向上のため術科訓練として行なわれている。防具として面、胴、小手などをつけて、模擬の短刀、警棒、警杖などを使用、徒手対徒手、徒手対短刀、警棒対警杖などいろいろな組合せの対戦がある(図4)。相手の肩、胴、下顎などに確実な一撃を加えるか、倒して制圧すれば勝ちとなるが、「突き」「蹴り」などの打撃と「投げ」「固め」などの組技の両方が認められた総合格闘技的な競技である。面、胴など打撃に対する防具を着けた状態で投げられると受け身がとりにくいなど、傷害につながる要素が見受けられる。われわれは試合の救護班として出務しているが、その傷害発生はほかの術科訓練である柔道と同等、また剣道よりも多い印象がある。逮捕術の技量を競う大会や大会に向けた追い込み練

習における負傷は本人だけでなく職場に与える負担，影響は少なくない。このため近年，術科訓練による傷害予防への取り組みの必要性が認識されてきている。具体的な取り組みとして，現在当院では医師や理学療法士が警察署や術科訓練指導者に対して講演や実地指導など行なっている。また今後の課題として，各署との連携のもと逮捕術における傷害発生の全容を把握し，さらなる傷害予防に努めることが必要と思われる。

## 文 献

- 1) Fanelli GC et al : The multiple-ligament injured knee : evaluation, treatment, and results. *Arthroscopy*, 21 : 471-486, 2005.
- 2) Mook WR et al : Multiple-ligament knee injuries : a systematic review of the timing of operative intervention and postoperative rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am*, 91 : 2946-2957, 2009.
- 3) Richter M et al : Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations. *Am J Sports Med*, 30 : 718-727, 2002.
- 4) 中田 研ほか：膝複合靭帯損傷の病態と分類. *臨スポーツ医*, 29 : 499-504, 2012.
- 5) Fanelli GC et al : Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the multiple ligament injured knee : 2-to 10- year follow-up. *Arthroscopy*, 18 : 703-714, 2002.
- 6) 石橋恭之ほか：【膝後十字靭帯損傷治療 update】膝前十字靭帯・後十字靭帯同時再建術. *整・災外*, 54 : 1383-1388, 2011.
- 7) Harner CD et al : Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 20 : 499-506, 1992.

# 観血的治療を行なった習慣性胸鎖関節前方亜脱臼の1例

## Surgical Treatment for Spontaneous Anterior Subluxation of the Sternoclavicular Joint -A Case Report-

武長 徹也 <sup>1)</sup>	Tetsuya Takenaga	後藤 英之 <sup>1)</sup>	Hideyuki Goto
杉本 勝正 <sup>2)</sup>	Katsumasa Sugimoto	吉田 雅人 <sup>1)</sup>	Masahito Yoshida
富田眞壽生 <sup>3)</sup>	Masuo Tomida	大塚 隆信 <sup>1)</sup>	Takanobu Otsuka

### ● Key words

習慣性胸鎖関節前方亜脱臼, 観血的治療, 器械体操

Spontaneous anterior subluxation of the sternoclavicular joint : Surgery :  
Apparatus gymnastics

### ● 要旨

習慣性胸鎖関節前方亜脱臼に対し観血的治療を行ない良好な成績を得た1例を経験した。症例は10歳の男児で8歳より器械体操をしていた。数ヵ月前に吊り輪をするようになってから左肩挙上時に弾発現象を伴った左胸鎖関節の亜脱臼が出現するようになり当科を受診した。約2年間リハビリを行ない経過観察したが症状改善せず手術を施行した。鎖骨近位端および胸骨に骨孔を作製し、患側から採取した長掌筋腱を骨孔に通し8の字に締結し、直視下に挙上しても脱臼しないことを確認し閉創した。左肩挙上時の亜脱臼および疼痛は消失し、術後6ヵ月で吊り輪を含めた器械体操に完全復帰した。術後1年半で再脱臼を認めず経過良好である。

### はじめに

習慣性胸鎖関節亜脱臼は比較的まれな疾患であり、保存的治療の成績は良好<sup>1,2)</sup>かつ手術治療成績は不良<sup>1)</sup>であるといわれている。今回われわれは同

疾患に観血的治療を行ない良好な成績を得たため報告する。

### 症 例

症例は10歳男児で、既往歴に特記すべきことな

武長徹也  
〒467-8601 名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1  
名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科  
TEL 052-853-8236

- 1) 名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University Graduate School of Medical Science
- 2) 名古屋スポーツクリニック  
Nagoya Sports Medicine & Orthopaedic Clinic
- 3) 富田整形外科  
Tomida Orthopaedic Clinic



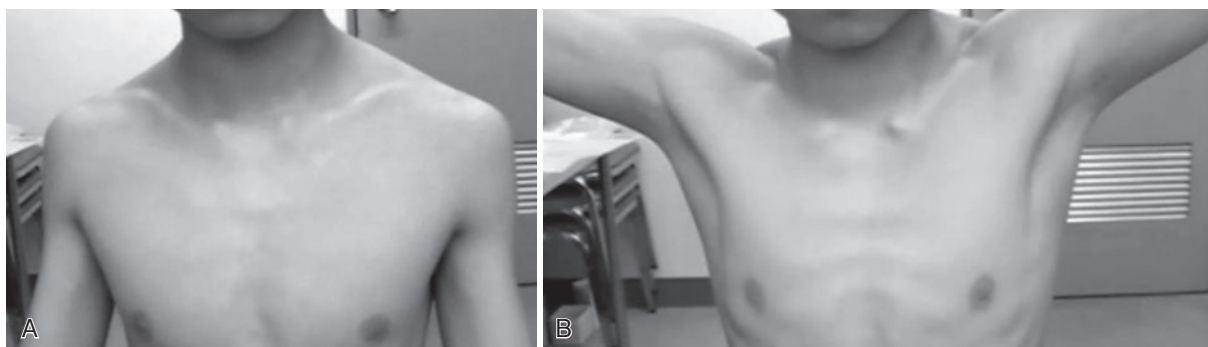


図1 初診時外観  
下垂位では胸鎖関節の左右差を認めなかった(A)が、挙上120°付近で弾発現象とともに左鎖骨近位端の前上方への突出を認めた(B)。

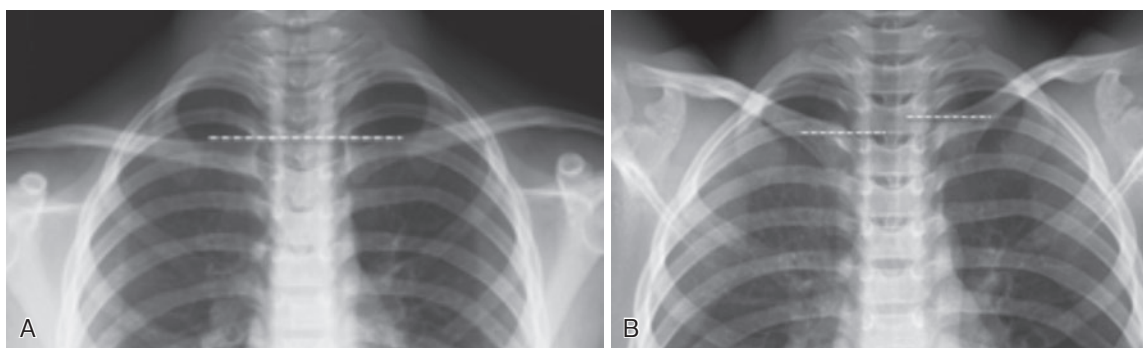


図2 初診時単純X線像  
下垂位では胸鎖関節の左右差を認めず(A), 挙上位において左鎖骨近位端の上方への転位を認めた(B)。点線は鎖骨近位端の上縁を示す。

し、8歳から器械体操のクラブチームに所属している。数ヵ月前に吊り輪をするようになってから左肩挙上時に左胸鎖関節に弾発現象と疼痛が出現するようになり当科を受診した。バック転や吊り輪の肩返し(肩関節伸展内旋位から屈曲外旋位にする動作)が痛みのためできないとのことであった。初診時身体所見は左肩関節の自動挙上170°、下垂位外旋90°、下垂位内旋第6胸椎椎体高位と挙上に軽度の制限を認めた。また挙上120°付近で弾発現象とともに鎖骨近位端の前上方への突出を認め(図1A, 1B)、下降にて弾発を伴い整復された。左胸鎖関節に圧痛を認めた。全身の関節弛緩性についてはCarterの5徴いずれも陰性であった。単純X線像では下垂位で胸鎖関節の左右差を認めず(図2A)、挙上位において左鎖骨近位端の上方への転位を認めた(図2B)。3DCTでも下垂位では胸鎖関節の左右差を認めず、挙上位において左胸鎖関節の前上方への亜脱臼を認

