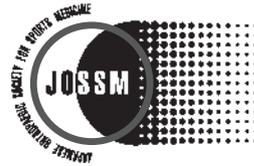


Japanese Journal of  
**ORTHOPAEDIC  
SPORTS  
MEDICINE**



一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会



# 目 次

## <第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「ACL再建術の術後評価」>

### 1. はじめに

北海道大学病院リハビリテーション部 遠山 晴一ほか …… 1

## <第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「ACL再建術の術後評価」>

### 2. 前十字靭帯再建膝に対する Open MRI を用いた回旋安定性の評価

Assessment of Rotatory Instability After Anterior Cruciate Ligament  
Reconstruction Using an Open Magnetic Resonance Imaging

九州大学大学院医学研究院整形外科 岡崎 賢ほか …… 3

## <第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「ACL再建術の術後評価」>

### 3. 解剖学的二重束 ACL再建術の短期成績とイメージマッチング法による術前回旋不安定性評価

Short-term Results of Anatomical Double Bundle Reconstruction for ACL  
Rupture and Evaluation of Rotatory Instability by the Image Matching Technique

京都大学大学院医学研究科整形外科 小林 雅彦ほか …… 9

## <第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「ACL再建術の術後評価」>

### 4. 高負荷荷重条件における前十字靭帯再建膝の動作解析

～一重束再建膝と解剖学的二重束再建膝の比較～

Knee Kinematics and Kinetics After ACL Reconstruction During a High-  
Demand Activity : Single Bundle vs. Anatomical Double Bundle

筑波学園病院スポーツ整形外科 御園生 剛ほか …… 14

## <第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「ACL再建術の術後評価」>

### 5. 前十字靭帯 (ACL) 再建術の術前後評価

—3次元電磁気センサーによる評価—

Quantitative Evaluation Before and After Anterior Cruciate Ligament (ACL)  
Reconstruction Using 3-D Electromagnetic Measurement System

神戸大学医学部整形外科 黒田 良祐ほか …… 21

<第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「ACL再建術の術後評価」>

6. 3次元加速度計を用いた膝前十字靭帯3線維束の動的不安定性の解析  
—死体膝8膝の検討—  
Evaluation of Rotational Instability of the Triple Bundle Anterior Cruciate Ligament with Use of Triaxial Accelerometer  
福岡大学医学部整形外科 前山 彰ほか …… 25
  
7. 外傷性肩関節前方不安定症を有する collision athlete  
対する鏡視下 Bankart と open Bristow 法の併用法  
Arthroscopic Bankart and Open Bristow Procedure for Traumatic Anterior Instability of the Shoulder in Collision Athlete  
聖路加国際病院整形外科 田崎 篤ほか …… 30
  
8. ラグビー競技会における医療体制向上と重症事故発生予防を目的とした安全度評価法の活用  
The Original Safety Assessment Scale for Rugby Football Competition  
宮崎大学医学部整形外科 田島 卓也ほか …… 35
  
9. 屈曲位 MRI を用いた膝前十字靭帯再建術後早期骨孔内変化の検討  
Assessment of the Biological Fixation After Single Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using MRI at the 60 Degree Flex Knee Position  
金沢大学大学院整形外科 中瀬 順介ほか …… 41
  
10. 鏡視下手術（肩，肘，膝，足関節）における関節灌流液の使用状況  
Usages of Irrigation Solution During Arthroscopic Surgery in Shoulder, Elbow, Knee, and Ankle Joints  
大阪大学大学院医学系研究科器官制御外科学（整形外科） 前 達雄ほか …… 46
  
11. スポーツ活動中に受傷した胸鎖関節後方脱臼の2例  
Posterior Dislocation of the Sternoclavicular Joint in Athletes  
— A Report of the Two Cases —  
愛知医科大学医学部整形外科 梶田 幸宏ほか …… 50
  
12. 成長期のスポーツ選手にみられた Femoral condyle irregularity  
Femoral Condyle Irregularity in Athletes During Growth Period  
東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニック 坂本佳那子ほか …… 55

13. 膝蓋外側滑膜ヒダ障害に対する鏡視下滑膜ヒダ切除術の経験  
Arthroscopic Resection of Lateral Synovial Plica  
金沢大学大学院整形外科 小坂 正裕ほか …… 60
14. 関節鏡視下 Bankart 修復術後早期に肩甲関節窩前下方骨欠損を認めた 1 例  
A Case of Early Glenoid Bony Defect After Arthroscopic Bankart Repair  
福井総合病院整形外科 山門浩太郎ほか …… 64
15. 臨床応用を目的とした投球動作解析システムの開発  
Development and Clinical Use of the GUI-based Kinematics and Kinetics  
Analysis System for the Throwing  
信原病院・バイオメカニクス研究所 田中 洋ほか …… 69
16. 重量級柔道選手の膝関節可動域の検討  
—前十字靭帯再建術との関係に着目して—  
Range of Motion of Knee Joints in Heavy Weight Judo Athletes, Recognizing  
Anterior Cruciate Ligament Reconstruction  
東海大学医学部外科学系整形外科学 植原 丈尋ほか …… 77
17. スポーツ選手に発生した膝蓋骨疲労骨折 11 膝の治療成績  
～発生因子に関する検討～  
Eleven Cases of Patellar Stress Fracture in Athletes : Influence of the Patella  
Height  
金沢大学大学院整形外科 虎谷 達洋ほか …… 81
18. 高校野球投手における投球側内旋可動域制限の評価  
—原テストと Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) の関連—  
Evaluation of Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) in High School  
Baseball Pitchers  
群馬大学大学院医学系研究科整形外科学 高澤 英嗣ほか …… 86
19. レクリエーションランナーの腰椎椎間板ヘルニアに対する  
顕微鏡下ヘルニア摘出術の術後成績  
The Outcome of Microdissectomy for Lumbar Disc Herniation in Recreational  
Runners  
自衛隊中央病院整形外科 根本 理 …… 91



# 日本整形外科学会スポーツ医学会雑誌投稿規定

1992年10月より適用

1998年9月一部改正

2000年4月一部改正

2005年11月一部改正

2009年5月一部改正

2011年12月一部改正

---

## 雑誌の刊行

1. 年4回発行する。
2. 内1回は学術集会抄録号とし、年1回学術集会の際に発行する。
3. 残りの3回は学術集会発表論文を掲載することを原則とするが、ほかに原著論文も掲載する。
4. 言語は日本語または英語とする。

## 論文の投稿規約

1. 学術集会発表論文は、学術集会終了後原則として3ヵ月以内に、編集事務局あてに送付する。
2. 原著論文は随時受け付ける。論文は編集事務局あてに送付する。
3. 主著者および共著者は、日本整形外科学会スポーツ医学会の会員であることを原則とする。  
ただし、上記条件を満たさない場合でも、編集委員会の合意を得て理事長が認可した論文については掲載を許可する。
4. 学術集会発表論文、原著論文は未掲載のものであることとする。他誌に掲載したもの、または投稿中のものは受理しない。日本整形外科学会スポーツ医学会雑誌に掲載後の論文の再投稿、他誌への転載は編集委員会の許可を要する。
5. 投稿する論文における臨床研究は、ヘルシンキ宣言を遵守したものであること。また症例については別掲の「症例報告を含む医学論文及び学会研究会発表における患者プライバシー保護に関する指針」を遵守すること。
6. 論文の採否は編集委員会で決定する。編集委員会は内容に関連しない限りの範囲で、論文中の用語、字句表現などを著者の承諾なしに修正することがある。
7. 論文掲載後の著作権は本学会に帰属する。
8. 投稿原稿には、二重投稿していないことおよび投稿に同意する旨の共著者連名による署名のされた誓約書の添付を必要とする。

# 学術集会発表論文，原著論文について

1. 和文論文 形式：A4判の用紙にプリンターを用いて印字する。用紙の左右に十分な余白をとって，1行20字×20行＝400字をもって1枚とする。

投稿に際しては，テキスト形式で保存したCDなどの記録メディアを提出する。

体裁：(1) タイトルページ

- a. 論文の題名(和英併記)
- b. 著者名，共著者名(6名以内)(和英併記，ふりがな)
- c. 所属(和英併記)
- d. キーワード(3個以内，和英いずれでも可)
- e. 連絡先(氏名，住所，電話番号)
- f. 別刷希望数(朱書き)

(2) 和文要旨(300字以内)

\*要旨には，原則として研究の目的，方法，結果および結論を記載する。

(3) 本文および文献

\*学術集会発表論文は口演原稿そのままではなく，簡潔に論文形式にまとめる。原著論文の構成は「はじめに」，「症例(または材料)と方法」，「結果」，「考察」，「結語」，「文献」の順とする。また症例報告の構成は「はじめに」，「症例」，「考察」，「文献」の順とする。「結語」は不要とする。

(4) 図・表(あわせて10個以内)

\*図・表および図表の説明文は和文で作成する。

枚数：原則として，本文，文献および図・表で22枚以内とする(編集委員長が認める場合は上限を40枚とすることができる。それ以上の超過は認めない)。掲載料については10を参照すること。

\*図・表は1個を1枚と数える。

2. 英文論文 形式：A4判の用紙に，プリンターを用い，左右に十分な余白をとって作成する。

1枚は28行以内とし，1段組とする。

投稿に際しては，テキスト形式で保存したCDなどの記録メディアを提出する。

体裁：(1) タイトルページ

- a. 論文の題名(和英併記)
- b. 著者名，共著者名(6名以内)(和英併記)
- c. 所属(和英併記)
- d. キーワード(3個以内)
- e. 連絡先(氏名，住所，電話番号)

f. 別刷希望部数(朱書き)

(2) 英文要旨 (abstract) (150 words 以内)

\*要旨には, 原則として研究の目的, 方法, 結果および結論を記載する.

(3) 本文および文献

\*学術集会発表論文は口演原稿そのままではなく, 簡潔に論文形式にまとめる. 原著論文の構成は「はじめに」, 「症例(または材料)と方法」, 「結果」, 「考察」, 「結語」, 「文献」の順とする. また症例報告の構成は「はじめに」, 「症例」, 「考察」, 「文献」の順とする. 「結語」は不要とする.

(4) 図・表(あわせて10個以内)

\*図・表および図表の説明文は英文で作成する.

枚数: 原則として, 本文, 文献および図・表で22枚以内とする. (編集委員長が認める場合は上限を40枚とすることができる. それ以上の超過は認めない) 掲載料については10を参照すること.

\*図・表は1個を1枚と数える.

### 3. 用語

- 常用漢字, 新かなづかいを用いる.
- 学術用語は, 「医学用語辞典」(日本医学会編), 「整形外科学用語集」(日本整形外科学会編)に従う.
- 文中の数字は算用数字を用い, 度量衡単位は, CGS単位で, mm, cm, m, km, kg, cc, m<sup>2</sup>, dl, kcal, 等を使用する.
- 固有名詞は, 原語で記載する.

### 4. 文献の使用

- 文献の数は, 本文または図・表の説明に不可欠なものを20個以内とする.
- 文献は, 国内・国外を問わず引用順に巻末に配列する.
- 本文中の引用箇所には, 肩番号を付して照合する.

### 5. 文献の記載方法

- 欧文の引用論文の標題は, 頭の1文字以外はすべて小文字を使用し, 雑誌名の略称は欧文雑誌では Index Medicus に従い, 和文の場合には正式な略称を用いる. 著者が複数のときは筆頭者のみで, 共著者を et al または, ほかと記す. 同一著者名の文献が複数ある場合は年代の古い順に並べる.

(1) 雑誌は著者名(姓を先とする): 標題. 誌名, 巻: ページ, 発行年.

例えば

山○哲○ほか: 投球障害肩の上腕骨頭病変—MRIと関節鏡所見の比較検討—. 整スポ会誌, 19: 260-264, 1999.

Stannard JP et al : Rupture of the triceps tendon associated with steroid injections. Am J Sports Med, 21 : 482-485, 1993.

- (2) 単行書は著者名(姓を先とする) : 書名. 版, 発行者(社), 発行地 : ページ, 発行年.

例えば

Depalma AF : Surgery of the shoulder. 4th ed. JB Lippincott Co, Philadelphia : 350-360, 1975.

- (3) 単行書の章は著者名(姓を先とする) : 章名. In : 編著者名または監修者名(姓を先とする), ed. 書名. 版, 発行者(社), 発行地 : ページ, 発行年.

例えば

Caborn DNM et al : Running. In : Fu FH, ed. Sports Injuries. Williams & Wilkins, Baltimore : 565-568, 1994.

## 6. 図・表について

図表は, 正確, 鮮明なものを jpeg 形式などの電子ファイルで CD などの記録メディアに入れ提出する. なお図・表の説明文もプリンターで印字すること. また本文の右側欄外に図・表の挿入箇所を朱書きで指示する.

7. 投稿時には, 上記の電子ファイルのほか, 鮮明なプリントアウト(図表を含む)を2部添付し提出する.

8. 初校は著者が行う. 校正後は速やかに簡易書留など確実な方法で返送する.

9. 論文原稿は, 返却しない.

10. 掲載料は, 刷り上がり6頁(タイトルページと400字詰め原稿用紙22枚でほぼ6頁となる)までを無料とする. 超過する分は実費を別に徴収する.

11. 別刷作成に関する費用は実費負担とする. 希望する別刷数を, 投稿時タイトルページに朱書きする. 別刷は, 掲載料, 別刷代金納入後に送付する.

### ■原稿送り先

日本整形外科スポーツ医学会雑誌編集事務局

〒150-0033

東京都渋谷区猿樂町19-2

株式会社真興社内 担当: 駒場

TEL 03-3462-1182 FAX 03-3462-1185

E-mail : edit-jossm@shinkousha.co.jp

# 「症例報告を含む医学論文及び学会研究会発表における 患者プライバシー保護に関する指針」

医療を実施するに際して患者のプライバシー保護は医療者に求められる重要な責務である。一方、医学研究において症例報告は医学・医療の進歩に貢献してきており、国民の健康、福祉の向上に重要な役割を果たしている。医学論文あるいは学会・研究会において発表される症例報告では、特定の患者の疾患や治療内容に関する情報が記載されることが多い。その際、プライバシー保護に配慮し、患者が特定されないよう留意しなければならない。

以下は外科関連学会協議会において採択された、症例報告を含む医学論文・学会研究会における学術発表における患者プライバシー保護に関する指針である。

- 1) 患者個人の特定可能な氏名、入院番号、イニシャルまたは「呼び名」は記載しない。
- 2) 患者の住所は記載しない。  
但し、疾患の発生場所が病態等に関与する場合は区域までに限定して記載することを可とする。(神奈川県、横浜市など)
- 3) 日付は、臨床経過を知る上で必要となることが多いので、個人が特定できないと判断される場合は年月までを記載してよい。
- 4) 他の情報と診療科名を照合することにより患者が特定され得る場合、診療科名は記載しない。
- 5) 既に他院などで診断・治療を受けている場合、その施設名ならびに所在地を記載しない。但し、救急医療などで搬送元の記載が不可欠の場合はこの限りではない。
- 6) 顔写真を提示する際には目を隠す。眼疾患の場合は、顔全体が分からないよう眼球のみの拡大写真とする。
- 7) 症例を特定できる生検、剖検、画像情報に含まれる番号などは削除する。
- 8) 以上の配慮をしても個人が特定化される可能性のある場合は、発表に関する同意を患者自身(または遺族か代理人、小児では保護者)から得るか、倫理委員会の承認を得る。
- 9) 遺伝性疾患やヒトゲノム・遺伝子解析を伴う症例報告では「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」(文部科学省、厚生労働省及び経済産業省)(平成13年3月29日、平成16年12月28日全部改正、平成17年6月29日一部改正、平成20年12月1日一部改正)による規定を遵守する。

平成16年4月6日(平成21年12月2日一部改正)

外科関連学会協議会 加盟学会  
(日本整形外科学会 平成17年8月20日付賛同)

# Instructions to Authors

## Submissions

Please submit three complete sets of each manuscript (one original and 2 duplicates) with tables, illustrations, and photos, in English, and floppy disc. Authors whose mother tongue is not English should seek the assistance of a colleague who is a native English speaker and familiar with the field of the work. Manuscripts must be typed double-spaced (not 1.5) with wide margins on A4 paper. The manuscript parts should be ordered : title page, abstract, text, acknowledgements, references, tables, figure legends, and figures. Standard abbreviations and units should be used. Define abbreviations at first appearance in the text, figure legends, and tables, and avoid their use in the title and abstract. Use generic names of drugs and chemicals. Manuscripts of accepted articles will not be returned. The editors may revise submitted manuscripts without any notice prior to publication.

1. *The title page* of each manuscript should contain a title (no abbreviation should be used) , full name of the authors (within 6 authors) , complete street address of the department and institution where the work was done, keywords (3) and the name and address of the corresponding author, including telephone and fax number.

2. *The abstract* is to be one paragraph of up to 150 words giving the factual essence of the article.

3. *The text and references* should not exceed 40 double-spaced pages. The number of figures and tables together should be limited to 10. The text should follow the sequence : Purpose of the Study, Methods, Results, Discussion and Conclusion.

4. *References* should be limited to 20. When there are co-authors, please type“et al”after the author’s name. The list of references should be arranged in order of appearance and should be numbered in superscript numbers. Abbreviations of journal names must conform to those used in Index Medicus. The style and punctuation of the references follow the format illustrated in the following examples :

(1) Journal Article

Kavanagh BF et al : Charnley total hip arthroplasty with cement. J Bone Joint Surg, 71-A : 1496-1503, 1989.

(2) Chapter in book

Hahn JF et al : Low back pain in children. In : Hardy RW Jr. ed. Lumbar disc disease. Raven Press, New York : 217-228, 1982.

(3) Book

Depalma AF : Surgery of the shoulder. 4th ed. JB Lippincott Co, Philadelphia : 350-360, 1975.

5. *Tables* should be given brief, informative title and numbered consecutively in the order of their first citation in the text. Type each on a separate piece of paper. Tables must be no longer than a single sheet of A4 paper. The definition of all abbreviations, levels of statistical significance, and additional information should appear in a table footnote.

6. *Figure legends* should be typed double-spaced on a separate sheet of paper. All abbreviations should be defined at first use, even if already defined in the text. All characters and symbols appearing in the figure should also be defined.

7. *Figures* should be cited consecutively in order in the text. Figures are to be provided as black-and-white glossy photographs. Provide either the magnification of photomicrographs or include an internal scale in the figure. The height and thickness of letters and numbers in illustrations must be such that are legible when the figures are reduced. The figure number, name of the first author, and top of the figure should be written lightly in pencil on the back of each print. Do not mount photos.