めた(図3A, 3B)。MRI像では骨端線損傷を疑う所見を認めなかった。肩関節周囲筋の筋力強化および肩関節、肩甲胸郭関節の可動域訓練などのリハビリテーションを行ないバック転は可能となったが吊り輪ができず、レベルダウンや競技変更も提案し初診から約2年間経過観察したが、吊り輪ができないとのこと手術を希望した。

### 1. 術中所見

全身麻酔導入後、他動的に左上肢を挙上すると弾発現象を伴う左胸鎖関節前方亜脱臼の再現を認めた。胸鎖関節の直上に皮切をおき、前方より展開した。前胸鎖靭帯は弛緩し同定困難であった。関節円板は損傷を認めなかった(図4A)。同側の長掌筋腱を採取し、胸骨と鎖骨に骨孔を作製し8字に締結した(図4B)。補助縫合を加え、余った移植腱は前方関節包の補強に用いた(図4C)。直視下に挙上して



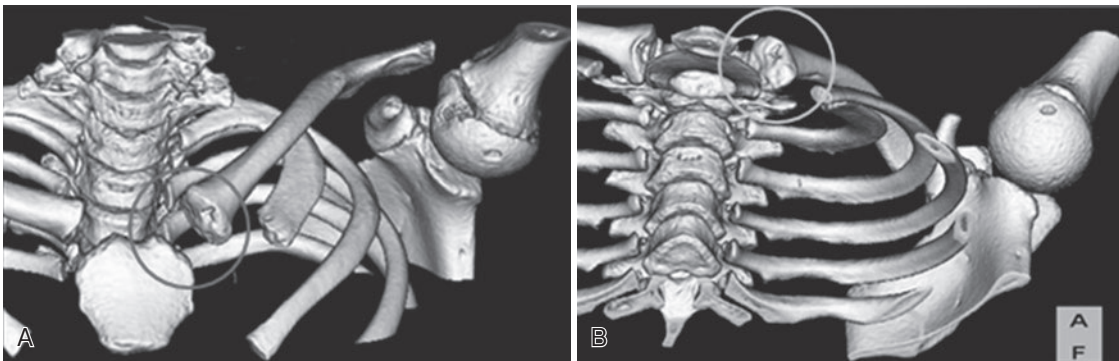


図3 3DCT像  
 拳上位において左胸鎖関節の前上方への亜脱臼を認めた(丸印).  
 A: AP view. B: 尾側から頭側に見上げた図.

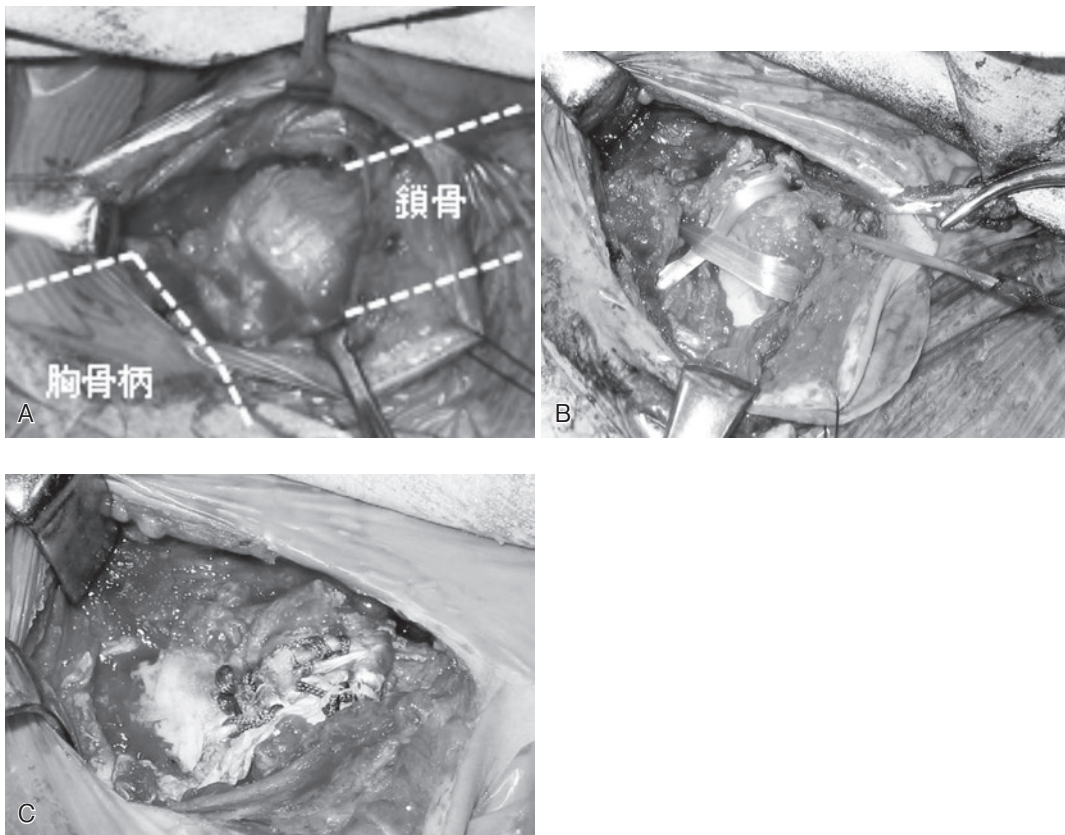


図4 術中所見  
 胸鎖関節の直上に皮切をおき、前方より展開した(A). 同側の長掌筋腱を採取し、胸骨と鎖骨に骨孔を作製し8字に締結した(B). 補助縫合を加え、余った移植腱は前方関節包の補強に用いた(C).

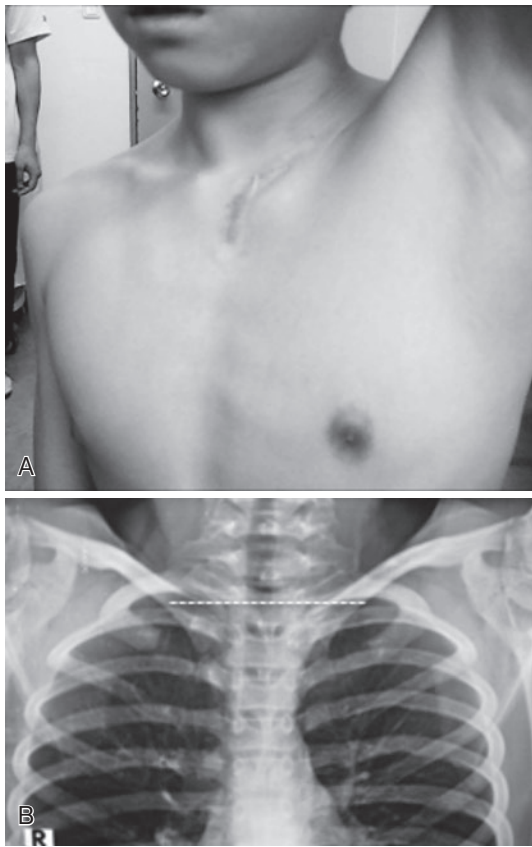


図5A 術後外観  
左肩を挙上しても左胸鎖関節の亜脱臼を認めない。

図5B 術後単純X線像  
両肩挙上位にても胸鎖関節の左右差を認めない。点線は鎖骨近位端の上縁を示す。

も亜脱臼しないことを確認し層々に縫合し手術を終了した。

術後は三角巾とバストバンド固定を2週間行ない、2週後に三角巾のみとし振り子運動を開始した。3週後から可動域訓練を開始し8週かけて段階的に可動域を拡大した。左肩挙上時の弾発現象と疼痛は消失し、術後6ヵ月で体操競技に完全復帰した。術後1年半で再脱臼を認めず経過良好である(図5A, 5B)。

## 考 察

習慣性胸鎖関節脱臼はほとんどが前方脱臼で、全身弛緩性を有する若年者に上肢挙上位での動作やス

ポーツ活動が加わり発症することが多いといわれている<sup>1,2)</sup>。

習慣性胸鎖関節脱臼の治療について、Rockwoodらは37例の平均8.3年のフォローアップでの成績を報告している<sup>1)</sup>。保存療法29例中26例が亜脱臼の残存を認めたが疼痛、不快感は23例で消失し概ね良好な成績であったのに対し、手術例8例はすべて成績不良であったと述べている。しかしこの8例は他院で手術された症例が含まれており、術式の内訳が靱帯再建術4例、鎖骨近位端切除術3例、鎖骨骨切り術が1例と術式に問題があった可能性も否定できない。中川らは本邦での手術報告例を文献調査し<sup>2)</sup>、いずれも術後2年以内の短期成績ではあるが再脱臼は15例中5例とRockwoodの報告<sup>1)</sup>よりは良好な成績であったと報告している。しかし中川らがフォローしえた保存的治療例4例5関節の平均8.6年での成績はやはり良好であったことから手術適応は慎重に決めるべきと述べている<sup>2)</sup>。

術式に関しては大きく関節固定術、鎖骨近位端切除術、靱帯再建術に分けられる。胸鎖関節は冠状面、水平面でそれぞれ35~40°、回旋においては30~45°の可動域を有する<sup>3)</sup>ため関節固定術は肩関節の可動域制限につながり適応は限定的である。また鎖骨近位端切除術は筋力低下、易疲労性、倦怠感および疼痛の残存、胸郭出口症候群の発症などの合併症が報告されており<sup>1)</sup>、自家腱を用いた靱帯再建による関節機能の再建が主流となっている。再建法としては肋鎖靱帯を大腿筋膜で再建するSpeed法<sup>4)</sup>や同靱帯を有茎の鎖骨下筋腱で再建するBurrows法<sup>5)</sup>などのほかにSpencerらは半腱様筋腱を用いた8字締結法で胸鎖靱帯を再建する術式を報告している<sup>6)</sup>。またRockwoodらは鎖骨近位端を切除し胸鎖靱帯を鎖骨髄内に縫着する術式を報告している<sup>7)</sup>。

Spencerらは新鮮解剖屍体を用い前述のBurrows法<sup>5)</sup>、Rockwood法<sup>7)</sup>と半腱様筋腱を用いた8字締結法の3種類の術式による再建術後の破綻強度を調査し、8字締結法の強度が最も強かったことを報告した<sup>6)</sup>。自験例では半腱様筋腱を採取した場合、術後の膝屈曲筋力低下から器械体操への競技復帰が遅れることを懸念し、患側の長掌筋腱を移植腱として用いた。同様の方法はわれわれの渉猟しえた範囲では認められなかったが、再脱臼を認めず、パフォーマンス

ンスレベルの低下もないことから有用な術式と考えられた。

大半が10歳代に発症する<sup>2)</sup>本疾患の手術時期は難しい問題である。鎖骨内側端の骨端は長管骨の中でも骨化が遅く、18～20歳まで骨化せず、23～25歳まで鎖骨に癒合はしないとされている<sup>8)</sup>。中川ら<sup>2)</sup>のまとめた本邦報告例14例16肩のうち13例15肩が17歳までに手術をされており、Rockwoodら<sup>1)</sup>の報告した8例の手術例も年齢記載のある6例のうち2例が10歳代(14歳と15歳)であったが、成長障害に関しては言及されていない。過去の報告では12歳で手術を行なった片岡らの報告<sup>9)</sup>が最年少であった。自験例も12歳で手術を施行したが、10歳で発症し2年間保存的治療を行なうも競技復帰できず手術を希望したため、これ以上保存的に経過をみるには限界であった。自験例は12歳、149cmとまだ成長が見込まれる時期ではあったが、四肢長管骨に比べると胸郭の大きさは成人との差が小さく、成長障害の影響は少ないと思われる。しかし鎖骨および胸郭の成長への影響について今後も定期的な経過観察を要すると考えている。

## 文 献

- 1) Rockwood CA Jr et al : Spontaneous atraumatic anterior subluxation of the sternoclavicular joint. J Bone Joint Surg Am, 71-A : 1280-1288, 1989.
- 2) 中川照彦ほか：習慣性胸鎖関節脱臼の臨床像と自然経過. 肩関節, 25 : 515-519, 2001.
- 3) Rockwood CA Jr et al : Disorders of the sternoclavicular joint. In : Rockwood CA Jr et al, ed. The Shoulder. 3rd edition. Saunders, Philadelphia : 597-653, 2004.
- 4) Speed JS : Campbell's Operative Orthopaedics. Vol.1, Mosby Co, St. Louis : 357-358, 1963.
- 5) Burrows HJ : Tenodesis of subclavius in the treatment of recurrent dislocation of the sternoclavicular joint. J Bone Joint Surg Br, 33-B : 240-243, 1951.
- 6) Spencer EE et al : Biomechanical analysis of reconstructions for sternoclavicular joint instability. J Bone Joint Surg Am, 86-A : 98-105, 2004.
- 7) Rockwood CA Jr et al : Resection arthroplasty of the sternoclavicular joint. J Bone Joint Surg Am, 79-A : 387-393, 1997.
- 8) 山口 健ほか：胸鎖関節脱臼. 高岸憲二編. 肩関節外科の要点と盲点(整形外科 Knack & Pitfalls). 文光堂, 東京 : 194-197, 2008.
- 9) 片岡洋一ほか：外傷の既往なく発症した習慣性胸鎖関節脱臼の1例. 整・災外, 26 : 949-952, 1983.

# 投球の加速期における肩複合体の運動

## Kinetic Chain of Shoulder Complex During Acceleration Phase in Throwing Motion

宮下 浩二<sup>1)</sup> Koji Miyashita

小林 寛和<sup>2)</sup> Hirokazu Kobayashi

### ● Key words

Throwing motion : Shoulder complex : Kinetic chain

### ● 要旨

投球の加速期における肩複合体の角度変化量に着目した。肩甲上腕関節運動と肩甲骨・胸椎の角度変化量の相関分析をした。大学野球選手20名を対象に投球時の関節角度を三次元動作解析した。肩甲上腕関節外旋角度、肩甲骨後傾角度、胸椎伸展角度を算出した。加速期における肩甲上腕関節外旋角度、肩甲骨後傾角度、胸椎伸展角度の角度変化量をもとめ、各関節の角度変化量の相関分析をした。肩甲上腕関節の角度変化量と肩甲骨の角度変化量の間、および肩甲上腕関節と、肩甲骨・胸椎の角度変化量の総和の間には有意な負の相関がみられた。加速期の肩甲骨の前傾運動や胸椎屈曲運動が妨げられると肩甲上腕関節の内旋運動が大きくなることが示された。

### はじめに

投球障害の予防やリハビリテーションでは、投球時に肩甲上腕関節に加わるストレスを軽減することが主目的となる。そのためには、投球動作の改善や肩複合体の機能向上が重要となる<sup>1-4)</sup>。われわれは、投球動作の加速期における肩複合体の運動を、肩甲上腕関節、肩甲骨、および肩甲胸郭関節の構成要素としての胸椎に分けて分析してきた<sup>5)</sup>。そのなかで、肩複合体の運動様式について分類を試み、加速運動に関与する割合から、加速運動には肩甲上腕

関節に加えて、肩甲骨や胸椎も貢献していることを明らかにし、肩甲骨および胸椎運動の重要性を提示してきた<sup>6)</sup>。また、肩最大外旋においても、肩甲上腕関節外旋角度と肩甲骨後傾角度には負の相関があることを示し、肩甲骨運動の重要性も提言した<sup>7)</sup>。

今回は、投球障害肩の発生頻度の高い位相である加速期において、肩複合体の各関節の運動が相互に影響しているという仮説のもと、肩甲上腕関節、肩甲骨、胸椎の角度変化量の相関分析を目的とした。