8. *Photos and illustrations* should be card size (approx. 74 x 113 mm) or cabinet size (approx. 106 x 160 mm) , and photo packs or photo compositions must be no longer that a sheet of A4 paper. When submitting a figure that has appeared elsewhere, give full information about previous publication and the credits to be included, and submit the written permission of the author and publisher. The previously published source should also be included in the list of references.

## はじめに

遠山 晴一<sup>1)</sup> Harukazu Tohyama宗田 大<sup>2)</sup> Takeshi Muneta

これまで報告された長期成績により過去に行われていた ACL 再建術では ACL 損傷に続発する膝関節症変化を抑止することができないことが明らかとなっており、これは ACL 再建術後の膝関節 kinematics が正常に復元されていないことがその原因の 1 つであることがこれまでの 3 次元動態解析などの実験の知見により示唆されている。一方、診療現場では ACL 再建術後の膝関節の他観的評価としては、験者の主観的因子にその判定が影響される徒手検査あるいは KT-1000 などによる前後方向移動量により評価が主に行なわれており、ACL 再建術後の膝関節 kinematics が正常に復元したか否かを判定するためにはけっして十分とはいえなかった。本パネルディスカッションでは ACL 再建術後症例に対するより機能的な評価方法の開発を目的として、ACL 再建術後症例の膝回旋不安定性の定量的評価に関する最近の知見が 5 つの施設より発表され、総合討議が行なわれた。

岡崎ら（九州大学整形外科）は Open MRI を用いて脛骨の回旋移動を定量的評価するため、Slocum が報告した前外側回旋不安定性徒手テストに準じたストレスを被検者の膝に加えた状態で MRI 矢状断像を撮像し、外側と内側コンパートメント中央での脛骨の前方移動距離の差（ALRI 値）を算出し ACL 二重束再建術と一重束再建術の術後成績を比較検討した。その結果、ALRI 値は pivot shift test との間には有意な相関があり、二重束再建術群のほうが有意に優れていたとした。

小林ら（京都大学整形外科）は ACL 損傷症例の術前に pivot shift test の肢位と立位で下腿を内旋させ不安感を自覚した肢位で 2 方向の単純 X 線撮影を行ない、CT 由来の骨モデルを用いたイメージマッチング法にて患側および健側で大腿骨骨軸の回旋角度を求め、不安定性を評価した。その結果、患側は健側と比較し pivot shift test の肢位で平均 7.9°、立位下腿内旋肢位で平均 8.0° の外旋方向への増加を認めたと報告した。

金森ら（筑波大学整形外科）は Point Cluster Technique を用いて、ACL 一重束再建術と二重束再建術の術後 12 ヶ月以上経過例に対し、片脚着地後のカッピング動作での動作解析を行ない比較検討した。その結果、平均最大回旋変化量は二重束再建術群、一重束再建術群ともに健常者に比較し有意に最大回旋変化量が大きいものの、平均最大外旋モーメントに関して一重束再建術群は二重束再建術群および健常者に比べ有意に低かったとし、高負荷条件下において ACL 二重束再建術は一重束再建術と比較して、回旋移動量に有意差は認められないものの、運動力学評価の結果、健常膝に近似しているとした。

黒田ら（神戸大学整形外科）はこれまで発表者の施設で行なわれてきた 3 次元電磁気センサーを用いた非侵襲的な膝動作解析の一連の研究知見を紹介した。本システムはすでに外来診察あるいは手術室での臨床使用を開始されており、本システムを用いた ACL 再建術の評価をふまえ、今後の ACL 損傷の治療に関する課題および方向性を呈示した。

遠山晴一  
〒060-8648 札幌市北区北14条西5丁目  
北海道大学病院リハビリテーション部  
TEL 011-716-1161

1) 北海道大学病院リハビリテーション部  
Hokkaido University Hospital Rehabilitation Medicine  
2) 東京医科歯科大学整形外科  
Tokyo Medical and Dental University, Orthopaedic Surgery

前山ら(福岡大学整形外科)は3次元加速度計を用い、ACLの前内側線維(AM)、後外側線維(PL)、中間線維(IM)の3線維束の回旋制動性に対する関与を新鮮凍結屍体膝を用いて検討した。その結果、各線維の回旋不安定性に対する寄与率はAMが36%、IMが29%、PLが34%であることを報告した。

以上のようにOpen MRI、イメージマッピング法、Point Cluster Technique、電磁気センサー、3次元加速度計などの種々の技術を用い、回旋不安定性の評価手法の開発が進められている。膝の回旋不安定性の評価に関しては①変位基準点(回旋外力が加えられていない状態の大腿骨と脛骨の位置)を定めることが困難であること、②ACL損傷は脛骨外側のみならず脛骨内側の前方移動も増加させるため(とくに内側半月板損傷例)、内旋自体の増加量は顕著でないこと、③内外回旋の軸を再現性高く設定す

ることが困難であることなどの不利な条件が存在し、症例間のばらつきを考慮すると診療現場にて回旋角度自体を評価することは極めて困難である。したがって、パネリストの施設ではACL不全の代表的な機能障害である“giving-way(いわゆるALRI)”を評価することに主眼をおき、前方並進量の速度変化、加速度、前方並進量の内外側差などを評価することにより前述の問題点を解決していた。これらの方法を用いた回旋不安定性の評価がACL再建術後症例の関節症発生を含めた長期的成績を予見できるかなどの今後、解明するべき課題もあるが、本パネルディスカッションによりこれまで験者の主観により決定されていたACL再建術後症例の回旋不安定性のより客観的評価が可能な手法の開発が期待された。

# 前十字靭帯再建膝に対する Open MRI を用いた 回旋安定性の評価

## Assessment of Rotatory Instability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using an Open Magnetic Resonance Imaging

岡崎 賢	Ken Okazaki	井澤 敏明	Toshiaki Izawa
田代 泰隆	Yasutaka Tashiro	松田 秀一	Shuichi Matsuda
松原 弘和	Hirokazu Matsubara	岩本 幸英	Yukihide Iwamoto

### ● Key words

Anterior cruciate ligament : Rotatory instability : MRI

### ● 要旨

目的：前十字靭帯 (ACL) 再建膝に対する臨床評価では、前外側回旋不安定性 (ALRI) は pivot shift test などの徒手検査で行なわれており、定量性に欠けている。われわれは Open MRI を用いて ALRI を定量評価する方法を開発し、ACL 再建術の術式間比較研究に用いた。

方法：Open MRI 内で Slocum の ALRI テストを行ない、膝関節矢状断像を撮像した。内側および外側コンパートメントでの脛骨の前方移動量を計測した。

結果：外側コンパートメントでの脛骨移動量 (ALRI 値) は pivot shift test の結果とよく相関した。ACL 二重束再建は一束再建よりも有意に ALRI 値が低かった。

結論：本法は ACL 再建膝における ALRI を定量評価するのに有用であり、本法を用いて術式間比較をした結果、ACL 二重束再建は一束再建よりも回旋安定性が優れていた。

### はじめに

前十字靭帯 (ACL) の断裂は膝の前外側回旋不安定性 (ALRI) を生じ、「膝崩れ現象」とよばれる症状を呈する関節不安定性が生ずる<sup>1-3)</sup>。ACL 再建術は

総じて良好な成績をおさめているが、ときに術後も pivot shift test 陽性の症例が認められることから<sup>4)</sup>、近年この回旋不安定性を改善させるために手術法も進歩してきている。ACL の二重束再建法は ACL の前内側線維束と後外側線維束を独立して再建し、それぞれの線維束がもつ役割分担を再現させることを

そのコンセプトとしている<sup>5-8)</sup>。屍体膝を用いた生体力学研究などによって、二重束再建法は理論上回旋安定性を向上させることが示されたが<sup>9, 10)</sup>、一束再建法と比較して、この二重束再建法の臨床的な優位性は十分に証明されているとはいえない。1つの問題として回旋不安定性に対する定量的評価法が確立していないことがあげられる。多くの臨床研究ではALRIの評価にはpivot shift testなどの徒手検査が用いられているが、これは主観的な検査であり、定量性に欠ける。そこでわれわれはOpen MRIを用いたALRIの評価法を開発し<sup>11)</sup>、その臨床的妥当性を検討したうえで<sup>12)</sup>、ACL二重束再建例と一束再建例の術後成績を比較した<sup>13)</sup>。本稿ではこれらの研究を総説する。

### 対象と方法

対象は片側のACL損傷患者36名(男性17名, 女性19名), ACL再建患者56名である。ACL再建患者のうち, 9名(全例男性)は骨付き膝蓋腱を用いた再建で, 22名(全例女性)は4つ折り屈筋腱を用いた一束再建が行なわれた。25名(男性8名, 女性17名)は2つ折り屈筋腱を2本使用した解剖学的二重束再建が行なわれた。術後のリハビリテーションはすべて同様に, 術後1週から可動域訓練と部分荷重を開始し, 術後4週で全荷重を許可し, 術後半年から軽度のスポーツ活動を開始し, 術後9ヵ月でスポ

ーツ復帰とした。非罹患側を対照とした。ほかの靭帯損傷を合併した症例は含まれていない。

#### 1. 撮像方法

使用したMRI機器は0.4TのOpen MRI (APERTO, 日立メディコ社 東京)である。このガントリー内で, 被検者にSlocumらによって発表されたALRIの徒手テストに準じた肢位をとらせた<sup>14)</sup>(図1)。被検者を検査台の上に患側を上にした側臥位にする。健側の下肢は前方へ置き, 患側の下肢は足部内側が検査台上のパッドの上に置かれた形となる。そのまま身体を後方へ倒していき, 台から30°の傾きとなるような半側臥位とする。患側の下肢は踵内側で支える状態となる。膝は10°屈曲位とする。この肢位では下肢は骨盤に対して約50°内旋位となる。股関節は50°の内旋位を反発しようとするため, 脛骨は大腿骨に対して内旋力が加わり, 膝関節は外側コンパートメントを圧迫するように外反位で落ち込む。ストレスを加える際には検者は被検者の後方へ立ち, 両手の母指をそれぞれ大腿骨外側後顆と腓骨頭の後方へ置き, 腓骨頭を前方へ押しながら, 下腿に内旋力を加える。

膝関節にストレスを加えている間にそれぞれ膝関節の矢状断像を撮像する (TR/TE = 2,300 milliseconds, 112 milliseconds, flip angle = 90°, field of volume = 200mm, thickness = 4.0 mm)。ストレスを加えることによって, 位置が変わった膝に対して, 正確な矢状断

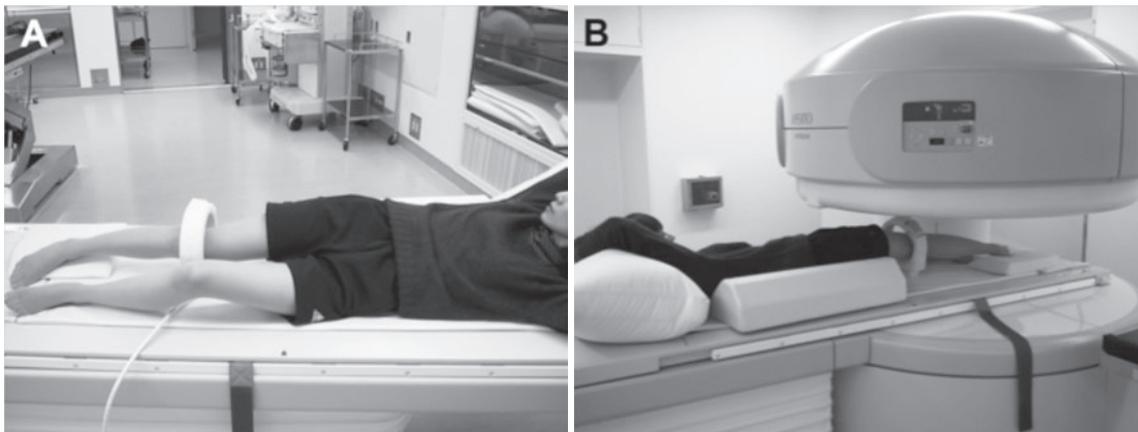


図1 撮像肢位(文献11より引用)

Copyright (c) 2007 American Orthopedic Society for Sports Medicine

撮像面を調節するために Interactive scan control (ISC) というソフトウェアを使用した。ISCは操作画面上に2秒ごとに更新される透視モードの撮画像をともに、撮像面を自由に調節することができる。

## 2. ALRIの評価

膝関節の矢状断像において、内側コンパートメントと外側コンパートメントのそれぞれ中央での画像を選択し、関節面に沿った線とそれに垂直におろした大腿骨後顆の接線とが交わる点と脛骨後縁との距離を測定し、それぞれのコンパートメントでの脛骨の前方移動量とした(図2)。それぞれのコンパートメントの中央を選択するランドマークとして、外側は腓骨の内側縁を、内側は腓腹筋内側頭の大腿骨附着部を、それぞれ参照した。選択するスライスによる誤差を最小限にするために、上述のランドマークでの連続する2スライスをそれぞれ選択し、脛骨の前方移動量を計測して、その平均値をそれぞれのコンパートメントでの前方移動量とした。

## 3. 信頼性の評価

本法の再現性を評価するために、14膝に対して、体位の保持から撮像終了までの一連の検査を2回繰り返して行なった。7膝は同じ検者が2回ずつ行ない、7膝は異なる検者(医師と技師)が1回ずつ行なうことで、intra-observerとinter-observerでの再現性を評価した。さらに、同じ画像15膝を2人の評価者で計測してその計測誤差を評価した。

## 4. 臨床評価

術後1年の際に上記MRI検査に加えて、KT-2000による前方安定性検査、術者でない熟練した整形外科医によるpivot shift testを行なった。pivot shift testはMRIやKT-2000の計測より前に行なうことで、検査値に対して盲検とし、Grade 0:正常, Grade 1: glide, Grade 2: crunkで評価した。Grade 3の症例はなかった。

## 5. 統計処理

多群間の比較にはANOVAを用い、Bonferroniの検定を用いた。二群間の比較にはMann-Whitney U

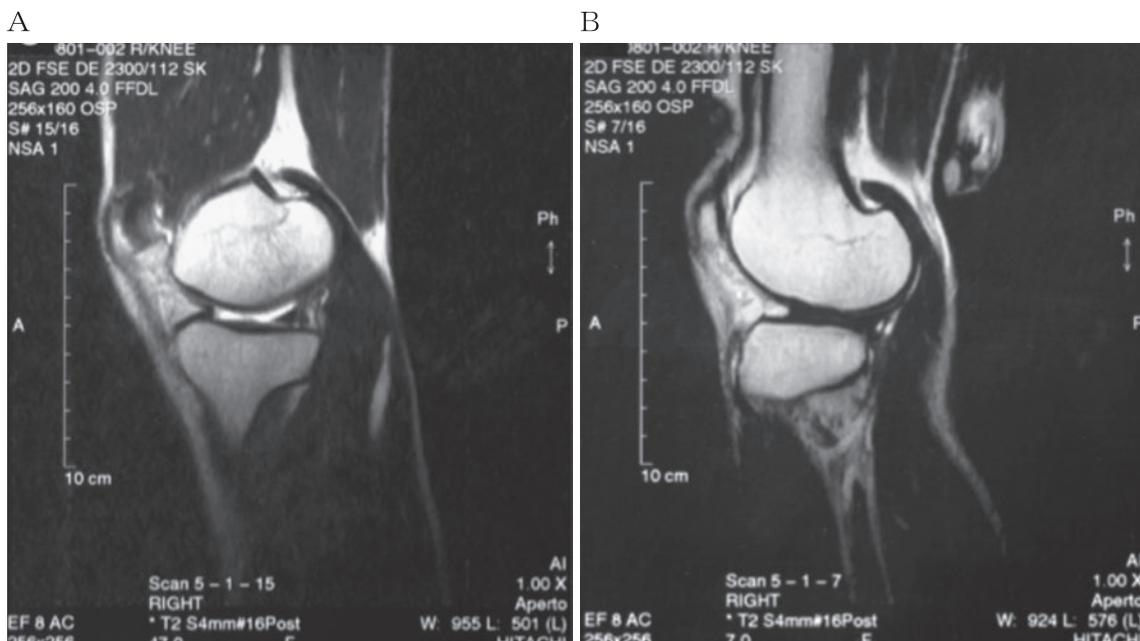


図2 内側(A)および外側(B)コンパートメント中央での矢状断像(文献11より引用)  
大腿骨に対する脛骨の前方移動量をそれぞれで計測した。外側コンパートメントでの移動量が大きい。

Copyright (c) 2007 American Orthopedic Society for Sports Medicine

テストを用いた。有意水準は  $p < 0.05$  とした。

## 結 果

健常膝では内側と外側の移動距離に有意差は認めなかった。ACL不全膝では、外側コンパートメントでは内側コンパートメントと比較して有意に脛骨の前方移動が増大していた。ストレスを加えると、外側の前方移動はさらに増大した。ストレスを加えた状態において、ACL不全膝と健常膝との間での脛骨の前方移動距離は、外側コンパートメントにおいて有意差が認められ、内側では認められなかった。以上のことから、ACL不全膝では内側コンパートメントを中心とした脛骨の内旋変位が生じており、ALRIを表現しているものと考えられた。この方法では内側コンパートメントはほとんど変位しておらず、外側コンパートメントの移動距離でALRIを評価できると考えた(この値をALRI値と定義した)<sup>11)</sup>。

再現性の評価においては、同一検者によって行なわれた intra-observer では interclass correlation coefficient が  $0.98$  ( $p < 0.01$ ) であり、その誤差は  $1.0 \pm 0.7$  mm であった。検者を変えて行なった inter-observer での再現性はそれぞれ  $0.91$  ( $p = 0.02$ ) と  $1.1 \pm 0.7$  mm であった。同一の検査を2人の計測者によって計測された結果の再現性は  $0.93$  ( $p < 0.01$ ) であり、その誤差は  $1.8 \pm 0.3$  mm であった<sup>11)</sup>。

ALRI値と盲検で行なわれた pivot shift test の grade との相関は Logistic 回帰分析を行なった結果、有意な相関を認め、grade 1 および grade 2 となるカットオフ値はそれぞれ  $3.2$  mm,  $6.5$  mm であり、それぞれの ROC 曲線に対する AUC は  $0.98$ ,  $0.95$  であった。