宮下浩二

〒487-8501 春日井市松本町1200

中部大学生命健康科学部理学療法学科

TEL 0568-51-9162/FAX 0568-51-9162

kmiyashita@isc.chubu.ac.jp

1) 中部大学生命健康科学部理学療法学科

College of Life and Health Sciences, Chubu University

2) 日本福祉大学健康科学部リハビリテーション学科

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Nihon Fukushi University



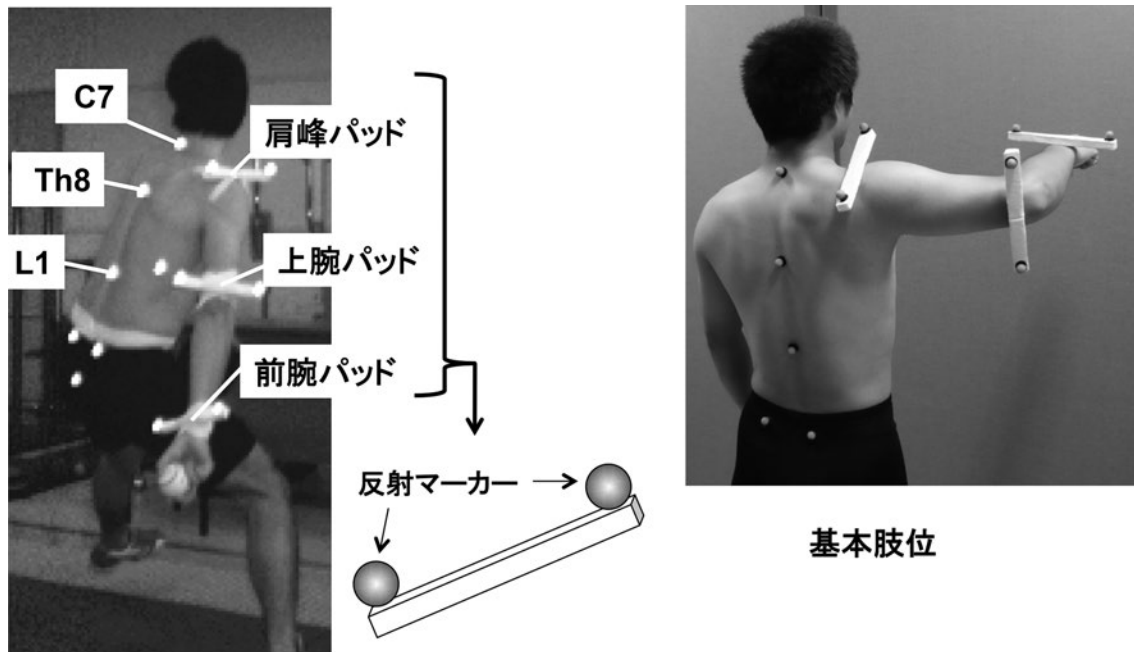


図1 ランドマークと基本肢位

## 対象と方法

### 1. 対象

本研究の対象は大学野球選手20名とした。平均年齢(±標準偏差)は $22.2 \pm 1.5$ 歳、身長 $173.2 \pm 5.1$ cm、体重 $66.5 \pm 7.2$ kg、野球歴 $9.9 \pm 3.6$ 年であった。全員右投げであった。ポジションは投手5名、捕手2名、内野手8名、外野手5名であった。選定条件として測定時に肩や肘関節に疼痛がないこととした。全員、本研究の趣旨に同意した。本研究は中部大学生倫理審査委員会の承認を得た。

### 2. 投球動作の撮影

投球動作の撮影は実験室内で行なった。対象から5m離れた位置に防球ネットを設置した。ネットの中央に3cm角の標的を貼付した。対象は上半身裸体とし、スパッツおよび人工芝用スパイクシューズを着用させた。直径1cmの反射マーカを第7頸椎棘突起、第8胸椎棘突起、第1腰椎棘突起に貼付した。また右肩峰、右上腕遠位端背側面、右前腕遠位端背側面に、ウレタン素材のテーピング用パッドを20cmの棒状に裁断して貼付した。このパッドの

両端にも反射マーカを貼付した。肩峰のパッドは肩峰の形状に沿って前後方向に、上腕と前腕は各長軸と直交するように棒状のパッドを位置させた(図1)。

対象の周囲に3台の高速カメラ(フォーアシスト社製 IEEE1394b 高速カメラ FKN-HC200C)を設置した。コマスピードは1/200秒とし、3台のカメラを同期して撮影した。対象に十分にウォーミングアップさせた後に標的に向けて全力投球させた。3球のなかで、標的の最も近くに投球できた試技を選択し、分析した。PC画像に対して、1/200秒毎に各反射マーカをプロットした。DKH社製三次元ビデオ動作解析システム Frame-DIAS IIを用いて Direct Linear Transformation method<sup>8)</sup>により各反射マーカの三次元座標値を得た。分析した位相は、ワインドアップ期以降の左足部接地からリリースまでとし、この期間を100%に規格化した。肩全体の最大外旋時(MER)からリリース時までを加速期とした。

### 3. 関節角度の算出

得られた座標値からMERを算出するために肩全体の外旋角度(肩外旋角度)を算出した(図2A)。この角度は、体幹に対して前腕がなす角度で、肩全体



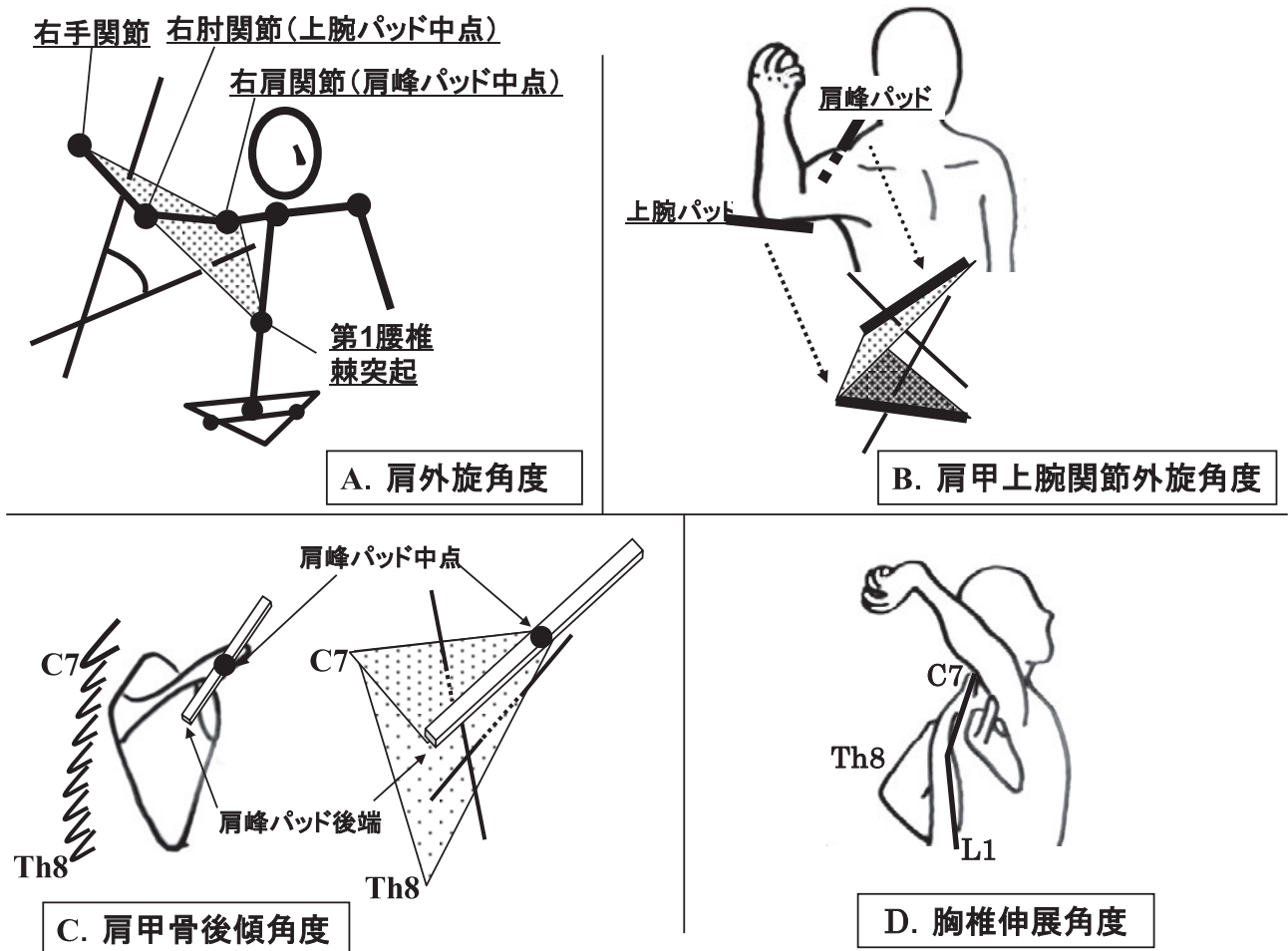


図2 各関節角度の算出方法

の外旋角度であり、見かけ上の肩外旋角度となる。この角度は以下の方法を用いて算出した<sup>4)</sup>。まず、右手関節（前腕に貼付したパッドの midpoint）、右肘関節（上腕に貼付したパッドの midpoint）、右肩（肩峰に貼付したパッドの midpoint）の3点からなる平面の法線ベクトルと、右肘関節、右肩、第1腰椎棘突起の3点からなる平面の法線ベクトルを算出した。次にこの2つの法線ベクトルの内積を求め、その余弦から2つの平面のなす角度を算出した。外旋方向への運動をプラス、内旋方向への運動をマイナスとして表記した。各角度表記については、図1の肢位を基本肢位とし、この時の角度を0°とした。