二重東再建例と一重再建例との比較研究では、KT-2000による前方安定性検査では、それぞれ  $1.2 \pm 2.2$  mm,  $2.6 \pm 1.9$  mm であり、二重東再建例が有意に優れていた。pivot shift 陰性率はそれぞれ  $84\%$ ,  $57\%$  であり、二重東再建例のほうが高い傾向にあった。Open MRIを用いたALRI値では、それぞれ  $1.2 \pm 1.7$  mm,  $4.1 \pm 3.1$  mm であり、回旋安定性も二重東再建例のほうが有意に優れていた<sup>13)</sup>。

## 考 察

ACLの二重東再建の臨床成績に関して、YasudaらやKondoらは、解剖学的二重東再建法は一重再建法よりも、KT-1000計測器で測定した前方安定性と pivot shift test で評価した回旋安定性が良好であったことを示した<sup>8, 15)</sup>。Sieboldらは経脛骨法と経ポータル法を用いた二重東再建法は、前方安定性と回旋安定性の両方において、一重再建法よりも優れていたことを報告した<sup>16)</sup>。Agliettiらはアウトサイドイン法を用いてこれら2つの術式の臨床成績を比較した無作為抽出研究を報告した<sup>17)</sup>。最低2年以上の経過観察期間で、前方のゆるみは一重再建法後よりも二重東再建法後において有意に少なかった。さらに、二重東再建法後の pivot shift test 陽性率 ( $14\%$ ) と一重再建法後の陽性率 ( $26\%$ ) の比較では、二重東再建法において好ましい傾向を示した ( $p = 0.08$ ) が、両術式における陽性率の差は統計学的に有意なレベルには達しなかった。これらの研究では、回旋安定性は、非定量的で主観的な徒手検査 (pivot shift test) で評価されており、検者間で結果が異なる可能性がある。われわれのように、定量的・客観的な評価が求められる。

われわれは Open MRI のガントリー内に Slocum が報告した ALRI の徒手検査法と同様の方法で被検者をおいた。Slocum の原法では、上述の肢位で被検者をおくことで、その下肢そのものの重量によるストレスで、脛骨はすでに回旋変位しており、被検者はその膝を前方へおしながら  $30^\circ$  以上屈曲させる際に、変位した脛骨の整復感を感じることで評価する<sup>14)</sup>。これは pivot shift test とほぼ同様の現象をとらえているものである。われわれはこれと異なり、膝を  $10^\circ$  屈曲位で保持したまま、脛骨を前方内旋方向へストレスを加えることで、徒手最大での脛骨の変位量を測定しようとするものである。本法の問題点として、ストレスを徒手的に加えているために、膝関節に加えられた力は一定でないということがあげられる。本法の再現性を明らかにするために、同じ膝に対して2回の計測を行なった。2回の検査値の差の平均は  $1.0$  mm 程であり、Interclass correlation coefficient は  $0.98$  であった。今回のわれ

われの研究で高い再現性が得られた理由は、ISCに精通した、熟練の放射線技師によって撮像プレーンを常に同一に調整することができたことがあげられる。また、被検者の肢位セッティングも重要で、専用の体位保持パッドを使用し、角度計で膝関節の屈曲角度を一定にして、同一の手技で徒手最大でストレスを加えることなどを留意した。

今回の研究でわれわれの二重束再建は一束再建よりも前方および回旋安定性が優れていることが示されたが、施行した一束再建法の大腿骨骨孔の位置は、過去10数年で広く用いられた、経脛骨法を用いて前内側線維束の中心に近い場所に作製した術式である。しかし、最近の一束再建法の大腿骨骨孔は、脛骨骨孔に依存しない方法を用いて前十字靭帯付着部中心に作製する方法を用いている。より解剖学的な再建靭帯設置により、一束再建法でも回旋安定性が改善する可能性がある。今回の研究では、二重束再建法が、経脛骨法を用いた古いタイプの一束再建法と比較して、優れていたことが示された。

## 結 語

われわれはOpen MRIを用いたACL不全膝のALRIに対する新しい定量評価法を開発した。妥当性と再現性が確認され、この方法でACL二重束再建法と一束再建法の術後成績を比較検討したところ、二重束再建法のほうが、前方安定性ととも、回旋安定性も優れていることが示された。この方法はACL再建術の術後評価に有用な方法である。

## 補 足

本内容の要旨は第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会において発表した。

## 文 献

- 1) Galway HR et al : The lateral pivot shift : a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. Clin Orthop Relat Res, 147 : 45-50, 1980.
- 2) Leitze Z et al : Implications of the pivot shift in the ACL-deficient knee. Clin Orthop Relat Res, 436 : 229-236, 2005.
- 3) Waite JC et al : In vivo kinematics of the ACL-deficient limb during running and cutting. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 13 : 377-384, 2005.
- 4) Freedman KB et al : Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction : a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. Am J Sports Med, 31 : 2-11, 2003.
- 5) Bellier G et al : Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy, 20 : 890-894, 2004.
- 6) Hamada M et al : Single-versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with EndoButton femoral fixation : A prospective study. Arthroscopy, 17 : 801-807, 2001.
- 7) Muneta T et al : Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons : operative technique and preliminary results. Arthroscopy, 15 : 618-624, 1999.
- 8) Yasuda K et al : Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts : comparisons among 3 different procedures. Arthroscopy, 22 : 240-251, 2006.
- 9) Bach JM et al : Direct measurement of strain in the posterolateral bundle of the anterior cruciate ligament. J Biomech, 30 : 281-283, 1997.
- 10) Gabriel MT et al : Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. J Orthop Res, 22 : 85-89, 2004.
- 11) Okazaki K et al : Assessment of anterolateral rotatory instability in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an open magnetic resonance imaging system. Am J Sports Med, 35 : 1091-1097, 2007.

- 12) Tashiro Y et al : Quantitative assessment of rotatory instability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 37 : 909-916, 2009.
- 13) Izawa T et al : Comparison of rotatory stability after anterior cruciate ligament reconstruction between single-bundle and double-bundle techniques. *Am J Sports Med*, 39 : 1470-1477, 2011.
- 14) Slocum DB et al : Clinical test for anterolateral rotary instability of the knee. *Clin Orthop Relat Res*, 118 : 63-69, 1976.
- 15) Kondo E et al : Prospective clinical comparisons of anatomic double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedures in 328 consecutive patients. *Am J Sports Med*, 36 : 1675-1687, 2008.
- 16) Siebold R et al : Prospective randomized comparison of double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 24 : 137-145, 2008.
- 17) Aglietti P et al : Comparison between single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *Am J Sports Med*, 38 : 25-34, 2010.

# 解剖学的二重束 ACL 再建術の短期成績と イメージマッチング法による術前回旋不安定性評価

## Short-term Results of Anatomical Double Bundle Reconstruction for ACL Rupture and Evaluation of Rotatory Instability by the Image Matching Technique

小林 雅彦<sup>1)</sup> Masahiko Kobayashi      中村伸一郎<sup>1)</sup> Shinichiro Nakamura  
 新井 隆三<sup>1)</sup> Ryuzo Arai                      浅野 太洋<sup>2)</sup> Taiyo Asano  
 中川 泰彰<sup>3)</sup> Yasuaki Nakagawa          中村 孝志<sup>1)</sup> Takashi Nakamura

### ● Key words

ACL再建, 臨床成績, イメージマッチング法

### ●要旨

ACL再建術後の回旋不安定性の定量的な評価はいまだ確立されていない。われわれは、ハムストリングを用いて経脛骨的に解剖学的二重束 ACLR を施行してきた。過去2年間における40例の成績では、Telos-SEによる屈曲30°での患健差は、術前 $4.5 \pm 1.5$ mmが術後 $0.7 \pm 0.5$ mmと有意に改善した( $p=0.001$ )。IKDC objective gradeはnormal 36例, nearly normal 4例で、Lysholm scoreは36例で100点, 4例で91点であった。イメージマッチング法による術前不安定性解析を13例26膝で行ない、大腿骨外旋角度は、pivot shift testにおいて、患側で $16.9^\circ \pm 5.6^\circ$ 、健側で $10.9^\circ \pm 7.3^\circ$ と患側で大きく( $p=0.004$ )、giving-way 姿位において、外旋角度は、患側で $16.1^\circ \pm 5.7^\circ$ 、健側で $10.7^\circ \pm 6.6^\circ$ と患側で大きかった( $p=0.004$ )。

### はじめに

鏡視下解剖学的二重束前十字靭帯再建術(以下 ACLR)は従来の一重束再建術に比べ、より解剖学

的な再建が可能で、回旋不安定性にも有利とされる。新鮮凍結屍体を用いた一重束再建術と二重束再建術の、前方動揺性と回旋不安定性の比較実験では、二重束再建術は一重束再建術より、いずれの不安定性においてもまさっていた<sup>1)</sup>。Lamらは、解剖学的二

小林雅彦  
〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町54  
京都大学大学院医学研究科整形外科  
TEL 075-751-3366

- 1) 京都大学大学院医学研究科整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Kyoto University
- 2) 福井赤十字病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Fukui Red Cross Hospital
- 3) 独立行政法人京都医療センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Medical Center

重束 ACLR の術前術後を比較して, pivot motion における回旋安定性が術後回復した, と報告した<sup>2)</sup>. 最近 Hussein らは, 281 例を対象として 3 群にランダムに分けて, それぞれに, 一重束従来法, 解剖学的一重束法, 解剖学的二重束法, により再建術を行ない, 術後平均 51 ヶ月で, 比較した<sup>3)</sup>. その結果, KT-1000 による前方動揺性と pivot shift test による回旋不安定性は, 解剖学的二重束法が一重束従来法に比べて有意にまさっていた. しかしながら, Lysholm score および IKDC subjective score では, 有意な差はみられなかった. 解剖学的二重束 ACLR が臨床評価において一重束再建術よりまさっているとはいえないとの報告はほかにも散見され<sup>4)</sup>, 差がみられなかったのは, 真にそうなのか, それとも差を見出すほどの感度の高い臨床スコアが存在しないからなのかは, いまだ議論が分かれるところである.

われわれは, 2007 年より解剖学的二重束 ACLR を取り入れ, さらに簡便な術前回旋不安定性評価法の開発を行なってきた<sup>5)</sup>. イメージマッチング法により回旋不安定性を定量的にとらえることができれば, 従来の評価法では差が見出し得なかった解剖学的二重束 ACLR の回旋安定性に対する影響を *in vivo* で調査することが可能となる. 本研究の目的は, 当科における ACLR の短期成績について述べ, イメージマッチング法による回旋不安定性評価の可能性について探ることである.

## 対象および方法

2008 年 4 月～2010 年 4 月の間に当院で施行した, 連続した二重束 ACLR の 40 例 40 膝を対象とした. 内訳は, 男性 29 例, 女性 11 例, 平均年齢は 26.8 歳 (17～52 歳) で, 除外項目として, PCL 合併損傷, Grade-2 以上の MCL 損傷, 再々建術例とした.

手術は, Yasuda らの方法<sup>6)</sup> に準じて, 脛骨次いで大腿骨に trans-tibial に骨孔 (AMB, PLB) をあけ, 二重折にした膝屈筋腱 (主として半腱様筋腱) を再建靭帯として使用した. 大腿骨側は EndoButton CL-BTB で, 脛骨側は Telos 人工靭帯を介しチタン製ステーブル 2 個で belt-buckle 式に固定した. 膝伸展位で, AMB, PLB それぞれ 20-30 N で固定した. 術後は膝伸展装具で 1 週間固定して, 術後 1 週間よ

り可動域訓練と部分荷重を開始して, 術後 4 週で全荷重とした. 術後 3 ヶ月でジョギングを開始して, 術後 6～8 ヶ月でスポーツ復帰とした.

臨床評価として, 術後約 1 年での IKDC (International Knee Documentation Committee) の Objective score, Lysholm score, 再断裂の有無, スポーツ復帰, について調査した.

次に ACL 断裂膝の回旋不安定性を精査する目的で, イメージマッチング法による検討を行なった.

非荷重位の検索として, pivot shift test を行なった. すなわち患者を仰臥位として, 患肢の膝を外反・下腿を内旋させながら膝を伸展させていき, 外側脛骨平原が前方へ最大に転位した位置で保持し, 2 方向撮影を行なった (図 1A). 健側にも同様の手技で行なった.

荷重位の検索として, いわゆる “giving-way” の姿勢での調査を行なった. 足部を 45° 骨盤に対して内旋させて接地し, 膝屈曲 30° とし, 可能な限り下腿内旋+大腿外旋とした. 患者が自ら膝をゆっくりと屈伸して, 不安定感 (apprehension) を覚える姿勢で, 2 方向撮影を行なった (図 1B). 健側の撮影は患側とほぼ同じ角度で, 患者自らが保持して撮影した. 2 方向撮影はほぼ同時に行なった.

次いで, Telos-SE (Telos, Weiterstadt, Germany) を用いて, 膝屈曲 30° と 90° での前方引き出しを 150 N の力で行ない, 移動量の測定を行なった.

## イメージマッチング法<sup>7)</sup>

CT を用いて, 下肢機能軸に直交する面での axial image を大腿-脛骨関節裂隙から 80 mm 近位から 80 mm 遠位まで, 2 mm 間隔で撮影した. これをもとに 3 次元骨モデルを作成した. このモデルを 2 方向単純エックス線画像とマッチングさせた. Telos-SE により前方引き出しにおいては, 側面像とのみマッチングさせた. 測定誤差は, 転位 0.4 mm, 回旋 0.4° であった.

## 膝キネマティクス解析

大腿骨後顆の内側および外側をそれぞれ円に近似して, この円の中心を結んだ線を大腿骨顆部の Geometric center axis (GCA) と定義した. この円の中心 (後顆円中心) をそれぞれ内顆と外顆の参照

点とした (Femoral condylar center : FCC). 脛骨の AP 軸は, PCL の脛骨付着部中央と脛骨結節内側縁を結んだ線とした.

Pivot shift test, giving-way, 前方引き出しテスト, のそれぞれの膝姿位において, 脛骨に対する大腿骨の相対的な位置を調べた. GCA および FCC を脛骨平面上に投射して, GCA の脛骨 AP 軸に対する角度を調べ, さらに FCC は健側と比較した. 小数点第1位まで計算し, 平均値±SD で表した.

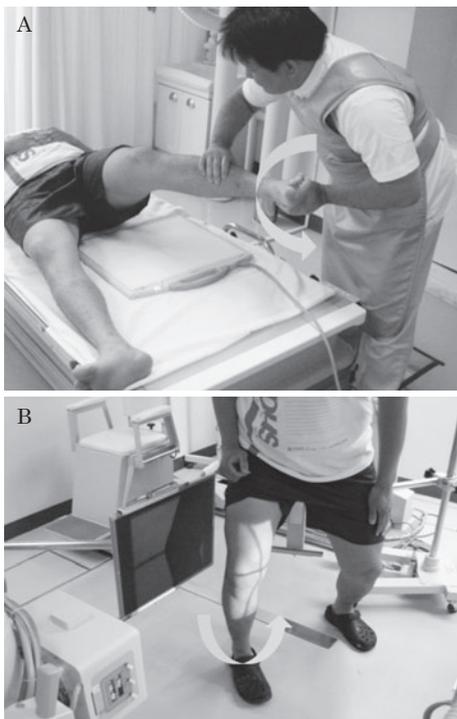


図1 A ; Pivot shift test の姿位. 患側に亜脱臼感を生じた際に2方向撮影を行なった.  
B ; Giving-way の姿位. 患者が不安定感を覚えた際に2方向撮影を行なった.

統計

対応のある *t* 検定を用いて, 患側と健側, 内顆と外顆, 30° と 90°, の間において有意な差があるかを調べた. *p* < 0.05 を有意差ありとした.

結 果

臨床成績

Telos-SE での屈曲 30° における前方引き出し健患差は, 術前 4.5±1.5mm (3.0~7.0mm) が術後 0.7±0.5mm (0~1.5mm) と有意に改善した (*p*=0.001) (図2). IKDC objective grade は Normal 36例, Nearly normal 4例で, Lysholm score は 36例で 100点, 4例で 91点であった. 再断裂は 1例1膝あり, 再建術を施行した. 全例元のスポーツもしくは職業に復帰した.

GCA の外旋角度 (表1)

Pivot shift test において, GCA の外旋角度は, 患側で 16.9° ± 5.6°, 健側で 10.9° ± 7.3° と有意に患側で大きく (*p*=0.004), 患健差は, 6.0° ± 5.8° であった. Giving-way 姿位においても, GCA の外旋角

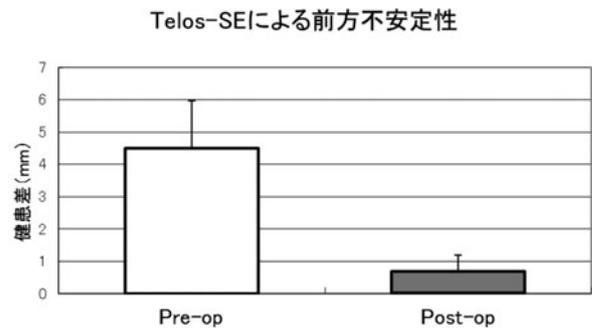


図2 Telos-SE による, 膝屈曲 30° での前方不安定性. 術前 4.5±1.5mm (3.0~7.0mm) が術後 0.7±0.5mm (0~1.5mm) と有意に改善した (*p*=0.001)

表1 GCA (Geometric Center Axis) の外旋角度

	ACL-deficient knees	Intact knees (°)	Side-to-side difference	<i>p</i>
Pivot shift test	16.9±5.6	10.9±7.3	6.0±5.8	0.004
Giving way position	16.1±5.7	10.7±6.6	5.4±5.1	0.004
Anterior stress at 30 degrees	9.1±5.4	9.9±4.7	0.8±3.0	0.34
Anterior stress at 90 degrees	13.8±5.3	13.6±4.8	0.2±4.3	0.85

度は、患側で $16.1^{\circ} \pm 5.7^{\circ}$ 、健側で $10.7^{\circ} \pm 6.6^{\circ}$ と有意に患側で大きく ( $p=0.004$ )、患健差は、 $5.4^{\circ} \pm 5.1^{\circ}$ であった。

Telos-SEにおける、GCAの外旋角度は、屈曲 $30^{\circ}$ においては、患側で $9.1^{\circ} \pm 5.4^{\circ}$ 、健側で $9.9^{\circ} \pm 4.7^{\circ}$ と有意差はなく ( $p=0.34$ )、屈曲 $90^{\circ}$ においても、患側で $13.8^{\circ} \pm 5.3^{\circ}$ 、健側で $13.6^{\circ} \pm 4.8^{\circ}$ と有意差はなかった ( $p=0.85$ )。それぞれの角度における患健差は屈曲 $30^{\circ}$ で $0.8^{\circ} \pm 3.0^{\circ}$ 、屈曲 $90^{\circ}$ で $0.2^{\circ} \pm 4.3^{\circ}$ であった。

### FCCの移動距離

Pivot shift testにおいて、患側の大腿骨内顆と外顆は、健側に比べて、それぞれ、 $1.2 \pm 5.1$ mm前方に、 $3.9 \pm 3.4$ mm後方に移動していた (図3a)。

Giving-way 姿勢において、患側の大腿骨内顆と

外顆は、健側に比べて、それぞれ、 $2.0 \pm 3.7$ mm前方に、 $2.9 \pm 2.6$ mm後方に移動していた (図3b)。

外顆のFCCは内顆に比べて、pivot shift testにおいても ( $p=0.003$ )、Giving-way 姿勢においても ( $p=0.003$ )、有意に多く移動していた。

Telos-SEによる前方引き出しテスト $30^{\circ}$ において、患側の大腿骨内顆と外顆は、健側に比べて、それぞれ、 $7.1 \pm 6.0$ mmおよび $6.6 \pm 4.8$ mm後方に移動していた。90°においては、患側の大腿骨内顆と外顆は、健側に比べて、それぞれ、 $2.7 \pm 3.4$ mmおよび $2.6 \pm 3.5$ mm後方に移動していた。いずれの角度においても有意な差はなかった。しかし、内顆および外顆いずれも、90°より30°のほうが有意に多く移動した (内顆、 $p=0.006$ ；外顆、 $p=0.007$ )。

### 考 察

本研究は、イメージマッチング法により、ACL不全膝の回旋不安定性および前後不安定性を評価しうることを最初に示した報告である。ACL再建術後の回旋安定性は、臨床非常に重要ではあるが、これまでのところ回旋不安定性を定量的に評価する確立された方法はない。

OkazakiらはOpen MRIを用いて回旋不安定性を評価したが<sup>8)</sup>、撮像の間不安定な姿勢を維持することは必ずしも容易ではない。磁気センサーを用いて加速度を解析するシステムは画期的であるが、皮膚マーカーと骨運動の不一致による誤差が問題となるかもしれない<sup>9)</sup>。また、navigation systemも用いた方法は侵襲的であり手術中の評価に限られる<sup>10)</sup>。イメージマッチング法は人工膝関節置換術後の膝キネマティクス解析の目的で開発されたが<sup>11)</sup>、その後、正常膝の解析やほかの関節運動の解析に幅広く用いられてきている<sup>12)</sup>。今後は、cine-radiographyなどを併用すれば動態解析も可能で、さらに応用が広がると予想される。

当科における解剖学的二重束 ACLRの Telos-SEによる術後不安定性は、患健差 $0.7 \pm 0.5$ mm (0~1.5mm)であり、術前より有意に改善した。この値は以前当科で報告したハムストリングを用いた一重束再建術の術後平均患健差1.6mmよりも小さく<sup>13)</sup>、術後の前後不安定性はより改善した可能性がある。今後は

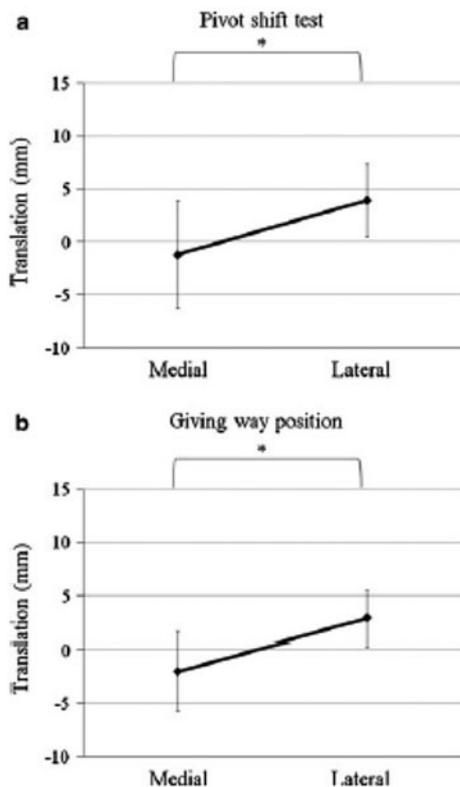


図3 内顆および外顆の健側に比較した患側の移動量。負の値は前方への移動を表す。外顆が内顆に比べて有意に長く移動している。a；Pivot shift testの姿勢。b；Giving-wayの姿勢。

術後の回旋不安定性をイメージマッチング法を用いて解析し、解剖学的二重束 ACLR が真に回旋不安定性を改善するのか解析していく予定である。

## 結 語

解剖学的二重束 ACL 再建術の短期成績は良好で、前方引き出し患健差も自験例より良好であった。また、イメージマッチング法により術前の回旋不安定性を定量化することができた。

## 文 献

- 1) Musahl V et al : Comparing stability of different single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction techniques : a cadaveric study using navigation. *Arthroscopy*, 26 : S41-S48, 2010.
- 2) Lam MH et al : Knee rotational stability during pivoting movement is restored after anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 39 : 1032-1038, 2011.
- 3) Hussein M et al : Prospective Randomized Clinical Evaluation of Conventional Single-Bundle, Anatomic Single-Bundle, and Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction : 281 Cases With 3- to 5-Year Follow-up. *Am J Sports Med*, 2011. [Epub ahead of print]
- 4) Meredick RB et al : Outcome of single-bundle versus double-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament : a meta-analysis. *Am J Sports Med*, 36 : 1414-1421, 2008.
- 5) Nakamura S et al : Image-matching technique can detect rotational and AP instabilities in chronic ACL-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19 : S69-S76, 2011.
- 6) Yasuda K et al : Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*, 20 : 1015-1025, 2004.
- 7) Asano T et al : In vivo three-dimensional knee kinematics using a biplanar image-matching technique. *Clin Orthop Relat Res*, 388 : 157-166, 2011.
- 8) Okazaki K et al : Assessment of anterolateral rotatory instability in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an open magnetic resonance imaging system. *Am J Sports Med*, 35 : 1091-1097, 2007.
- 9) Araki D et al : A prospective randomised study of anatomical single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : quantitative evaluation using an electromagnetic measurement system. *Int Orthop*, 35 : 439-446, 2011.
- 10) Colombet P et al : Using navigation to measure rotation kinematics during ACL reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*, 454 : 59-65, 2007.
- 11) Banks SA et al : In vivo kinematics of cruciate-retaining and -substituting knee arthroplasties. *J Arthroplasty*, 12 : 297-304, 1997.
- 12) Defrate LE et al : The 6 degrees of freedom kinematics of the knee after anterior cruciate ligament deficiency : an in vivo imaging analysis. *Am J Sports Med*, 34 : 1240-1246, 2007.
- 13) Kobayashi M et al : A retrospective review of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons fixed with a metal round cannulated interference screw in the femur. *Arthroscopy*, 22 : 1093-1099, 2006.

# 高負荷荷重条件における前十字靭帯再建膝の動作解析 ～一重束再建膝と解剖学的二重束再建膝の比較～

## Knee Kinematics and Kinetics After ACL Reconstruction During a High-Demand Activity : Single Bundle vs. Anatomical Double Bundle

御園生 剛<sup>1)</sup> Go Misonoo 金森 章浩<sup>2)</sup> Akihiro Kanamori  
宮川 俊平<sup>3)</sup> Syumpei Miyakawa 落合 直之<sup>2)</sup> Naoyuki Ochiai

### ● Key words

前十字靭帯再建術, 回旋安定性, 高負荷荷重条件

### ● 要旨

ACL一重束(SB)と二重束(DB)再建術の高負荷荷重条件下での3次元動作解析を行い回旋安定性についての比較をした。30cmの台上から片脚着地後の45°カッティング動作に対し、Point Cluster techniqueを用いて膝関節回旋角度変化を算出するとともに、床反力から膝関節回旋モーメントを算出し、3群(SB群、DB群、健常膝(コントロール)群)で比較した。最大回旋変化量は、DB群とSB群が各々、コントロール群との間に有意差があったが、DB群とSB群の間には差がなかった。最大外旋モーメントは、SB群はコントロール群とDB群との間に有意差があったが、DB群とコントロール群の間には有意差はなかった。回旋安定性については、DB群はSB群より健常膝に近いと考えられた。

### はじめに

過去の屍体膝のバイオメカニクス研究から膝前十字靭帯(以下ACL)再建術は、回旋安定性の改善を

目的に、解剖学的二重束(以下DB:double bundle)再建術が行われるようになっている。臨床的にも、非荷重下の静的条件下では、DB再建のほうが回旋安定性に優れ成績良好とする報告はあるが<sup>1-3)</sup>、スポーツ現場に近い高負荷荷重条件下で再建膝の回旋安

御園生 剛  
〒305-0854 つくば市上横場2573-1  
筑波学園病院スポーツ整形外科  
TEL 029-836-1355

- 1) 筑波学園病院スポーツ整形外科  
Division of Sports Medicine Department of Orthopaedic Surgery Tsukuba Gakuen Hospital
- 2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科臨床医学系整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
- 3) 筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学  
Division of Sports Medicine, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

定性を定量的に評価したという報告はなく、DB再建術の長所は不明である。本研究の目的は、体表マーカーを赤外線カメラで捕え、大腿骨・下腿骨の3次元相対位置を算出し、膝関節の回旋変化量を算出する手法の中でも、骨の動きに近い解析が可能である Point cluster 法 (以下 PCT: point cluster technique)<sup>4,5)</sup> を用いる運動学的解析と、床反力から逆動力学計算により膝関節モーメントを算出する運動学的解析を用いて、スポーツ現場に近い高負荷荷重条件下で SB 再建膝と解剖学的 DB 再建膝の回旋安定性について比較検討することである。

## 対象と方法

### 1. 対象

ACL 再建術後 12 ヶ月以上経過し、既にスポーツ復帰している患者 40 名を対象とし、DB 再建術後の患者 20 名 (男女各 10 名) を DB 群、SB 再建術後の患者 20 名 (男女各 10 名) を SB 群とした。DB 群は、平均年齢  $22 \pm 1.5$  歳、平均身長  $166.1 \pm 5.2$  cm、平均体重  $58.5 \pm 6.7$  kg であった。一方、SB 群は、平均年齢  $22 \pm 5.2$  歳、平均身長  $164.6 \pm 10.5$  cm、平均体重  $57.6 \pm 11.8$  kg であった。また、コントロール群として、過去に下肢外傷・障害の既往がなく、ACL 再建群と年齢や体格 (身長・体重) に差がない健常人 20 名 (男女各 10 名) で、平均年齢  $21 \pm 5.7$  歳、平均身長  $167.4 \pm 6.8$  cm、平均体重  $59.5 \pm 7.1$  kg をコントロール群とした。術後療法は、両群とも同じもので、術後 1 週間で  $1/3$  荷重開始し 4 週間で全荷重とした。術後 3 ヶ月でランニングを開始し、筋力が十分回復して

いる場合 (Biodex<sup>®</sup> で評価) は、術後 6 ヶ月でスポーツ復帰を許可した。尚、DB 群と SB 群は、年齢、身長、体重に差がなく、KT1000 による膝関節前方動揺性も各々  $1.3 \pm 0.7$  mm と  $1.4 \pm 0.5$  mm で有意差なく、pivot shift test は両群とも全例陰性であった。また Lysholm score, Tegner activity score とともに両再建群の間に有意差はなかった (表 1)。

### 2. 手術方法

DB 再建術は、大腿骨、脛骨側ともに ACL 付着部 (AMB と PLB の付着部) に 2 つずつ骨孔を作製した。移植腱の固定については、膝関節を  $20^\circ$  屈曲位保持した状態で初期張力 40 N を同時に 2 本の移植腱に加えながら、大腿骨側は EndoButton CL (Smith & Nephew Endoscopy, Andover, MA) で、脛骨側は 6.5 mm のスパイクワッシャー付きキャンセラスクリュー (Smith & Nephew Endoscopy, Andover, MA) を用いて固定した。

一方、SB 再建術は、大腿骨、脛骨の ACL 付着部の中心に 1 つずつ骨孔を作製した。移植腱の固定については、膝関節を  $20^\circ$  屈曲位保持した状態で初期張力 40 N を移植腱に加えながら、大腿骨側は EndoButton CL で、脛骨側は 6.5 mm のスパイクワッシャー付きキャンセラスクリューを用いて固定した。

移植腱には DB 群、SB 群ともに自家半腱様筋腱単独、もしくは半腱様筋腱が 22 cm の長さを確保できない場合は薄筋腱も採取して使用した。DB 群は移植腱を二重折りとして AMB と PLB を作製した。SB 群は移植腱を四重折りとして使用した。

表 1 被験者データ

	DB 群 (n=20)	SB 群 (n=20)	Control 群 (n=20)
年齢 (years)	$22 \pm 2$	$22 \pm 5$	$21 \pm 6$
身長 (cm)	$166.1 \pm 5.2$	$164.6 \pm 10.5$	$167.4 \pm 6.8$
体重 (kg)	$58.5 \pm 6.7$	$57.6 \pm 11.8$	$59.5 \pm 7.1$
術後期間 (months)	$12.4 \pm 2.7$	$12.3 \pm 2.7$	—
KT-1000 患健差 (mm)	$1.3 \pm 0.7$	$1.4 \pm 0.5$	—
Pivot-shift test (陽性)	0/20	0/20	—
Lysholm score	$93.9 \pm 2.7$	$93.2 \pm 3.8$	—
Tegner activity scale	$7.1 \pm 1.2$	$6.8 \pm 0.7$	—

( $\pm$ SD)

### 3. 動作課題

動作課題は30cmの高さの台から片脚着地した直後の45°カッティング動作とした。30cmの台の上に片脚立位(測定側)で静止した状態から、測定開始の合図とともに台より前方30cmのフォースプレート中央にマークされた枠内(40×20cm)に測定足で片脚着地し、着地した脚を軸にしてそのまま45°前方にカッティング(方向転換)し、その後5歩までは全力で走り抜けることとした(図1)。測定は各被験者の両脚を成功試技が各々3回計測できるまで行った。また、コントロール群の測定脚は、ジャンプ時の踏切脚とした。

### 4. 動作計測

直径9mmの反射マーカを被験者の下肢の30箇所(上前腸骨棘(左・右)、後上腸骨棘(左・右)、大転子の頂点(左・右)、大腿骨の内・外側上顆の最頂部、脛骨の内・外側顆の最頂部、足関節の内・外果の最頂部、踵骨隆起、第1足趾末節骨頭、大腿部クラスター点10箇所、下腿部クラスター点6箇所)に貼付した(図1)。課題動作を赤外線カメラ9台(サンプル周波数250Hz)で撮影し、動作解析装置 VICON NEXUS (Oxford Metrics社製)を用いて位置座標を取得した。また、床反力計(Kistler社製)を用いて床反力を1,000Hzで測定した。

### 5. データ解析

体節基準点(解剖学的骨ランドマーク)のうち計測側の大転子の頂点、大腿骨内上顆・外上顆の最頂部、脛骨内側顆・外側顆の最頂部、足関節内果・外果の

最頂部の7点については、Point Cluster technique(以下PCT)を用いて動作中の位置座標を算出した。PCTの特性を活かすため、PCTを用いて算出した7つの体節基準点の位置座標には平滑化を行わなかった。体節基準点のうちPCTを施さなかった非計測側の大転子の頂点、踵骨隆起点、第5中足骨骨頭の3点の位置座標について、残差分析<sup>6)</sup>により最適な遮断周波数を決定し、4次のButterworth型ローパスフィルターによる平滑化を行った。

### 6. 運動学的解析

大腿・下腿にGroodら<sup>7)</sup>のjoint coordinate systemに準じた移動座標系を定義し、これを用いてPCTのアルゴリズムにより膝関節の回旋角度を内旋(+), 外旋(-)として算出した。

なお、膝伸展位での静止状態(基準位置)での膝関節角度に対する変化量を角度変位として算出した。

### 7. 運動力学的解析

下肢を大腿部・下腿部・足部の3つのセグメントからなる剛体リンクセグメントモデルとし、このモデルに対してNewton-Eulerの運動方程式を立て、逆動力学計算により膝関節モーメントを算出した。このモデルは、各セグメントの質量、質量中心の位置、慣性モーメントが運動中に変化しない剛体の集まりで、各セグメントはピンジョイントで連結されているものとする。体節基準点の位置座標を用いて、股関節・膝関節・足関節のそれぞれの関節中心を算出した。また、各セグメントの質量と質量中心および慣性モーメントは、Aeら<sup>8)</sup>の身体部分慣性係数を

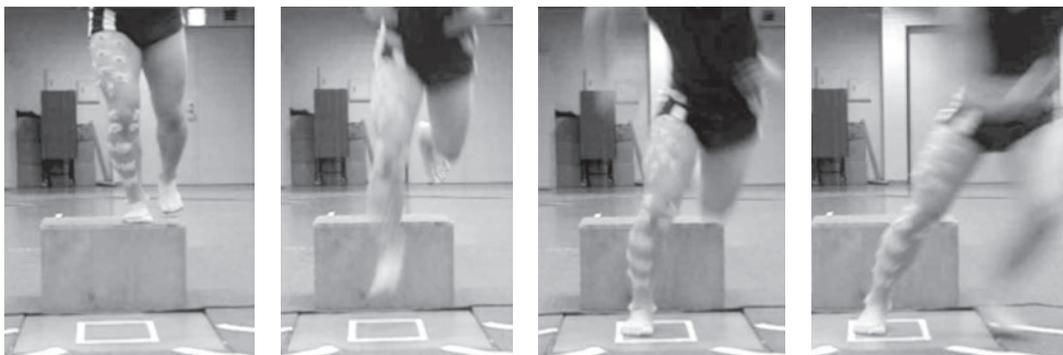


図1 動作課題  
30cmの高さの台から片脚着地した直後の45°カッティング

用いて算出した。各セグメントの質量中心の加速度は、質量中心の位置座標を時間で2階微分(数値微分)することにより求めた。各セグメントの移動座標系の各軸回りの角加速度は、移動座標系の各軸周りの角速度を時間で1階微分(数値微分)することにより求めた。これらを用いたNewton-Eulerの運動方程式を逆動力学計算によって解くことにより求められる解剖学的3軸方向の膝関節モーメントのうち、回旋モーメント(内旋(+)/外旋(-))を算出した。

## 8. データ分析

データ解析は、立脚期について行い、この区間を100%に規格化して行った。膝関節モーメントにおいては、被験者間での体重・身長による影響を除去するために膝関節モーメント各成分の値を体重と身長で除して規格化した。