肩外旋角度から MER を算出した後、肩甲上腕関節外旋角度、肩甲骨後傾角度、胸椎伸展角度をもとめた。各角度は以下の方法により算出した<sup>3)</sup>。各角

度表記については、図1の肢位を基本肢位とし、この時の角度を0°とした。

1) 肩甲上腕関節外旋角度

肩甲骨と上腕骨で生じる外旋角度であり、肩甲上腕関節における外旋角度を示す（図2B）。肩峰のパッド両端の点（マーカー）と上腕のパッドの外側端の点の3点からなる平面の法線ベクトルと、上腕のパッドの両端と肩峰のパッドの後方端の3点からなる平面の法線ベクトルを算出し、肩外旋角度と同様に算出した。外旋運動をプラス、内旋運動をマイナスとした。

2) 肩甲骨後傾角度

肩甲骨が後方に傾斜する角度であり、主に肩甲骨胸郭関節の矢状面上での運動を示す（図2C）。肩峰に貼付したパッドの後方端と同パッドの midpoint および第

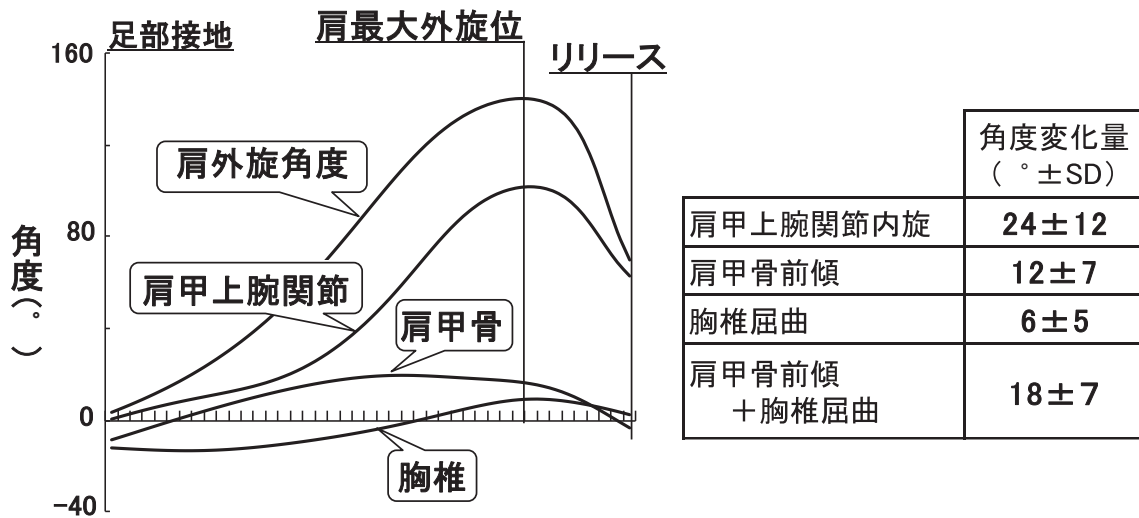


図3 加速期における各関節の角度変化量

7頸椎棘突起の3点からなる平面の法線ベクトルと、第7頸椎棘突起と肩峰のパッドの midpoint および第8胸椎棘突起の3点からなる平面の法線ベクトルを算出し、肩外旋角度と同様に算出した。後傾運動をプラス、前傾運動をマイナスとした。

### 3) 胸椎伸展角度

胸椎全体の伸展運動の値であり、2直線のなす角度を代用値とした(図2D)。第7頸椎棘突起と第8胸椎棘突起の結線と、第8胸椎棘突起と第1腰椎棘突起の結線の内積を求め、その余弦から角度を算出した。伸展運動をプラス、屈曲運動をマイナスとした。

各角度を算出した後、加速期における関節の角度変化量を算出した。これは、肩外旋角度の最大値である肩最大外旋位およびリリースにおける肩甲上腕関節外旋角度、肩甲骨後傾角度、胸椎伸展角度を求め、その差から加速期における角度変化量として算出した。また肩甲上腕関節以外の要素を求めるため、肩甲骨と胸椎の角度変化量の総和も算出した。

## 4. 統計処理

各関節の角度変化量をもとに、①肩甲上腕関節と肩甲骨、②肩甲上腕関節と胸椎、③肩甲上腕関節と肩甲骨・胸椎の角度変化量の総和、および④肩甲骨と胸椎との相関についてピアソンの相関関係を用いて統計学的に分析した。危険率5%未満を有意とした。

## 結 果

### 1. 加速期における関節の角度変化量

加速期において、肩甲上腕関節は $24 \pm 12^\circ$ 内旋し、肩甲骨は $12 \pm 7^\circ$ 前傾し、胸椎は $6 \pm 5^\circ$ 屈曲した(図3)。肩甲骨前傾と胸椎屈曲の角度変化量の総和は $18 \pm 7^\circ$ であった。

### 2. 各関節の角度変化量の相関

肩甲上腕関節の角度変化量と肩甲骨の角度変化量の間には有意な負の相関がみられた( $r = -0.57, p < 0.01$ )(図4)。肩甲上腕関節と胸椎の間には有意な相関はみられなかったが( $r = 0.02, p = 0.93$ )(図5)、肩甲上腕関節と、肩甲骨と胸椎の角度変化量の総和の間には有意な負の相関がみられた( $r = -0.57, p < 0.01$ )(図6)。肩甲骨と胸椎の間には負の相関がみられたが有意ではなかった( $r = -0.38, p = 0.10$ )(図7)。

## 考 察

投球障害肩のリハビリテーションにおいて、投球動作と肩関節機能の改善は必要不可欠である<sup>2)</sup>。とくに投球動作における肩甲胸郭関節の機能は非常に重要である<sup>4)</sup>。Burkhartら<sup>3)</sup>は、投球障害肩を生じた野球選手の肩甲骨のアライメント異常や機能低下

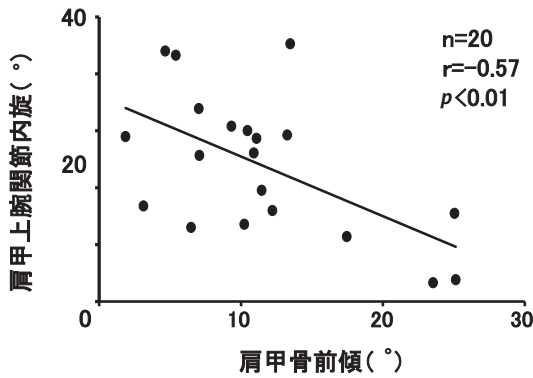


図4 肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾の相関

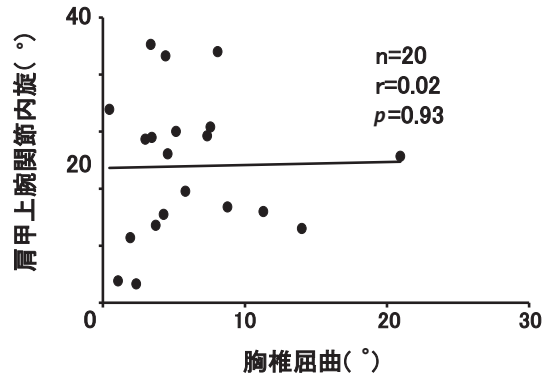


図5 肩甲上腕関節内旋と胸椎屈曲の相関

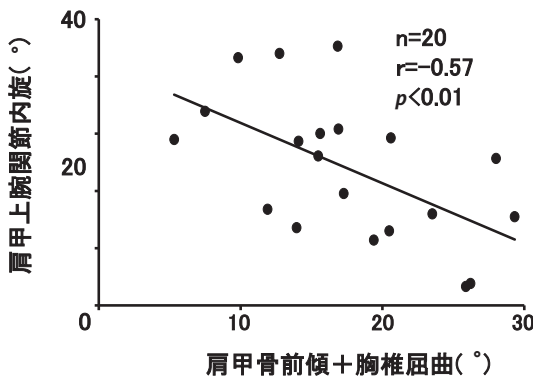


図6 肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾・胸椎屈曲の総和の相関

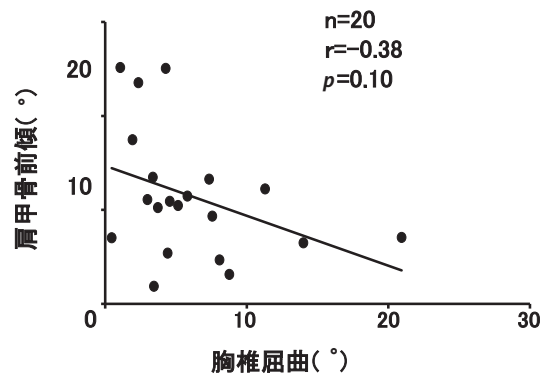


図7 肩甲骨前傾と胸椎屈曲の相関

を示し、投球障害肩の発生との関係について報告した。また、Kiblerら<sup>1)</sup>は運動連鎖の視点から、肩甲胸郭関節と肩甲上腕関節の運動に関する概念を提示し、肩甲骨の動きの重要性を説いてきた。いずれも、肩甲骨の可動性の低下は投球時に肩甲上腕関節へのストレスを増すこととなり、投球障害肩の主要因と考えている。