立脚期における膝関節の最大回旋変化量と最大外旋モーメントを算出し、3回の試技の平均を求めた。1元配置分散分析を用いて、3群(DB群、SB群、コントロール群)で比較した。Post hoc testとして、Tukey-Kramerの多重比較を用いた。また、立脚期における膝関節の最大回旋変化量と最大外旋モーメントの間の相関関係の有無についてSpearman順位相関係数検定を用いて検討した。有意水準はいずれも5%とした。

## 結 果

平均最大回旋変化量について、3群間を比較したところ、有意差を認めた( $F = 9.15; p < 0.01$ ) (図2, 3)。DB群(再建側) :  $16.6 \pm 3.4^\circ$  とSB群(再建側) :  $17.2 \pm 3.7^\circ$  は、いずれもControl群 :  $21.2 \pm 3.5^\circ$  より有意に小さかった(いずれも  $p < 0.01$ )。しかし、DB群とSB群の間には、有意差がなかった( $p = 0.93$ )。また、DB群の健側 :  $23.1 \pm 4.6^\circ$  とSB群の健側 :  $22.2 \pm 4.7^\circ$  はともに再建側よりも有意に大きかった(いずれも  $p < 0.01$ )。尚、両再建群の健側とControl群の間には、どちらも有意差はなかった( $p = 0.34$  と  $p = 0.67$ )。

平均最大外旋モーメントについて、3群間を比較したところ、有意差を認めた( $F = 14.6; p < 0.01$ ) (図4, 5)。DB群(再建側) :  $0.21 \pm 0.04 \text{ Nm/kg} \cdot \text{m}$

とControl群 :  $0.22 \pm 0.05 \text{ Nm/kg} \cdot \text{m}$  はともにSB群(再建側) :  $0.14 \pm 0.05 \text{ Nm/kg} \cdot \text{m}$  より有意に大きかった( $p < 0.01$ )。しかし、DB群(再建側)とControl群の間には有意差はなかった( $p = 0.87$ )。また、SB群の再建側は健側 :  $0.22 \pm 0.08 \text{ Nm/kg} \cdot \text{m}$  より有意に小さかった( $p < 0.01$ ) が、DB群の再建側と健側 :  $0.24 \pm 0.06 \text{ Nm/kg} \cdot \text{m}$  の間には有意差はなかった( $p = 0.45$ )。

## 考 察

本研究では、実験試技にACL損傷のリスク動作であり、実際のスポーツ現場でみられる膝関節への負荷の大きい片脚着地後のカッティング動作を選択し、高負荷荷重条件下での膝関節のダイナミックな動きを評価するためにPCTを用いた運動学的解析と、PCTを利用した逆動力学計算により膝関節モーメントを算出する運動学的解析を合わせて行い、とくにDB再建膝とSB再建膝の回旋安定性について比較した。

過去の屍体膝のバイオメカニクス研究<sup>9~11)</sup>をもとに、われわれは*in vivo*でも、解剖学的DB再建膝のほうがSB再建膝よりも健側に近い回旋安定性が獲得されるという仮説を立てた。しかし、われわれの研究における運動学的評価結果は、この仮説を否定するものであった。本研究では、両再建群とも非荷重下の膝関節安定性評価では有意差なかったが(表1)、高負荷動作中の再建膝の最大回旋変化量についても、両再建群の間に有意差はないことが示された。この結果は、屍体膝で解剖学的DB再建法とACLの付着部の中心に骨孔を作製するSB再建法との間で回旋安定性に有意差はないことを示したHoら<sup>12)</sup>の研究を支持するものである。また、最近報告されている、手術中にナビゲーションシステムを用いた研究の中には、両再建群の間で回旋変化量に有意差がないという本研究結果を支持するものがいくつかある<sup>13, 14)</sup>。しかし、これらの研究は、ACL再建中の麻酔下での評価であり、術後1年以上経過し、スポーツ復帰した状態での回旋安定性を評価しているわけではない。

また、本研究では、両再建群ともにControl群と比較すると最大回旋変化量は約 $5^\circ$ 小さく、再建膝が高負荷荷重条件下では回旋安定性という面では、過

制動と解釈できる結果であった。しかし、KT1000による膝関節前方動揺性の評価からは、再建側が過制動と解釈することは難しく、むしろ再建膝に不安定性が残存するために、被験者が無意識のうちに過剰な回旋を回避しようとした結果、回旋変化量が小

さくなったとも考えられる。どのように解釈すべきかは、現段階では解明できておらず、今後本研究と同じ条件下で膝関節回旋運動に関与している筋群の活動を測定するなどの追加研究をして検討する必要がある。

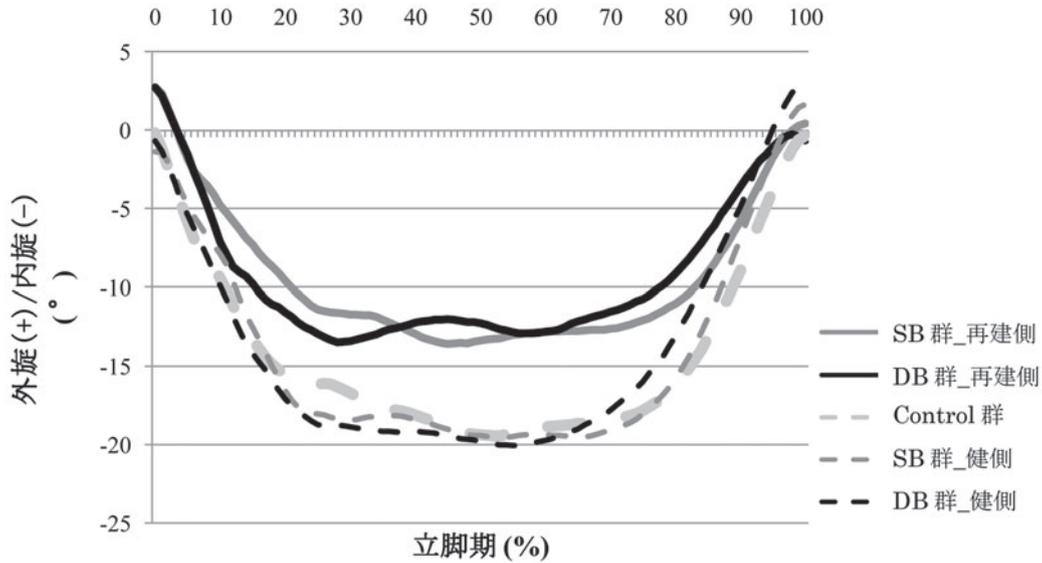


図2 立脚期における膝関節回旋角度変化  
 横軸は、立脚期を%表示したもので、0は接地時を表す。  
 濃灰色はSB群、黒色はDB群、淡灰色(太破線)はコントロール群(健常膝)を表す。  
 実線は再建膝、細破線は健側膝を表す。

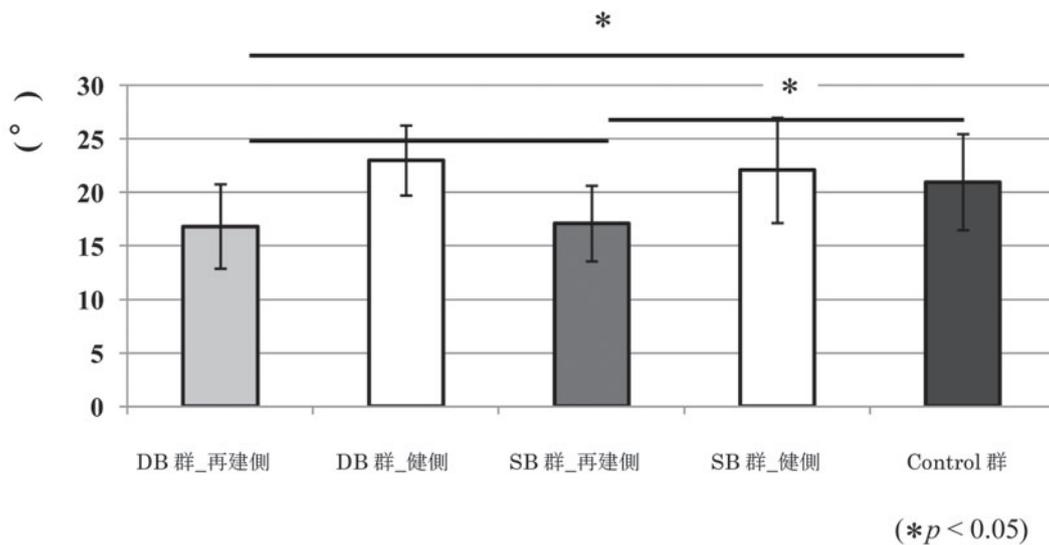


図3 立脚期の平均回旋変化量

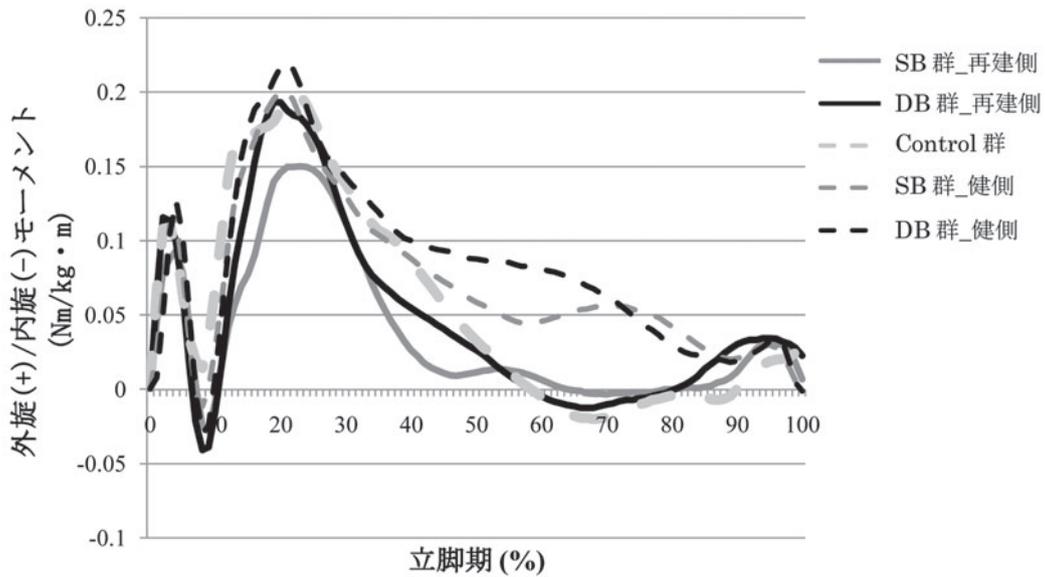


図4 立脚期における膝関節回旋モーメント変化  
 横軸は、立脚期を%表示したもので、0は接地時を表す。  
 濃灰色はSB群、黒色はDB群、淡灰色(太破線)はコントロール群(健全膝)を表す。  
 実線は再建膝、細破線は健側膝を表す。

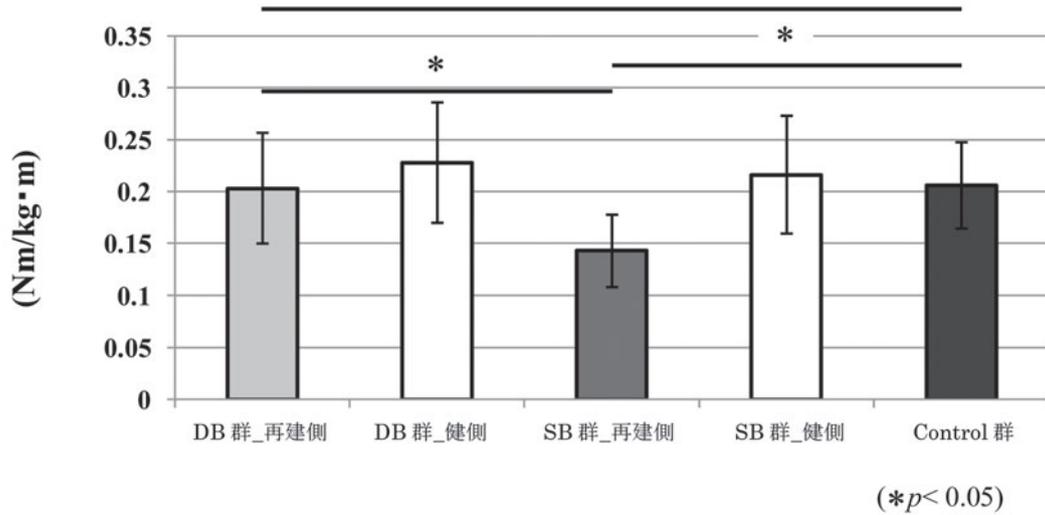


図5 立脚期の平均最大外旋モーメント

また本研究では、平均回旋変化量に有意差はないのに平均最大外旋モーメントについては有意差を認め、DB再建膝はSB再建膝よりも有意に大きく、健全膝により近い回旋モーメントを示した。その理由について現段階で詳細は不明だが、DB群とSB群の骨孔の作製法の違いや実際の高負荷荷重条件下での

膝関節の動きが、静的条件下での膝関節の構成要素(靭帯、半月板、骨など)の幾何学的形状や機能特性にのみ依存するのではなく、重力、慣性力、あるいは筋活動といった要素が複雑に絡み合った相互作用にも依存していることに由来するものであると考えられる。この点においても、再建靭帯内の張力を測

定するなどの追加研究をして検討する必要がある。

最後に、本研究にはいくつかの限界がある。第1に、体表マーカーを用いた3次元動作解析は、いくらPCTを使ったとしてもその精度にはやはり制限があること<sup>4,5)</sup>、第2に、歩行や階段昇降などといった、高負荷でない荷重条件での動態評価との比較をしていない点があげられる。しかし、本研究のように、*in vivo*で膝関節機能を評価することは、正常ACLの役割を理解するため、また正常な膝関節機能を回復し維持することに再建靭帯にどの程度効果があるのかを決定するために必要不可欠であり、実際の臨床現場でACL再建術を行う際に有用な情報を提供するものと考えられる。

## 結 語

高負荷荷重条件下においてDB再建膝はSB再建膝と比較して、回旋変化量に有意差は認められないものの、運動力学的評価の結果、健常膝に近いと考えられた。

## 文 献

- 1) Muneta T et al : A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques. *Arthroscopy*, 23 : 618-628, 2007.
- 2) Yagi M et al : Double-bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop Relat Res*, 454 : 100-107, 2007.
- 3) Yasuda K et al : Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts : Comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy*, 22 : 240-51, 2006.
- 4) Alexander EJ et al : Correcting for deformation in skin-based marker systems. *J Biomech*, 34 : 355-361, 2001.
- 5) Andriacchi TP et al : A point cluster method for in-vivo motion analysis : applied to a study of knee kinematics. *J Biomech Eng*, 120 : 743-749, 1998.
- 6) Winter DA : *Biomechanics and motor control of human movement*. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons, New York : 41-43, 75-84, 1990.
- 7) Grood ES et al : A joint coordinate system for the clinical description of three-dimensional motions : application to the knee. *J Biomech Eng*, 105 : 136-144, 1983.
- 8) Ae M et al : Estimation of inertia properties of the body segments in Japanese athletes. *Society of Biomechanisms. Biomechanisms 11*, University of Tokyo Press, Tokyo : 23-33, 1992.
- 9) Kanamori A et al : The effect of axial tibial torque on the function of the anterior cruciate ligament : A biomechanical study of a simulated pivot shift test. *Arthroscopy*, 18 : 394-398, 2002.
- 10) Woo SL et al : The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg Am*, 84 : 907-914, 2002.
- 11) Yagi M et al : Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30 : 660-666, 2002.
- 12) Ho JY et al : Equal kinematics between central anatomic single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 25 : 464-472, 2009.
- 13) Ferretti A et al : Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. A comprehensive kinematic study using navigation. *Am J Sports Med*, 37 : 1548-1553, 2009.
- 14) Ishibashi Y et al : Navigation evaluation of the pivot-shift phenomenon during double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : Is the posterolateral bundle more important? *Arthroscopy*, 25 : 488-495, 2009.

# 前十字靭帯 (ACL) 再建術の術前後評価 — 3次元電磁気センサーによる評価 —

## Quantitative Evaluation Before and After Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction Using 3-D Electromagnetic Measurement System

黒田 良祐	Ryosuke Kuroda	松下 雄彦	Takehiko Matsushita
荒木 大輔	Daisuke Araki	西澤勇一郎	Yuichiro Nishizawa
星野 祐一	Yuichi Hoshino		

### ● Key words

膝, 前十字靭帯, 再建術

Knee : Anterior cruciate ligament : Reconstruction

### ● 要旨

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷は, スポーツ年齢層が拡大しつつあるわが国でもその発生頻度は増加傾向にある。復帰のためには手術的治療が不可となるが手術前後の評価は極めて重要である。近年では3次元的不安性評価が可能な機器が開発され, 画像による静的な診断のみならず, 回旋などを含めた動的な評価が可能になってきた。われわれは電磁気を用いた動作追跡機器を用いた運動解析に注目し, 非侵襲的な膝動作解析システムを開発・研究してきた。本稿では主観的徒手検査である pivot shift test, Lachman test における膝関節の3次元動的な動きを3次元電磁気センサーを用いた膝動作解析システムによって定量化する手法と信頼性について詳述する。

### はじめに

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷は, スポーツ年齢層が拡大しつつあるわが国でもその発生頻度は近年増加傾向にある。しかし手術適応の決定や術後評価のた

めには, より正確な評価技術が必要になる。MRIなどの画像技術の発達に伴い, 診断の確実性が飛躍的に向上してきた。さらに近年ではナビゲーションシステムなどを用いた3次元的不安性評価が可能な機器が開発され, 画像による静的な診断のみならず, 回旋などを含めた動的な評価が可能になってきた。

黒田良祐  
〒650-0017 神戸市中央区楠町7-5-1  
神戸大学病院整形外科  
TEL 078-382-5985

神戸大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kobe University School of Medicine

スポーツ動作における膝運動の評価・解析には速い動きの中での変化をとらえるために、高速でかつ精度の高い動作解析が必要となる。臨床的には安全面や汎用性を求められている昨今の医療環境をふまえると、非侵襲的かつ簡便な動作解析システムが望まれている。本稿では、われわれが開発した3次元電磁気センサーを用いた ACL 再建術前後の評価について述べる。

### 3次元電磁気センサーシステム (EMS)

われわれは電磁気を用いた動作追跡機器を用いた運動解析<sup>2)</sup>に注目し、非侵襲的な膝動作解析システムを開発・研究してきた<sup>3,4)</sup>。Polhemus社製電磁気動作追跡装置 (FASTRAK<sup>®</sup>、その次世代機である LIBILITY<sup>®</sup>) および personal computer を使用するわれわれのシステムでは、レシーバーとトランスミッター間で交換される電磁波信号が本体を通じて解析され、3次元的に数値化される。実際の計測では3つのレシーバーを使用する。2つはそれぞれ大腿骨、下腿骨の位置情報をとらえるため、大腿部および下腿部に特製バンドによって固定し、残りの1つは大腿骨、下腿骨の形状を認識させるためのプローブに装着する。トランスミッターを設置しすべてのレシーバーがトランスミッターから半径106cm 圏内に入るようにし、操作を行なう。次いで触知できる7つの参照点(1. 大転子, 2. 内上顆, 3. 外上顆, 4. 関節裂隙と内側側副靭帯前縁との交点, 5. 腓骨頭, 6. 足関節内果, および7. 外果)にプローブの先端をあて、その参照点の位置情報を入力する。各参照点の3次元的位置関係から大腿骨、脛骨の骨軸を算出することができ、PC上に再構築することができる。膝の動きに伴い変化する6自由度を240 Hzで計測でき、ほぼリアルタイムの計測を実現することができる。徒手的に判断されている pivot shift test, Lachman test のような動きの中で生じる角度や位置の変化も角度や位置の変化のみならず、速度や加速度といったパラメーターも算出することができる。

### EMS による徒手検査の数値化

ACL 損傷膝において pivot shift test 時、脛骨の

前方移動量が伸展位から屈曲30°あたりまでかなり大きくなり、屈曲とともに脛骨は急激に後方へ移動(整復)する。この pivot shift 時にみられる前方のずれが後方へ整復される際の加速度; acceleration of posterior translation (acceleration), 脛骨の前方へのずれ; coupled anterior tibial translation (c-ATT) を pivot shift test 定量の指標とした。30人の片側 ACL 損傷患者において pivot shift test 時の acceleration と c-ATT とを計測し、対側の正常膝と比較した。最大の acceleration, c-ATTs とも ACL 損傷膝において対側の正常膝より有意に大きくなり ( $p < 0.05$ )、この2つのパラメーターが pivot shift test の定量的な計測が可能であることが証明された<sup>3,5)</sup>。同様に ACL 損傷膝の Lachman test 時の脛骨の大腿骨に対する前後移動量の定量化を試みた。ACL 損傷と診断した30人の片側 ACL 損傷患者において EMS 装着下に Lachman test を行ない、検者の感じる end point の有無とともに EMS で脛骨の大腿骨に対する前後移動量を計測した。ACL 損傷膝と健常膝の間に有意差を認め、Lachman test の定量的な評価が可能となった<sup>1)</sup>。

### 定量化の信頼性—検者間の比較—<sup>6)</sup>

徒手検査を定量評価の指標とするためには検者間の手技や計測値の比較検討が重要と考えた。2009年に開催された国際学会に参加された33名のスポーツ整形外科医に pivot shift test の手技につきアンケート調査を行なった。Pivot shift test を伸展位から屈曲で施行する医師は20名/33名(60.7%)、屈曲位から伸展で施行する医師は13名/33名(39.3%)であった。手技中にかかる負荷ストレスは外反ストレスが30名/33名(90.9%)、内旋ストレスが19名/33名(57.6%)、外旋ストレスが8名/33名(24.2%)、軸圧ストレスが20名/33名(60.7%)であった。評価の判断材料としては整復感を指標とする医師は23名/33名(70.0%)、脱臼感を指標とする医師は8名/33名(24.2%)であった。移動量を感じ取る医師が3名/33名(9.1%)であった(表1)。Pivot shift test は検者によって異なった手技がみられた。とくに足、足関節のもちかたや回旋、軸負荷のかけ方にばらつきがみられた。さらに EMS を用い1名の片側 ACL 損傷患者(33歳

男性。受傷から検査までの期間は7ヵ月)に対し、5名の整形外科医がpivot shift test, Lachman testを行ない、計測値を検討した。Pivot shift testでは前述のパラメーターの1つである accelerationでは検者間のばらつきがあまり認められなかった。しかし脛骨回旋については検者間のばらつきが大きく一定の傾向はつかめなかった。Lachman testではその手技は検者間で違いは認めなかった。しかし検査時の大腿骨、脛骨を保持する膝関節の屈曲角度、脛骨の前方移動左右差は検者間でばらつきが有意に大きくなっていった。つまりLachman test時の膝関節屈曲角度、脛骨を前方へ引き出す力が検者によって大きく異なることがわかった(表2)。

ま と め

近年、解剖学的に正常ACLに近い再建をめざしたさまざまな手術手技が開発されており<sup>7~10)</sup>、これら手術成績の評価にはより詳細な解析が求められている。われわれのEMSは、電磁波による計測機器であるため患者にも検者にも非侵襲的で、電磁波信

号が検者の手によっても妨げられないという計測上のメリットもある。しかしpivot shift testは足部の保持、回旋・軸圧のかけ方など検者間によって手技の違いがあることがわかった。また脛骨回旋については検者間のばらつきが大きく一定の傾向はつかめなかった。Lachman testは世界中で同じような手技が行なわれているが、検査時の膝関節屈曲角度、脛骨を前方へ引き出す力が検者によって大きく異なることがわかった。本膝動作解析システムは主観的徒手検査であるpivot shift test, Lachman testの定量化を現実のものとし、一定の評価基準を得ることができたと考えられるが、検査手技そのものが検者間でばらついており今後も解決していかなければならない課題がある。

文 献

- 1) Araki D et al : The use of an electromagnetic measurement system for anterior tibial displacement during the Lachman test. Arthroscopy, 27 : 792-802, 2011.
- 2) Bull AM et al : Intraoperative measurement of knee kinematics in reconstruction of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg Br, 84 : 1075-1081, 2002.
- 3) Hoshino Y et al : In vivo measurement of the pivot-shift test in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an electromagnetic device. Am J Sports Med, 35 : 1098-1104, 2007.
- 4) Kubo S et al : Reliability and usefulness of a new in vivo measurement system of the pivot shift. Clin Orthop Relat Res, 454 : 54-58, 2007.
- 5) Kuroda R et al : Quantitative measurement of

表1 Pivot shift testについてのアンケート(n=33)

・手技	
伸展位から屈曲	20名/33名(60.7%)
屈曲位から伸展	13名/33名(39.3%)
・負荷ストレス	
外反	30名/33名(90.9%)
内旋	19名/33名(57.6%)
外旋	8名/33名(24.2%)
軸圧	20名/33名(60.7%)
・判断材料	
移動量	3名/33名(9.1%)
脱臼感	8名/33名(24.2%)
整復感	23名/33名(70.0%)

表2 片側ACL損傷患者に対する5名の検者によるLachman testの健患差(mm)

	検者					平均
	A	B	C	D	E	
損傷膝	26.9	20.1	31.2	34.7	32.0	9.0
健常膝(反対側)	17.5	12.0	28.8	13.7	17.3	17.9
健患差(左右差)	9.1	8.2	3.4	20.5	14.8	11.2

- the pivot shift, reliability, and clinical applications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011.
- 6) Kuroda R et al : Similarities and differences of diagnostic manual tests for anterior cruciate ligament insufficiency : a global survey and kinematics assessment. *Am J Sports Med*, 40 : 91-99, 2012.
- 7) Muneta T et al : A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques. *Arthroscopy*, 23 : 618-628, 2007.
- 8) Shino K et al : Rectangular tunnel double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft to mimic natural fiber arrangement. *Arthroscopy*, 24 : 1178-1183, 2008.
- 9) Yagi M et al : Double-bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop Relat Res*, 454 : 100-107, 2007.
- 10) Yasuda K et al : Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts : comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy*, 22 : 240-251, 2006.

# 3次元加速度計を用いた膝前十字靭帯3線維束の動的不安定性の解析 —死体膝8膝の検討—

## Evaluation of Rotational Instability of the Triple Bundle Anterior Cruciate Ligament with Use of Triaxial Accelerometer

前山 彰<sup>1)</sup> Akira Maeyama 佐伯 和彦<sup>1)</sup> Kazuhiko Saeki  
 加藤 有紀<sup>2)</sup> Yuki Kato 毛利 正玄<sup>1)</sup> Seigen Mori  
 内藤 正俊<sup>1)</sup> Masatoshi Naito フレディ H. フー<sup>3)</sup> Freddie H. Fu

### ● Key words

前十字靭帯, 回旋不安定性, 加速度計

### ● 要旨

本研究では3次元加速度計を用い ACLを構成する各3線維の回旋不安定性に対する役割を調査した。新鮮死体膝8膝を用い、脛骨粗面に加速度センサーを固定し、Nテストを徒手的に施行した。検査を行なっている際の加速度を計測し不安定性を評価した。ACLをIM, AM, PLの順に鏡視下に切離していき、各状態の膝に対してNテストを施行し不安定性を比較した。

ACL欠損膝は正常膝に比較して統計学的に有意に回旋不安定性が増大した。また、IM欠損膝およびIM-AM欠損膝においても正常膝に比較して統計学的に有意な回旋不安定性の増大を示した。本研究においては、各線維の回旋不安定性に対して同等の制動する役割をもっていると考えられた。

### はじめに

近年、解剖学的な前十字靭帯(以下 ACL)再建術が注目されており、さらなる術後成績の向上のため、

より詳細な解剖学的な研究の報告が多くみられる。多くの研究では ACLは2つの線維束(前内側線維: AM, 後外側線維: PL)に分けられるとされる研究が多いが、3つの線維束(AM/PL/IM)に分けられるという報告も散見される<sup>1-4)</sup>。さらに、再建術後の

前山 彰  
〒814-0180 福岡市城南区七隈7-45-1  
福岡大学医学部整形外科学教室  
TEL 092-801-1011 (内線3465)  
FAX 092-864-9055

- 1) 福岡大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of medicine, Fukuoka University
- 2) 日本大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of medicine, Nihon University
- 3) ピッツバーグ大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Pittsburgh University

回旋不安定性の評価は静的な計測による評価より、動的な評価がより重要という報告が増えている<sup>5-7)</sup>。本研究の目的は3次元加速度計を使用し、各線維束が回旋不安定性に対しどの程度寄与をしているかを明らかにすることである。

### 対象および方法

新鮮死体膝8膝を用い、脛骨粗面に裸子と専用の固定具を用い加速度センサーを固定し、同一検者でNテストを徒手的に施行した。Nテストはpivot shift現象のdislocation phaseを検出するテストである<sup>8,9)</sup>。検査を行なっている際の加速度を計測し不安定性を評価した。3次元加速度計による評価は各関節の動的な不安定性の評価で用いられており、膝関節、股関節の不安定性の計測は以前のわれわれの研究において信頼性、再現性、正確性は検討されている<sup>10-12)</sup>。ACLをIM, AM, PLの順に鏡視下に切離していき、各状態の膝に対してNテストを施行し不安定性を比較した(1:正常膝, 2:IM欠損膝, 3:IM/AM欠損膝, 4:ACL欠損膝)。切離の順序については、すべてのパターンで切離することが望ましいが、鏡視による切離では正確に線維を同定しながらPLから切離することは不可能であり、前述の順序(IM, AM, PL)により検討を行なった。不安定性の検討はX軸, Y軸, Z軸の加速度の合成加速度を用い検討した $|a| = \sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}$ 。それぞれの状態から得られた合成加速度を正常膝と比較して不安定性を検討した。IMの同定は組織学的にも区別されるが(図1),

外側半月板の前角付着部を目印にAMとの境界を確認して同定した。ACLの切離に関しては、鏡視下に注意深く順次IM, AM, PLをそれぞれ脛骨付着部より切離して計測を行なった。

本研究ではセンサーは脛骨粗面にスクリューを用いて、作成した土台に固定した(図2)。加速度計から得られたデータはアナログデジタルボードを介し画面上でデータを観察でき、同一検者によりJerkテスト(Nテスト)を用い計測を行なった。テストは各3回ずつ行ない、3回の平均値を検討に使用した。

### 結 果

各状態での波形のサンプルを図3に示す。左上の図が正常膝を単純に伸展屈曲させた波形、右上が正常膝に対してJerkテストを行なった波形、下の図がACLを切除した膝にNテストを施行した波形である。各波形のピーク値を比較するとACL欠損の膝では動揺性が増すことがわかる。今回の研究の結果であるが、それぞれの状態の加速度の大きさのピークは正常膝は $0.75 \pm 0.13$ , IM欠損膝は $0.96 \pm 0.19$ , IM/AM欠損膝では $1.22 \pm 0.15$ , ACL欠損膝では $1.47 \pm 0.13$ であった。正常膝に比較し、ACL欠損膝・IM/AM欠損膝は統計学的に有意な不安定性を認めた。結果より各線維の回旋不安定性に対する寄与率はAM 36.1%, IM 29.2%, PL 34.7%であった(図4)。

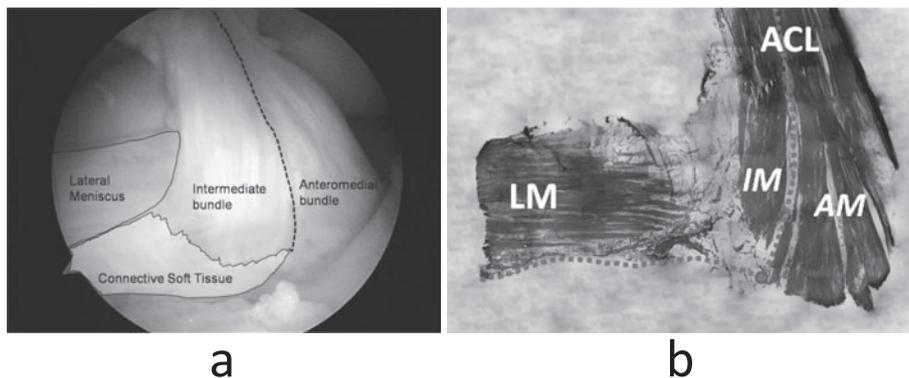


図1 IMの同定  
a: IM/AM/PLの同定, b: 組織学的な評価

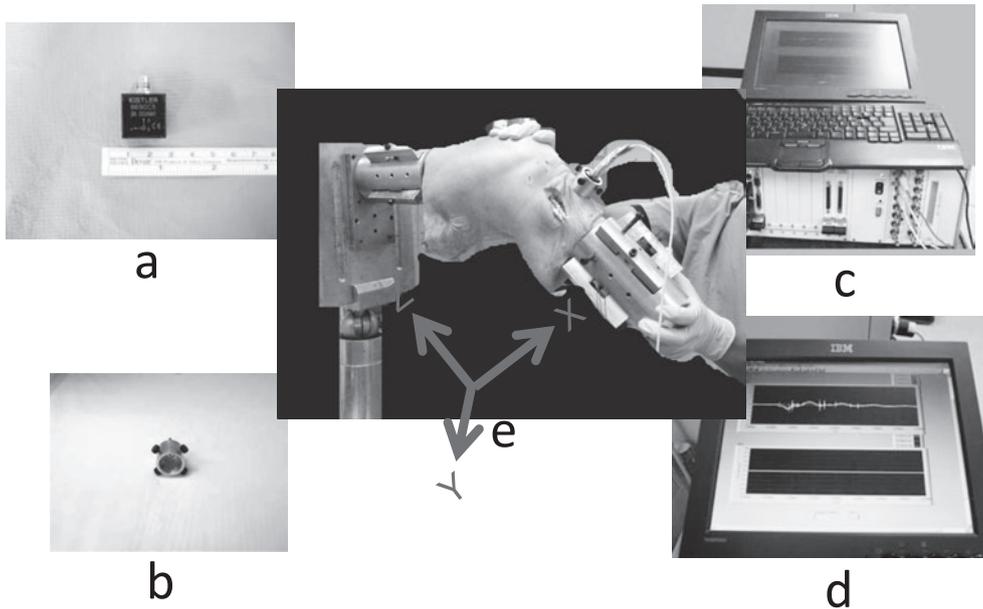
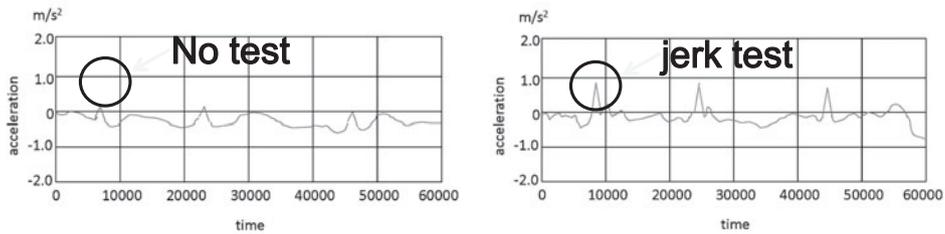


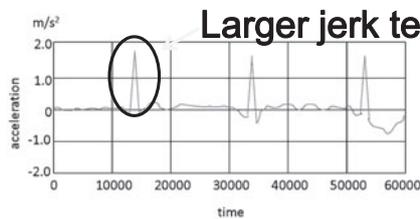
図2 計測システム

a : Sensor, b : Fixture, c : PC, d : 画面上に表示される波形, e : 計測風景



a: 正常膝における屈曲伸展

b: 正常膝におけるpivot shiftテスト



c: ACL欠損膝におけるpivot shiftテスト

図3 各状態での波形サンプル

## 考 察

Pivot shiftテストはACL再建術後の安定性の評価にはよい方法であるとされている。Pivot shift現象を評価した研究は数多くあるが、多くはストレスを

かけた状態での移動距離や角速度の変化など、静的な意味合いの強い評価法がなされている。

一方、星野らの報告では電磁気センサーを用い、得られたデータから加速度を算出し、加速度がPivot Shiftテストの検者が評価したGradingに関連するとした。Pivot shift現象は3次元のかつ動的な現象で