本研究の結果は、投球の加速期における加速運動に関与する肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾の角度変化量に有意な負の相関があった。これは肩甲骨前傾運動が減少すると肩甲上腕関節内旋運動が増加することを意味しており、Kiblerの概念を支持することとなった。投球障害肩の予防やリハビリテーションでは、肩甲胸郭関節の機能を向上し、必要となる運動を獲得することで肩甲上腕関節の運動を減少させ、その結果、加わるストレスを減弱できると推察できる。

また肩複合体は肩甲上腕関節と肩甲骨のみならず、肩甲骨運動の土台となる胸郭や胸椎も重要な構成要素となる。投球動作の加速運動に必要な肩複合体における運動は、肩甲上腕関節内旋運動、肩甲骨前傾運動、胸椎屈曲運動となる。これら3つの関節運動のうち、われわれの先行研究<sup>6)</sup>では、加速期における角度変化量が最も大きかった関節を加速運動の主体と仮定し、対象を3つのタイプに分類した。その結果、肩甲上腕関節の角度変化(肩甲上腕関節内旋運動)が最も大きいタイプが50%、肩甲骨の角度変化(肩甲骨前傾運動)が最も大きいタイプが31%、胸椎の角度変化(胸椎屈曲運動)が最も大きいタイプが19%であった。つまり、投球の加速運動は決して肩甲上腕関節を主体としているとは限らず、肩甲骨や胸椎の運動に依存している者も50%に至っていた。なかには、肩甲上腕関節の運動が加速期にほとんど生じていない者もいた。さまざまな先行研究と同様にこの結果からも肩甲骨や胸椎の運

動の獲得は投球障害肩の予防に有効になると考えられる。

一方、今回の結果では、肩甲上腕関節内旋と胸椎屈曲の角度変化量については有意な相関がみられなかった。これは、胸椎と肩甲上腕関節は構造的に隣接せず、肩甲骨を介しているためと考える。また、今回の結果では胸椎と肩甲骨の間には有意ではなかったが、負の相関がみられたことから、胸椎の角度変化の結果を肩甲骨の運動が補正している可能性があるかと推察される。つまり、胸椎の運動が少ないときには肩甲骨の運動が増加し、胸椎の運動が多い場合は肩甲骨の角度変化が少なくなると考える。また、肩甲骨と胸椎の角度変化量を合計すると肩甲上腕関節の角度変化量とは負の相関があった。現実的には、肩甲上腕関節にストレスを加えないために、胸椎、肩甲骨が1つの機能的ユニットとなり、共同して一定の運動をしていると解釈すべきであろう。

投球障害肩の発生と肩甲骨や胸郭・胸椎の運動に関する研究は数多いが、十分な解明には至らず、検討項目が多い現状にある。投球障害肩の予防やリハビリテーションでは、肩の運動を複合体としてとらえ、同時に各分節の運動を分析する必要がある。そこから得られた情報を、投球動作に活用し、反映していくことが重要になると考える。

なお、本研究の限界としては、外旋運動について関連する関節運動を分析にとどまっていることである。投球動作の加速運動は肩の水平屈曲運動や肩甲骨の外転運動および体幹の回旋なども参画しており、これらの分析も必要と考える。また本研究のように皮膚状にパッドや反射マーカーなどを貼付する方法では皮膚の状態を含んでしまうことは避けられない限界であるが、投球動作分析にとっては常に改良が必要となるため、今後の課題としたい。

## 結 語

投球の加速期における肩甲上腕関節、肩甲骨、胸椎の角度変化量を算出し、各関節角度変化量の相関を分析した。肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾の角度

変化量、および肩甲骨前傾・胸椎屈曲の角度変化量の総和の間に有意な負の相関があった。投球障害肩の対応として、肩甲骨や胸椎の運動の重要性が確認された。

## 文 献

- 1) Kibler WB et al : Pathomechanics of the throwing shoulder. Sports Med Arthrosc, 20 : 22-29, 2012.
- 2) Limpisvasti O et al : Understanding shoulder and elbow injuries in baseball. J Am Acad Orthop Surg, 15 : 139-147, 2007.
- 3) Burkhart SS et al : The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology Part III : The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. Arthroscopy, 19 : 641-661, 2003.
- 4) Pappas AM et al : Biomechanics of baseball pitching. Am J Sports Med, 13 : 216-222, 1985.
- 5) Miyashita K et al : Glenohumeral, Scapular, and Thoracic Angles at Maximum Shoulder External Rotation in Throwing. Am J Sports Med, 38 : 363-368, 2010.
- 6) 宮下浩二ほか：投球動作における肩複合体の運動様式の分類。整スポ会誌, 30 : 113-118, 2010.
- 7) 宮下浩二ほか：投球動作の肩最大外旋角度に対する肩甲上腕関節と肩甲胸郭関節および胸椎の貢献度。体力科学, 58 : 379-386, 2009.
- 8) Abdel-Aziz YI et al : Direct linear transformation from comparator coordinates in close-range photogrammetry. In Proceedings American Society of Photogrammetry Symposium on Close-Range Photogrammetry. Falls Church, VA, American Society of Photogrammetry Symposium on Close-Range Photogrammetry, 1-19, 1971.



# アメリカンフットボール選手の外傷性肩関節 前方不安定症の治療成績

## Clinical Outcome After Arthroscopic Stabilization for Traumatic Anterior Glenohumeral Instability in American Football Players

山川 晃<sup>1,2)</sup> Akira Yamakawa 菅谷 啓之<sup>1)</sup> Hiroyuki Sugaya  
高橋 憲正<sup>1)</sup> Norimasa Takahashi 河合 伸昭<sup>1)</sup> Nobuaki Kawai  
永井 宏和<sup>1)</sup> Hirokazu Nagai 星川 吉光<sup>2)</sup> Yoshimitsu Hoshikawa

### ● Key words

外傷性肩関節前方不安定症, アメリカンフットボール, 鏡視下手術

### ● 要旨

目的: アメリカンフットボール選手の外傷性肩関節前方不安定症の特徴と鏡視下手術成績を報告すること。

対象と方法: 2004年1月から2011年3月までに鏡視下手術を施行し, 術後1年以上経過観察可能であった23例26肩を対象とした。初回脱臼の原因, ポジション, 術中所見, 再脱臼率, 競技復帰状況を検討した。

結果および結論: 初回脱臼は, ほぼ全例競技中に生じ, タックルが10肩で最も多く, ポジション別ではディフェンスバックが7肩で最も多かった。術中所見では, 骨性バンカート病変を20肩(77%)に認めた。再脱臼は1例(5.3%)のみであった。検診可能であった19肩の競技復帰状況は, 術前競技レベルへの復帰は12肩で, 試合復帰時期は術後平均8.0ヵ月であった。

### はじめに

アメリカンフットボールは, タックルやブロックといった高エネルギーの衝突を繰り返すスポーツで, コリジョンスポーツの代表とされている。肩の外傷は, 手, 膝, 足関節に次いで多く, 外傷全体の

10~20%を占めており, 競技特性や受傷機転からディフェンス選手での受傷が多い。また, 肩の外傷のなかで肩関節前方不安定症の割合は, 肩鎖関節脱臼に次いで2番目に多いが, 手術を要する外傷としては最も多い<sup>1)</sup>。