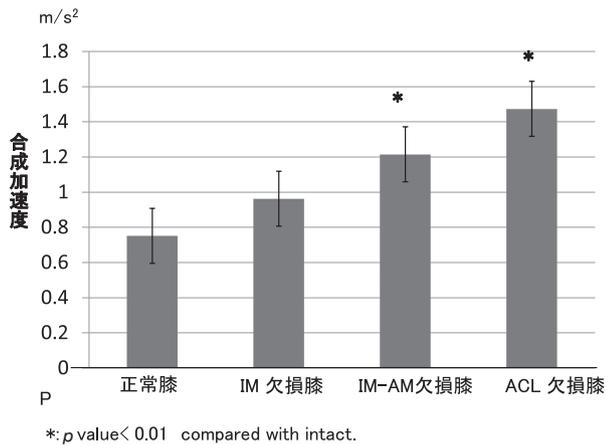


図4 結果

あり、評価には加速度による評価がより有用であると報告している<sup>12)</sup>。また、Laneらはナビゲーションを用い、そのデータから加速度を算出しPivot shiftテストの際の不安定性を評価をしている<sup>13)</sup>。しかし、これらの報告は加速度の評価が3次元ではなく1次元である。Pivot Shift現象は3次元的な動きであることより、われわれは3次元加速度計を用い評価を行なった。

また、現在までAM, PLの不安定性に対する役割を調査した研究が報告されている。GabrielらはAMは前後動揺性を制御しておりPLは回旋不安定性を制御していると報告している<sup>14)</sup>。Zantopらは、深屈曲位ではAMが前後動揺性を制御しているが、伸展位近くになるとAM, PLともに前後動揺性の制御に関与していると報告している<sup>15)</sup>。これらの研究はすべてロボットなどを用いたストレスをかけた評価、つまり移動距離や角速度の評価であり、pivot shift現象は3次元的かつ瞬間的な亜脱臼の動作であり、その現象を再現できる動的な評価が望ましいと考えられる。

過去にわれわれが行なった3次元加速度計を用いてpivot shift現象の評価を行なった研究では、ブタ膝モデルを使用し、3線維束を順次切離し、Pivot shift現象の変化を計測した<sup>5)</sup>。ブタ膝の場合、IMがヒトと異なり明確に独立して存在しているため、PLを最後に切離したときにJerkテストを行なった際のPivot shift現象が最も大きく出ることが明らかとなった。

ブタ膝は人間の膝モデルによく使用されるが、ブ

タ膝の場合はPLが動的な回旋不安定性に対し80.4%と最も寄与していることが示唆された。

今回の研究ではヒトの膝を用い、ACL正常膝・IM欠損膝・IM-AM欠損膝・ACL欠損膝の各状態で以前の研究と同様の計測を行なった。

3次元加速度計を用い、より動的かつ3次元的な回旋不安定性を評価することができ、結果より回旋不安定性に対しては各線維ほぼ同等の制動する役割を有していると考えられた。ブタ膝モデルを用いた研究では、PLの回旋不安定性に対して寄与率が80%と高かったのに比較し異なる結果となった。

今回の研究の問題点を述べる。Pivot shiftテストは検者によりばらつきのあるテストであるため、今回は同一の検者で施行した。またACL線維束の切離の順番によっては結果に影響が出る可能性がある。結果から予測されることとしては、各線維は独立して前後動揺性、回旋不安定性を担っているのではなく、相互に補助しながら前後不安定性・回旋不安定性を共同して制御していることが考えられた。また、本システムはセンサーを骨内にスクリューなどで固定するので臨床の場で使用することが難しいと考えられる。近年イタリアからの研究で皮膚の上に加速度センサーを設置するシステムも開発されており、皮膚の影響はあると思われるが今後、加速度計による臨床の場でのPivot shiftの評価も可能となると考えられる<sup>16)</sup>。

## 結 語

回旋不安定性に対してはIM, AM, PLは、ほぼ同等の制動する役割を有していると考えられた。各線維は単独では機能しておらず相互に補助しながら前後不安定性・回旋不安定性を制御している可能性が考えられた。Pivot Shiftテストは、静的な不安定性を評価するものではなく、動的な評価であり3次元加速度計による評価は有用であると考えられた。

## 文 献

- 1) Amis AA et al : Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and in-

- juries. *J Bone Joint Surg Br.* 73 : 260-267, 1991.
- 2) Iwahashi T et al : Assessment of the «functional length» of the three bundles of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 16 : 167-174, 2008.
  - 3) Norwood LA et al : Anterior cruciate ligament : functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med.* 7 : 23-26, 1979.
  - 4) Shino K et al : Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Two Double-Looped Hamstring Tendon Grafts via Twin Femoral and Triple Tibial Tunnels. *Oper Tech Orthop.* 15 : 130-134, 2005.
  - 5) Maeyama A et al : Evaluation of Rotational Instability in the Anterior Cruciate Ligament Deficient Knee With Use of Triaxial Accelerometer : A Biomechanical Model in Porcine Knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 19 : 1233-1238, 2011.
  - 6) Hoshino Y et al : In vivo measurement of the pivot-shift test in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an electromagnetic device. *Am J Sports Med.* 35 : 1098-1104, 2007.
  - 7) Lane CG et al : In vivo analysis of the pivot shift phenomenon during computer navigated ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 16 : 487-492, 2008.
  - 8) Hughston JC et al : Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am.* 58 : 159-172, 1996.
  - 9) Slocum DB et al : Clinical test for anterolateral rotary instability of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 118 : 63-69, 1976.
  - 10) Maeyama A et al : Evaluation of dynamic instability of the dysplastic hip with use of triaxial accelerometry. *J Bone Joint Surg Am.* 90 : 85-92, 2008.
  - 11) Maeyama A et al : Periacetabular osteotomy reduces the dynamic instability of dysplastic hips. *J Bone Joint Surg Br.* 91-B : 1438-1442, 2009.
  - 12) Hoshino Y et al : In vivo measurement of the pivot-shift test in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an electromagnetic device. *Am J Sports Med.* 35 : 1098-1104, 2007.
  - 13) Lane CG et al : In vivo analysis of the pivot shift phenomenon during computer navigated ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 16 : 487-492, 2008.
  - 14) Gabriel MT et al : Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotator loads. *J Orthop Res.* 22 : 85-89, 2006.
  - 15) Zantop T et al : The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med.* 35 : 223-227, 2007.
  - 16) Lopomo N et al : Quantitative assessment of pivot-shift using inertial sensors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012. Jan 6.

# 外傷性肩関節前方不安定症を有する collision athlete に対する鏡視下 Bankart と open Bristow 法の併用法

## Arthroscopic Bankart and Open Bristow Procedure for Traumatic Anterior Instability of the Shoulder in Collision Athlete

田崎 篤 Atsushi Tasaki 山川 晃 Akira Yamakawa  
森田 亘 Wataru Morita 黒田 栄史 Eishi Kuroda  
星川 吉光 Yoshimitsu Hoshikawa

### ● Key words

外傷性肩関節不安定症, 衝突性スポーツ, 肩関節前方脱臼

Traumatic shoulder instability : Collision sports : Anterior dislocation of the shoulder

### ● 要旨

本研究の目的は, 外傷性肩関節前方不安定症を有する collision sports 選手に対して関節鏡視下 Bankart 修復術と open Bristow 法を同時に行なう術式の治療成績を明らかにすることである。

外傷性肩関節不安定症を有するトップレベルのラグビーおよびアメフト選手22例に対して上記術式を行なった。全例とも先に関節鏡視下 Bankart 修復術を行ない, 続いて open Bristow 法を行なった。

平均観察期間22.5ヵ月であり, 全例再発なく元のスポーツレベルに復帰した。術後の関節可動域制限は健側比で拳上は平均5°, 外旋は10°であった。鏡視下 Bankart 手術で関節内病変の修復が行ない Bristow 手術で強固な関節外制動を行なう本術式は collision sports 選手に対して安定した結果が得られる方法である。

### はじめに

近年, 外傷性肩関節前方不安定症に対する外科的治療法は鏡視下手術が主流となりつつある。とく

に, 直視下手術では認識されなかった軟部組織病変に対する診断と治療において, 鏡視下手術の利点が治療成績に貢献している。

画像診断の進歩により外傷性肩関節前方不安定症に併存する上腕骨や関節窩の骨欠損の形態やその病

田崎 篤  
〒104-8560 東京都中央区明石町9-1  
聖路加国際病院  
TEL 03-3541-5151/FAX 03-3544-0649

聖路加国際病院整形外科  
St. Luke's International Hospital Orthopedic Surgery

態が認知され、骨欠損を伴う症例に対する関節鏡視下手術治療の限界と適応が報告されている。またラグビーやアメリカンフットボール、格闘技のような collision sports に対する肩関節制動術としての関節鏡視下手術は必ずしも良好な成績が期待できないこともあり、いまだ議論の最中である<sup>1)</sup>。このような症例に対して烏口突起を関節窩頸部前下方部に移動固定して制動効果を図る Bristow 法や Latarjet 法はよい適応とされ、良好な成績が報告されている<sup>2,3)</sup>。しかし腱板関節面側不全断裂、上方関節唇病変や関節包実質部断裂のような関節内病変への同時処置は直視下手術だけでは適切に修復することは困難である。また Open Bankart 法は関節鏡視下法と比較して関節包靭帯の解剖学的修復が困難であり、修復時に過緊張となり術後の関節可動域制限を生じる可能性が高い。よって関節包靭帯や関節内病変に対する制動術としての関節鏡視下 Bankart 法と、強固な関節外制動術としての Bristow 法を同時に行なえば両者の長所を併せもつ手術となりうる。

当院では2008年以降に競技レベルの高いラグビーやアメリカンフットボール競技選手の外傷性肩関節不安定症に関節鏡視下 Bankart 修復術に open Bristow 法を同時に行なう術式を選択してきた。本研究の目的はその治療成績を明らかにすることである。

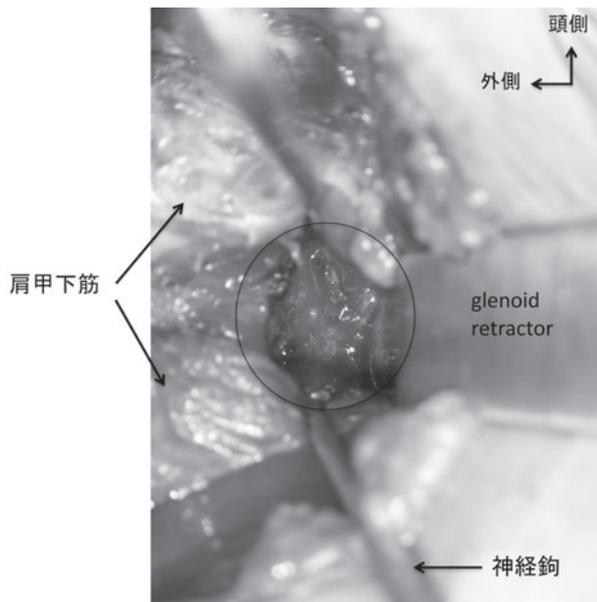


図1 肩甲骨関節窩頸部前下方部の展開 右肩

## 対象と方法

対象は20名22肩であり、全例男性であった。手術時平均年齢は21.2歳(18~24歳)であり、大学体育会所属ラグビー選手16例(両側施行2名)、社会人ラグビー選手2例、大学体育会アメリカンフットボール選手2例であった。そのうち関節鏡視下 Bankart 修復術後再発に対する再手術が8例(他院術後7例、当院1例)であった。三次元CTを用いた術前評価で骨性 Bankart 病変を8例に認め、その骨欠損率は平均12.2%(5~22%)であった<sup>4)</sup>。

全例 beach chair position にて、手術は先に関節鏡視下に2号高強度縫合糸(Hifi suture; Linvatec社)と吸収性スーチャーアンカーを(Panalok loop; Mitek社)用いた Bankart 修復術を行なった。全例水圧還流器を用いて手術を施行し、平均アンカー使用数は4.6個(4~6個)であった。腱板疎部縫縮術18例、上方関節唇修復術4例、関節包実質部断裂に対する修復術3例を関節鏡視下に同時に施行した。引き続き open Bristow 法を行なった。Deltpectral approach を用いて手術野を展開し、烏口突起を共同腱付着部とともに切離した。肩甲下筋は下方1/3部で線維方向に沿って分け、Bankart 修復部を触知し確認しながら関節包は温存するようにした。関節窩頸部前下面をグレンオイドリトラクターと神経鉤を用いて展開し、骨皮質からの出血を促すよう鋭ヒ鉗子やアブレーダーバーで処置をした(図1)。その後、烏口突起骨片を肩甲骨頸部に4.0mm径海面骨用スクリューとスパイクワッシャーを用いて固定した(図2)。後

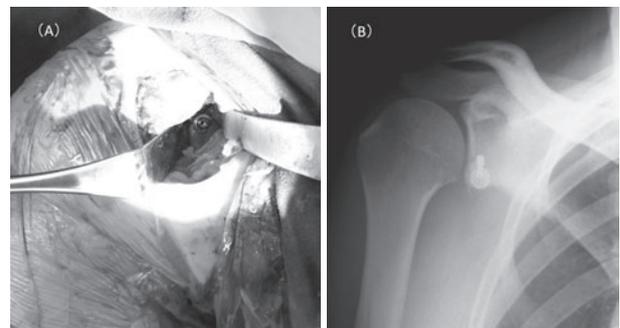


図2 手術中写真 移植骨固定後 右肩 (A) 術中, (B) 単純レントゲン像

療法は術後3週間の装具固定を行ない，以降可動域訓練を開始した．術後3ヵ月に骨癒合を確認し，本格的な筋力トレーニングを開始し，術後4ヵ月以降にコンタクト練習開始を許可した(図3)．

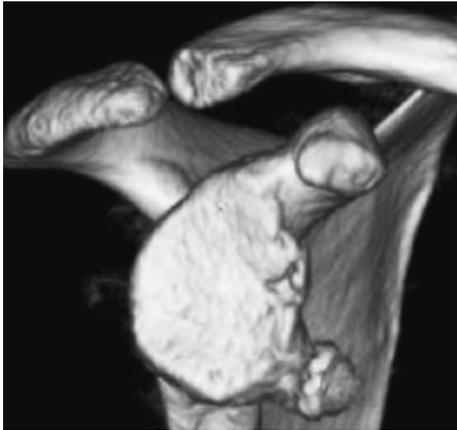


図3 3次元CT像にて確認された移植骨癒合像 術後2年 右肩  
関節窩骨病変は骨性Bankart法により鏡視下に修復した．

## 結 果

平均手術時間は術中レントゲン撮影時間を含めて3時間28分(2時間30分～4時間45分)であり，出血は全例とも少量であった．平均観察期間は22.5ヵ月(12～37ヵ月)であり，全例肩前方不安定症の再発なく，術後平均5.9ヵ月(4～8ヵ月)で元のスポーツレベルに復帰した．術後関節可動域制限は健側と比較して拳上は平均5°(0～10°)，外転0°位外旋は10°(0～15°)，外転90°位外旋は7°(0～10°)であった．合併症はスクリーの脱転が1例，移植骨のカットアウトによる転位が生じ，前者は術後1ヵ月，後者は術後3ヵ月目に確認され，それぞれ本術式の3例目，5例目であった(図4)．前者はより長い海面骨スクリーを用いて関節窩後面まで届くように挿入して固定した．後者はさらにスパイクワッシャーを用いて圧迫をかけるように再固定術を行なった．2例に一過性腋窩神経部分麻痺が生じたが術

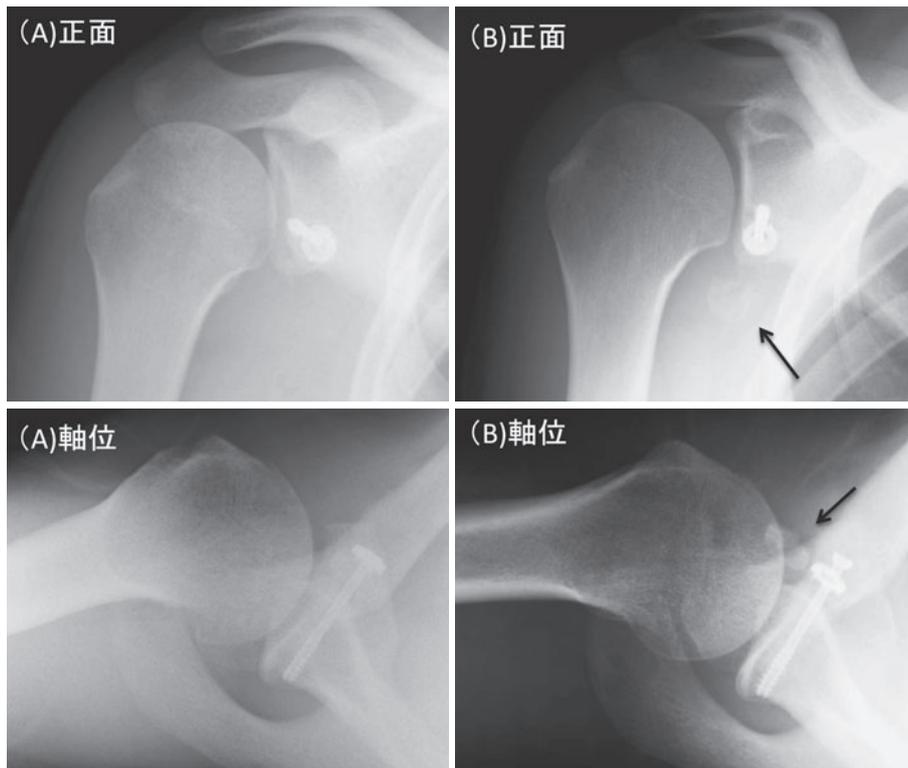


図4 術後に転位した移植骨 右肩  
(A) 術後1ヵ月目，(B) 術後3ヵ月目

後3ヵ月以内に完全回復した。表層感染が1例に生じ、抗生剤治療により軽快した。術後4ヵ月以降の単純レントゲン像で烏口突起骨片の転位が残存した症例はなかった。

Rowe scoreは術前40.1点(30~45点)から97.1点(95~100点)へと改善して、全症例元のスポーツ競技レベルに復帰した。全症例ともタックルやセービングなど、肩関節不安定感により十分に行なえなかった動作が恐怖心なく施行可能であると自覚していた。

## 考 察

高い競技レベルのラグビーやアメリカンフットボール選手は同様に高い競技パフォーマンスを求められる。よって肩関節前方不安定症が選手に生じると多くの競技動作が十分に行なえなくなるため、選手はできるだけ制動効果が高く、再脱臼率が低く、関節機能が低下しない手術を強く望み、低侵襲性や手術創の大きさは、術式の選択優先条件として高くない。また、修練により肩関節再脱臼の危険度が低いタックル技術を身につけても、競技中に予測不能な衝突を繰り返し強いられるため、その再発予防効果には限界があると考えられる。