コリジョンアスリートの外傷性肩関節前方不安定症に対する治療成績は, 再脱臼率に関し鏡視下手術

山川 晃  
〒104-8560 東京都中央区明石町9-1  
聖路加国際病院整形外科  
TEL 03-3541-5151

1) 船橋整形外科スポーツ医学センター  
Funabashi Orthopedic Sports Medicine Center  
2) 聖路加国際病院整形外科  
St. Luke's International Hospital Orthopedic Surgery

に比べて直視下手術の成績が優るとい報告例が多い<sup>2,3)</sup>。

しかし、われわれは1999年以降コリジョンアスリート(ラグビー選手とアメリカンフットボール選手)に対して全例に鏡視下手術を行ない、良好な治療成績を得ていることを報告した<sup>4)</sup>。一方でラグビーとアメリカンフットボールは、防具を着用する点やルールに関し異なる点が多い。研究の目的は、アメリカンフットボール選手の外傷性肩関節前方不安定症の特徴と鏡視下手術成績を報告することである。

## 対象と方法

2004年から2011年までの期間に外傷性肩関節前方不安定症の診断で関節鏡視下手術を施行したアメリカンフットボール選手23例26肩を対象とした。臨床成績の評価に関しては、術後1年以上経過観察可能であった17例19肩を対象とした。全例男性で両側例は2例であった。手術時平均年齢は21歳(16~27歳)で術後平均経過観察期間は40ヵ月(12~83ヵ月)であった。手術時の競技レベルは社会人6肩、大学生15肩、高校生5肩であった。

検討項目は、初回脱臼時の受傷機転、ポジション別割合、手術所見、臨床成績として術前後の可動域の推移、Roweスコア、スポーツ復帰状況、再脱臼率および患側でタックルに行くことができるかに関するアンケート調査である。統計学的検討はWilcoxonの符号付順位検定を用いた。

### 1. 手術方法

全例、全身麻酔下ビーチチェア一位で行なっている。関節唇を十分に剝離した後辺縁の軟骨を削り、4個のアンカーを使用し高強度糸を用いて下肩甲上腕靭帯(IGHL)の緊張に重点を置いてバンカート病変を修復する<sup>5)</sup>。骨性バンカート病変は骨片ごと修復し合併損傷を認める症例ではその処置を行なう<sup>6)</sup>。関節包断裂やHAGL病変はバンカート病変に先立ち修復する。上方関節唇損傷(SLAP病変)に対しては、その部位や病変の範囲に応じて切除または修復を行なっている。腱板疎部縫合は高強度糸2~3本を用いて最大外旋位に行なう<sup>7)</sup>。

### 2. 後療法

術後外固定を3週間行ない、その間等尺性筋力訓練と脊椎や胸郭の可動性を向上させる運動も合わせて行なう。固定装具を除去後は体幹や肩甲帯の運動に加え、上腕骨頭が関節窩への求心位がとれるように腱板筋群の促通と、周囲筋のスパズム除去を目的とした徒手療法を行なう。3ヵ月間は局所の組織学的治癒に重要な時期と考え、手術部位縫合部に過剰なストレスをかけないように指導し、術後3ヵ月で可動域の改善が得られれば徐々に肩甲胸郭の柔軟性や体幹の安定性の獲得を目的とした筋力強化訓練やタックル動作などのスキルアップトレーニングを開始する。術後5ヵ月以降で競技復帰に向けたアスレティックリハビリテーションを行ない、術後6ヵ月以降で肩甲胸郭機能に問題がなければコンタクトプレーを許可している。

## 結 果

### 1. 初回受傷機転

初回脱臼はほぼ全例競技中に生じており、タックル時の受傷が10肩(39%)と最も多く、次いでブロックの際などに腕をもっていかれての外転外旋強制が7肩(27%)であった(図1)。

### 2. ポジション別割合

ポジション別割合は、ディフェンスバックが7肩(27%)と最も多く、次いでワイドレシーバー、デフェンシブラインマン、ラインバッカーと続いた(図2)。

### 3. 手術所見

合併損傷として、骨性バンカート病変を20肩(77%)、SLAP病変を16肩(62%)、腱板関節面断裂を2肩(8%)、関節包断裂を1肩(4%)、HAGL病変を1肩(4%)に認めた。16肩のSLAP病変の内訳はType I 5肩、Type II 5肩、Type III 1肩、Type V 5肩であった。

全例に鏡視下バンカート修復術を行ない、腱板疎部縫合を26肩中22肩、SLAP修復はSLAP病変を認めた16肩中10肩(Type II 4肩、Type III 1肩、Type V 5肩)に施行した。

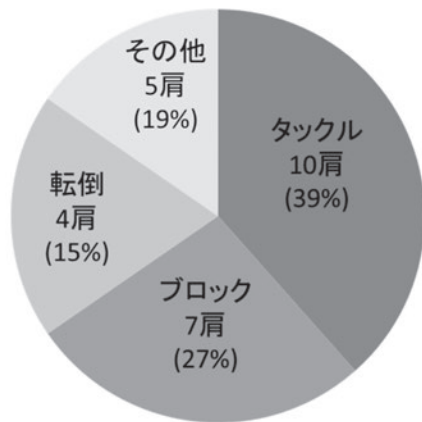


図1 初回脱臼の受傷機転の割合 (N=26)

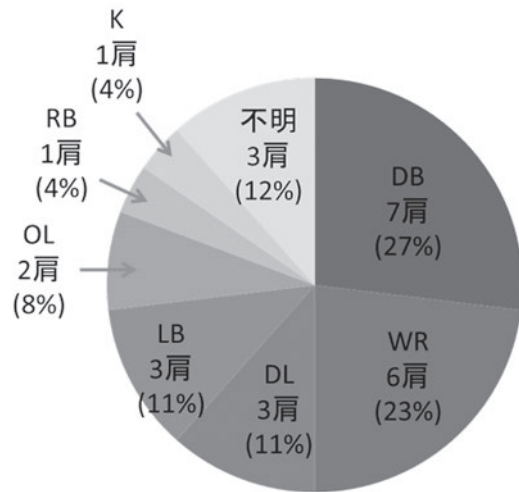


図2 初回脱臼の際のポジションの割合 (N=26)

DB : Defensive back  
 WR : Wide receiver  
 DL : Defensive line  
 LB : Linebacker  
 OL : Offensive line  
 RB : Running back  
 K : Kicker

#### 4. 臨床成績

検診可能であった19肩を対象とした競技復帰状況は、術前競技レベルへの復帰は12肩でその他、他競技への転向4肩、社会的理由での引退3肩であった。競技復帰した12肩に関して平均練習復帰時期は6.3ヵ月(2~12ヵ月)、試合復帰時期は8ヵ月(3~18ヵ月)であった。下垂位外旋可動域は術前平均59°(10~85°)から術後平均63°(50~85°)と有意差を認めなかった( $p=0.34$ )。

Roweスコアは術前平均33.8点(5~55点)から術後平均92.5点(30~100点)に有意に改善した( $p<0.05$ )。

術後再脱臼は1例のみで再脱臼率は5.3%であった。症例は術後12ヵ月で試合復帰したが、術後30ヵ月で試合中にタックルされた際に腕をもっていかれて再受傷した。その後、再度鏡視下手術を行ない、術後27ヵ月現在再脱臼を認めておらず競技復帰している。

競技復帰した12肩に対して「患側でタックルに行くことができますか?」というアンケートを行なった結果は、「A:まったく問題なし」7肩、「B:可能だが不安感あり」5肩、「C:恐怖感があり反対側でタックル」0肩であった。

#### 考 察

アメリカンフットボールにおける初回脱臼の受傷機転は、タックルやブロックの際の受傷が半数以上

を占めており、ポジション別の割合ではディフェンスが半数以上を占める結果となった。Kaplanらは、アメリカンフットボールでの外傷性肩関節前方不安定症はタックルやパスプレーでのブロックの機会が多いデフェンスポジションにおいて多くみられると報告している<sup>1)</sup>。われわれの報告は、これを支持する結果となった。

Sugayaらは反復性肩関節脱臼に占める骨性バンカート病変の頻度は50%程度と報告している<sup>8)</sup>。今回の結果では、骨性病変を77%に認め、当院での野球(36%)、格闘技(56%)、テニス(46.7%)などのスポーツにおける外傷性肩関節前方不安定症の骨性バンカート病変の頻度に比べて高頻度であった<sup>9~11)</sup>。これはほかのスポーツ競技に比べてアメリカンフットボールは高エネルギーの外力に伴う受傷であることや、前述したタックル動作などの受傷機転が、骨性病変を伴いやすい機序であることが考えられる。

術後再脱臼は1例のみで再脱臼率は5.3%であった。これは過去のコリジョンアスリートに対する鏡視下手術の報告例と比較しても極めて良好な成績で

あった<sup>3, 12, 13)</sup>。前述したようにアメリカンフットボール選手の本疾患では、骨性バンカート病変が高頻度で、その術前評価と術中の修復が良好な臨床成績に大きく関わると考えられる。よって、過去の報告では成績が悪いとされてきたコリジョンアスリートに対する鏡視下手術は、アメリカンフットボール選手の治療法として有効であると考えられた。

一方で競技復帰した選手の40%程度は、タックルは可能であるが不安感を自覚していた。再脱臼や不完全復帰はタックルなどの技術レベルも影響しているとの報告がなされており、術後再脱臼率やタックルに対する不安感を改善していくためには、術中の的確な処置に加えて、タックルスキルの訓練を含む術後のアスレティックリハビリテーションが不可欠であると思われる<sup>14)</sup>。

## 結 語

アメリカンフットボール選手における外傷性肩関節前方不安定症の特徴として、初回脱臼の原因としてはタックルによる受傷が最も多く、ポジション別ではタックルやブロックの機会が多いディフェンス選手に多かった。鏡視下手術成績は良好であったが、再脱臼を予防するためには、術後のアスレティックリハビリテーションが不可欠であると思われる。

## 文 献

- 1) Kaplan LD et al : Prevalence and variance of shoulder injuries in elite collegiate football players. *Am J Sports Med*, 33 : 1142-1146, 2005.
- 2) Pagnani MJ et al : Surgical treatment of traumatic anterior shoulder instability in American football players. *J Bone Joint Surg Am*, 84 : 712-715, 2002.
- 3) Larrain MV et al : Arthroscopic management of traumatic anterior shoulder instability in collision athletes : analysis of 204 cases with a 4- to 9- year follow up and results with the suture anchor technique. *Arthroscopy*, 22 : 1283-1289, 2006.
- 4) 永井宏和ほか : アメフト・ラグビー選手の外傷性肩関節前方不安定症の手術成績. *肩関節*, 36 : 865-869, 2012.
- 5) 菅谷啓之 : 私のアプローチ. 菅谷啓之, 実践反復性肩関節脱臼—鏡視下バンカートのABC. 金原出版株式会社, 東京 : 100-106, 2010.
- 6) Sugaya H et al : Arthroscopic osseous bankart repair for chronic recurrent traumatic anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 87 : 1752-1760, 2005.
- 7) 高橋憲正ほか : 反復性肩関節前方不安定症に対する鏡視下手術—補強手術としての鏡視下腱板疎部縫合術の有用性. *関節鏡*, 30 : 57-60, 2005.
- 8) Sugaya H et al : Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 85 : 878-884, 2003.
- 9) 高橋憲正ほか : 競技レベルの野球選手に対する反復性肩関節脱臼の治療成績. *肩関節*, 36 : 367-371, 2012.
- 10) 田中基貴ほか : オーバーヘッド競技者の利き手側の反復性肩関節脱臼の手術成績. *肩関節*, 36 : 851-855, 2012.
- 11) 島田憲明ほか : 格闘技選手の反復性肩関節前方不安定症に対する鏡視下手術成績. *肩関節*, 36 : 373-376, 2012.
- 12) Cho NS et al : Arthroscopic stabilization in anterior shoulder instability : ollision athletes versus noncollision athletes. *Arthroscopy*, 22 : 947-953, 2006.
- 13) Rhee YG et al : Anterior shoulder stabilization in collision athletes. *Am J Sports Med*, 34 : 979-985, 2006.
- 14) 山田睦雄 : ラグビー選手のタックルと外傷性肩関節不安定症について—正しいスキルとアスレティックリハビリテーション—. *臨スポーツ医*, 25 : 709-718, 2008.



# 日本整形外科スポーツ医学会 (JOSSM) Traveling Fellow 報告記

北海道大学大学院医学研究科機能再生医学講座

運動機能再建医学分野 近藤 英司

University of Pittsburgh  
(7/15 ~ 7/18)

## はじめに

筆者は、第1回 JOSSM トラベリングフェローとして金森章浩先生、および三幡輝久先生とともに2012年7月11日から約2週間、米国整形外科スポーツ医学会 (AOSSM) 学術集会および米国の3つの医療機関を訪問致しましたので、その概要を報告させていただきます (図1)。

## AOSSM 2012 Annual Meeting (7/12 ~ 7/15)

最初は、ボルチモアで開催された AOSSM 学術集会に参加しました (図2)。4日間にわたり開催される AOSSM は、早朝6時から始まり午後は各種のワークショップが予定されています。スポーツ外傷・障害に関するシンポジウム、レクチャーなどがあり、とくに脳震盪、頭部外傷やその予防、競技スポーツ復帰が重要なテーマでした。会場の横には、ボルチモア・オリオールズの本拠地「カムデンヤーズ」があり、野球観戦も楽しみました。

ピッツバーグ大学医療センター (UPMC) は、非営利団体の経営による病院としては全米でも屈指の規模を有し、医療・保健の分野において革新的な発展を遂げ、医療センターのモデルとなっています。Freddie Fu 先生は、米国スポーツ医学分野のリーダーであり、日本からも多くの研究者を受け入れておられます。佐々木祐介先生、藤巻良昌先生、小林真先生、荒木大輔先生、高山孝治先生、由留部崇先生、下村和範先生らが臨床および研究に従事され、滞在中は深夜までわれわれの面倒を見て頂きました。手術は、2束 ACL 再建などを見学しました。UPMC Sports Performance Complex は、スポーツ医学の外來診療棟、リハビリテーション施設および研究センター、スティーラーズの室内・野外練習場から構成され、機能的な巨大な施設でした。食事はすべて Fu 先生がアレンジしてくださり、豪華な各国料理は最高でした。荒木大輔先生には、過密なスケジュールのなか、街のすべてを案内をして頂き非常に楽しい滞在となりました。最終日は、ACL ミ



図1 ①ボルチモア、②ピッツバーグ、③レキシントン、④ガルフブリーズ



図2 AOSSM 2012 Annual Meeting

ーティングに参加し充実した4日間を終えることができました。

### Shoulder Center of Kentucky, Lexington Clinic (7/18 ~ 7/22)

Shoulder Center of Kentucky は、「Mr. Scapula」と敬称される Ben Kibler 先生が、1983年に設立され多くのスポーツ選手の治療をされています。病院では肩甲骨周囲筋断裂に対する修復術や投球障害のリハビリテーションを紹介して頂きました。講演会では、筆者らの発表とともに、肩甲骨の機能、腱板損傷後のリハビリテーションなどの講演が行なわ



図3 Freddie Fu先生を囲んで



図4 Ben Kibler先生のご自宅でのパーティー

れました。レキシントンには緑豊かな美しい街で、サラブレッドの産地、バーボンウイスキーの産地としても有名です。最終日には、サラブレッドの牧場やウイスキー蒸留所を見学しました。夕食会では、Kibler先生のご自宅に招かれ、ケンタッキーダービーオフィシャルカクテルを作ったり、奥様の伴奏で州歌である My Old Kentucky Home を皆で合唱するなど暖かいおもてなしを受けました(図4)。

### Andrews Institute (7/22 ~ 7/25)

Andrews Institute は、MLBの選手が多く受診する病院であり、巨大なリハビリテーション施設、研究施設を併設し、米国の選手だけではなく、各国の代表チームにも使用されているようです。病院では、バイオメカニクスラボ、Athlete's Performance Center などの見学を行いました。手術は、UCL 再建術、上方関節唇修復術など見応えのある5例の見学をしましたが、4例が現役のメジャーリーガーでした。最後の夕食は、James Andrews先生のご自宅に招待され、先生自らバーベキューをしてくださいました。



図5 手術室にて  
左から三幡先生, James Andrews先生, 金森先生, 筆者(近藤)

## おわりに

今回のフェローシップは、別府諸兄先生をはじめとして国際委員会の先生方のご尽力により有意義な研修を受けることができました。また同行した金森先生、三幡先生の両先生には大変お世話になりました。稿を終えるにあたり、貴重な機会を与えてくだ

さいました JOSSM 理事長である高岸憲二先生、および国際委員会の先生方に深く御礼申し上げます。訪問先でお世話になった米国留学中の先生方に感謝申し上げます。フェローシップに応募する機会を与えて頂いた安田和則先生、および遠山晴一先生、北海道大学整形外科同門の先生方、スポーツ医学診療科の先生方に深謝いたします。