関節鏡視下 Bankart 手術は低侵襲に関節内操作が施行可能であり非常に良好な術後結果が得られ、現時点では肩関節前方不安定症に対する標準的術式と考えられる<sup>5)</sup>。とくに関節包靭帯の再緊張化(re-tensioning)を関節鏡視下に確認しながら行なえるために、open Bankart 法と比較して過緊張による術後の可動域制限が生じにくい大きな利点がある。しかし、本術式は関節包靭帯を修復するためのスーチャーアンカーを関節窩前縁から関節面上に設置する方法が一般的に用いられており、上腕関節靭帯が本来付着している関節窩頸部前面とは修復する位置も接触面積も異なっている<sup>6)</sup>。近年その関節窩側付着部を再現する術式も報告されているが、関節包靭帯そのものの質と強度も肩関節前方脱臼に伴って劣化している可能性が高い<sup>7)</sup>。よって補強手術としての腱板疎部縫合を行なったとしても、その修復強度が元々の健全な状態と比較して同等にならない例がありうる。とくに上腕骨や関節窩に中等度以上の骨

欠損を伴う症例は、Bankart 修復術では再脱臼率が高まる傾向がある<sup>8)</sup>。

一方、Bristow 法や Latarjet 法による関節制動効果は信頼できるものであり、骨欠損を伴う症例に対しても良好な成績が期待できる<sup>9,10)</sup>。この術式の主な制動効果は共同腱の位置と緊張度に依存されるとされており、本術式を単独施行した場合は一般的に関節包自体の修復は行なわない。よって肩関節外転位が低い肢位で外旋強制を受けた場合はその制動効果が不十分になりうることや、関節包靭帯が司る関節位置感が再現されない可能性がある<sup>11)</sup>。また関節内に生じている軟部組織損傷の診断、治療は行なえない。よって、collision sports 選手に生じた外傷性肩関節不安定症における術後再脱臼率は低値であったとしても、患者は何らかの愁訴を自覚する可能性がある。

関節鏡視下 Bankart 修復術による破綻した関節内病変の観察と正確な解剖学的修復と、Bristow 手術による強固な関節外からの制動を補強として行なう本術式は良好な関節機能の回復と強い関節制動力をもち、collision athlete の外傷性肩関節不安定症に対して極めて安定した結果が得られる、信頼しうる治療方法と考える。術式の難点として、Bristow 手術時に Bankart 修復術を行なった関節包を温存しながら肩甲下筋を線維方向に分け入り関節窩頸部前方を露出する手技は、視野や骨移植部母床の確保が困難となりうる。合併症として生じた移植骨転位はそれが原因で生じた癒合不全によるものであった(図4)。現在は牽引器具に脊椎手術に用いる神経鉤を用い、エアトームを用いて骨母床の decortication を十分に行なうことで手技の安定化がなされてきている。また、烏口突起の海面骨面が母床に平行に接地するように固定用の海面骨スクリューの角度に注意している。本術式の3例目に生じたスクリューの脱転は、使用した海面骨スクリューの長さが両皮質骨固定になっていなかったことが原因と考えており、その合併症以降は海面骨スクリューが関節窩後面の皮質骨を貫くような長さを選択している。術後に一過性に生じた腋窩神経部分麻痺に関しては、肩甲下筋腱の下方線維を下方に牽引する際に神経を牽引した可能性を考え、鉤を引く助手が注意することで生じなくなった。

後療法に関しても、手術を行なう対象患者の活動性が極めて高いことが移植骨の転位に結びつくことを配慮しなければならないと考える。よって術後3週間の外固定の後に行なう関節可動域訓練も、慎重に進めていく配慮が必要である。本研究では軽度の可動域制限が健側と比較して出現しているが、鏡視下Bankart法による関節包の再緊張化と、術後の固定期間や可動域訓練の進め方から生じていると考え、open Bristow法によるものとは考えていない。症例を増やすことで、術後可動域の検討を今後行なう予定である。また、課題としてさらに現在の手術手技の安定化を図るとともに、関節鏡補助下の手術を取り入れることより、確実な視野を得ながらより低侵襲な手術手技を検討していく予定である。

ラグビーやアメリカンフットボールなど collision sports選手において、術後の再脱臼が生じないこととプレーのパフォーマンス向上は必ずしも同義ではなく、再脱臼が生じないような不十分なプレーという妥協を強いていることがある。また、どんなに理想的なタックル動作を練習により習得しても、ステップを切ってかわす相手に対しては常に理想的ではいられないことは自明である。また複数の選手が多方向から衝突してくる競技であることも理解すべきである。よって高い安定性をもって、どんな状況でも再受傷しない術後結果が望まれるのであり、その競技特性と選手からの需要に対して答えられる手術術式選択を行なわないと、選手からの信頼を得る臨床結果にはならないことを強調したい。

## 結 語

外傷性肩関節前方不安定症を有する collision sports選手22例に対して関節鏡視下Bankartとopen Bristow法の併用法を行なった。全例再発なく元のスポーツレベルに復帰した。鏡視下Bankart手術で関節内病変の修復を行ないBristow手術で強固な関節外制動を行なう本術式は、collision sports選手に対してふさわしい手術術式であると考え。

## 文 献

1) Tauber M et al : Reasons for failure after sur-

gical repair of anterior shoulder instability. J Shoulder Elbow Surg, 13 : 279-285, 2004.

2) Helfet AJ et al : Coracoid transplantation for recurring dislocation of the shoulder. J Bone Joint Surg Br, 40 : 98-202, 1958.

3) Latarjet M et al : [Treatment of recurrent dislocation of the shoulder]. Lyon chirurgical, 49 : 994-997, 1954.

4) Sugaya H et al : Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. J Bone Joint Surg Am, 85 : 878-884, 2003.

5) Burkhart SS et al : Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs : significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. Arthroscopy, 16 : 677-694, 2000.

6) Eberly VC et al : Variation in the glenoid origin of the anteroinferior glenohumeral capsulolabrum. Clin Orthop, 6 : 26-31, 2002.

7) Lafosse L et al : Footprint fixation for arthroscopic reconstruction in anterior shoulder instability : the Cassiopeia double-row technique. Arthroscopy, 22 : 231. e1-e6, 2006.

8) Boileau P et al : Risk factors for recurrence of shoulder instability after arthroscopic Bankart repair. J Bone Joint Surg Am, 88 : 1755-1763, 2006.

9) Hovelius L et al : Bristow-Latarjet procedure for recurrent anterior dislocation of the shoulder. A 2-5 year follow-up study on the results of 112 cases. Acta Orthop Scand, 54 : 284-290, 1983.

10) Hovelius L et al : The coracoid transfer for recurrent dislocation of the shoulder. Technical aspects of the Bristow-Latarjet procedure. J Bone Joint Surg Am, 65 : 926-934, 1983.

11) Potzl W et al : Proprioception of the shoulder joint after surgical repair for Instability : a long-term follow-up study. Am J Sports Med, 32 : 425-430, 2004.

# ラグビー競技会における医療体制向上と 重症事故発生予防を目的とした安全度評価法の活用

## The Original Safety Assessment Scale for Rugby Football Competition

田島 卓也 <sup>1)</sup>	Takuya Tajima	帖佐 悦男 <sup>1)</sup>	Etsuo Chosa
山本恵太郎 <sup>1)</sup>	Keitaro Yamamoto	中村 嘉宏 <sup>1)</sup>	Yoshihiro Nakamura
山口 奈美 <sup>1)</sup>	Nami Yamaguchi	柏木 輝行 <sup>2)</sup>	Teruyuki Kashiwagi

### ● Key words

ラグビーフットボール, 安全度評価  
Rugby football : Safety assessment

### ●要旨

われわれはラグビー競技会の医療体制の向上を図るために安全度評価法を作成し継続して評価してきた。競技会の安全度を規定する因子として、①スタッフ②環境③救急体制の3つの大項目を設け、各項目をABCの三段階に分類する。さらに3つの大項目の評価を組み合わせ、競技会の安全度をABCの三段階に評価する。この評価法を活用し重症事故発生予防およびすみやかな対応ができる環境づくりに努めた。

平成22年度に宮崎県内で開催された27ラグビー競技会を対象とした。事前に安全度を予測し、総合的に安全度が向上するように介入した。最終安全度はA:19, B:8, C:0競技会であった。項目別では、スタッフはA:17, B:10, C:0競技会であり、環境はA:12, B:13, C:2競技会、救急体制はA:16, B:1, C:10競技会であった。安全度を低下させる要因としては暑熱環境や使用する競技場のロケーションに由来するものが多かった。

### 緒 言

ラグビーは格闘技的要素の強いコンタクトスポーツであり、スクラム、タックル、ラック、モールなどラグビー特有の動作により、ときに重篤な頭頸部外傷が発生する<sup>1,2)</sup>。過去の報告では、ラグビー強

豪諸外国に比べ、日本では頭頸部重症事故が高率に発生しており<sup>3)</sup>、その対策が急務である。ラグビー競技における医療体制として、選手のメディカルチェックや頸部周囲筋力の強化の啓発と各県ラグビーフットボール協会医務委員会の尽力により、マッチドクター派遣の徹底、メディカルキットの充実が、外傷発生後の搬送の必要性に関する的確な判断やす

田島卓也  
〒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/Fax 0985-84-2931

1) 宮崎大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Miyazaki  
2) 橘病院整形外科  
Department of Orthopedic surgery, Tachibana hospital

みやかな後方支援病院への搬送などの対応が重要となってくる。しかしながら現在ではメディカルチェックや頸部周囲筋力、正しいプレイ方法の指導および危険なプレイの回避などに対しては対策がなされているものの、暑熱環境、使用する競技場、後方支援病院などの要素は十分に論じられていない。ラグビーにおける重症事故発生の要因としては選手個人の要因と環境による要因が含まれており、これらを総合的に管理することが重要であると思われる。

われわれはラグビー競技会における競技環境および医療体制の向上を図るために客観的な安全度評価法を作成し、2002年より継続して宮崎県内で開催されたラグビー競技会の評価を行ない、報告してきた<sup>4,5)</sup>。今回われわれは安全度評価を用いてラグビー競技会の安全度を評価し、各項目の中で何が安全度を低下させる要因であったかを調査した。また事前に競技会の安全度が低いと思われる場合には事前介入して開催時期・開催場所の変更打診やマッチドクター選定を行ない重症事故発生予防およびすみやかな対応ができる環境づくりに努めたので報告する。

## 対 象

対象は2010年4月1日から2011年3月31日までの期間に宮崎県内で開催された27競技会で総試合数は309試合である。

カテゴリー別では、小学生・ラグビースクールが6競技会(112試合)、中学生が7競技会(67試合)、高校生が4競技会(97試合)、大学生が2競技会(2

試合)、そして社会人・クラブが8競技会(31試合)であった(表1)。競技会の中には数日にわたり開催されるものもあり、マッチドクターの出務日数は47日であった。なお、医師派遣依頼のあったすべての競技会に医師派遣を完遂しており、要請のあった試合に対するマッチドクターカバー率は100%であった。

## 方 法

上記のラグビー競技会に対し、宮崎大学式安全度評価を用いて安全度を評価した。なお、宮崎大学式安全度評価法は以下のとおりである。

(1) 競技会の安全にかかわるスタッフをレフリー、メディカルサポーター、マッチドクターにわけて公認資格の取得の有無をもとに各々 abc の三段階に分類し、その組み合わせによってスタッフレベルを ABC の三段階に評価する(図1A)。

(2) 競技会開催時の環境について日本体育協会の指標<sup>6)</sup>をもとに WBGT (Wet Bulb Glove Temperature) 値、天候、グラウンド状態の各項目を abc の三段階に分類した。すなわち、WBGT 値 25℃ 未満を a、25~28℃ を b、28℃ 以上を c とした。グラウンドコンディションに關与する因子としての天候は、快晴・晴れを a、曇り・小雨を b、雨・大雨・雷を c とした。使用した競技場のグラウンド状態として、芝(天然・人工)を a、柔らかい土を b、硬い土を c とした。これらの組み合わせで ABC の三段階に評価する(図1B)。

表1 対象、平成22年度に宮崎県内で開催されたラグビー競技会

カテゴリー	競技会数	試合数	開催日数 (出務日数)
・小学生・スクール (分類不能：ラグビー祭含む)	6	112	6
・中学生	7	67	14
・高校生	4	97	17
・社会人・クラブ	8	31	8
・大学生	2	2	2
Total	27	309	47

- ・ **レフリー**
    - ・ 日本協会・九州協会公認 : a
    - ・ 宮崎県協会公認 : b
    - ・ 公認資格なし : c
  - ・ **マッチドクター**
    - ・ スポーツドクター公認資格あり : a
    - ・ 公認資格なし : b
    - ・ マッチドクター不在 : c
  - ・ **メディカルサポーター**
    - ・ 日体協公認アスレチックトレーナー : a
    - ・ 公認資格なし
      - BLS講習あり : b
      - BLS講習なし : c
- 公認資格: 日本体育協会  
日本整形外科学会  
日本医師会

**評価**

  - ・ A: aaa, aab, aac, abb
  - ・ B: abc, acc, bbb, bbc
  - ・ C: bcc, ccc
- BLS: Basic Life Support

図1A 宮崎大学式安全度評価：スタッフ項目分類

- 天候
- 快晴、晴れ : a
- 曇り、小雨 : b
- 雨、大雨、雷雨 : c
- **WBGT値**
- <25℃ : a
- 25-28℃ : b
- 28℃< : c

WBGT: Wet Bulb Globe Temperature

- **グラウンド状態**
  - 芝(天然・人工) : a
  - 柔らかい土 : b
  - 硬い土 : c
- **評価**
  - A: aaa, aab, aac, abb
  - B: abc, acc, bbb, bbc
  - C: bcc, ccc

図1B 宮崎大学式安全度評価：環境項目分類

- **後方支援病院確保**
- 2・3次救急施設連絡あり : a
- 1次救急施設連絡あり : b
- 事前連絡なし : c
- **救急隊到着時間**
- 5分以内 : a
- 5-10分 : b
- 10分以上 : c

- **患者搬送時間**
- 5分以内 : a
- 5-10分 : b
- 10分以上 : c
- **AEDの有無**
- あり(講習済み) : a
- あり(講習なし) : b
- なし : c

- **評価**
  - A: aaaa, aaab, aaac, aabb, abbb
  - B: aaac, abbc, abcc, bbbb
  - C: bbcc, accc, bccc, cccc

図1C 宮崎大学式安全度評価：救急体制項目分類

• **安全度評価**      **各検討項目の組み合わせ**

- **安全度 A**      **AAA, AAB, AAC, ABB**
- **安全度 B**      **ABC, ACC, BBB, BBC**
- **安全度 C**      **BCC, CCC**

図1D 宮崎大学式安全度評価：総合判定. 競技会が複数日に渡るものは最も評価が低いものを採用とする.

(3) 競技会に使用された競技場のコンディション・ロケーションおよび救急体制について、救急隊の到達時間、後方支援病院の確保状況、後方支援病院までの搬送時間、Automated external defibrillator (AED)の有無の4点を各々abcの三段階に分類した。救急体制については、2・3次救急の後方支援病院を事前に確保しているものをa、1次救急の施設を確保しているものをb、後方病院への事前の連絡をしていないもの・救急隊まかせのものをcとした。グラウンドのロケーションについては、救急要請から救急隊がグラウンドに到達するまでの時間およびグラウンドから後方支援病院への搬送時間をもとに設定した。到達時間・搬送時間が5分以内のものをa、5~10分のものをb、10分以上のものをcとした。救急隊到達時間・搬送時間は宮崎県救急指令室との協議により決定した。また近年、スポーツの場において、致死性不整脈などによる死亡事故が報告されており、スポーツ現場においてもAEDの導入が広がっている<sup>7)</sup>。今回はAEDが競技場・

競技会にあり、かつ使用方法などの講習を受けているものをa、AEDはあるが講習を受けていないものをb、AEDがないものをcとした。これらの評価の組み合わせで競技場をABCの三段階に評価する(図1C)。

以上の3つの大項目のABCの評価をさらに組み合わせで競技会の安全度をランクABCの三段階に評価した(図1D)。

また、競技会の日程が複数に及ぶものは、最も評価が悪いものを、その競技会の評価として採用する。なお、今回は事前に安全度を予測し対策がたてられるように競技会の1ヵ月前までにマッチドクター派遣依頼文書とともに使用する競技場および試合開始時間を明記した大会要項を提出することを徹底した。さらに競技会の重複を可能な限り避けてもらうことを依頼した。マッチドクター依頼を受けた時点で、使用する競技場、開催時期が判明している。ある程度の安全度を予測し、安全度が低いと思われる競技会には当該要素の向上や他因子の向上による事前介入を積極的に行ない相対的な安全度の向上に努めた。具体的な事前介入として、高温多湿環境下での競技会開催を回避するために開催日時やキックオフ時間変更の打診をすること、医療過疎地での開催を回避するために使用する競技場の変更の打診を行なった。これらの変更が不可能な場合にはスタッフの項目を向上させる人選を行ない相対的な安全度向上を図り、安全度Cの競技会をなくすことに努めた。

## 結 果

対象の27競技会中、最終安全度ランク Aは19競技会、Bは8競技会で、Cの競技会は0であった(図2)。項目別では、スタッフはA:17、B:10、C:0競技会であり、環境はA:12、B:13、C:2競技会、救急体制はA:16、B:1、C:10競技会であった(図3A~C)。スタッフの項目では安全度Cがなく良好な結果であった。あらかじめ医療過疎地での開催がわかっており、安全度が低いと予想された場合には公認スポ

ードクター資格を有しているマッチドクターを派遣するように努めた。実際にスポーツドクター資格を有しているドクターは全マッチドクター17名中10名(59%)であり、スポーツドクターが派遣された競技会は47日中33日(79%)であり、担当試合数は309試合中242試合(78%)であった。また、使用グラウンドが2面以上ある競技会で、要請があれば2名のドクターを配置した。環境の項目で安全度が低くなる要因としては暑熱環境によるものが多かった。事前にその予測ができる競技会にはあらかじめその旨を競技会責任者に通知しキックオフ時間や日程変更の考慮を求めた。その結果1競技会の開催時間およびキックオフ時間の変更が可能であった。また、試合前にドクターからレフリーへ積極的なウォーターブレイクの導入を打診し、遂行してもらった。救急体制の項目で安全度Cが多い要因として、使用する競技場のロケーションに由来するものが多かった。2010シーズンでは宮崎県内の10競技場で開催されたが、全競技日程47日の中で第2、3次救急対応医療施設まで搬送時間が5分以内にある競技場は26日(55%)、5~10分圏内にある競技場は7日(15%)で、搬送に10分以上要する競技場は14日(30%)であった。中学生および高校生の競技会は県体

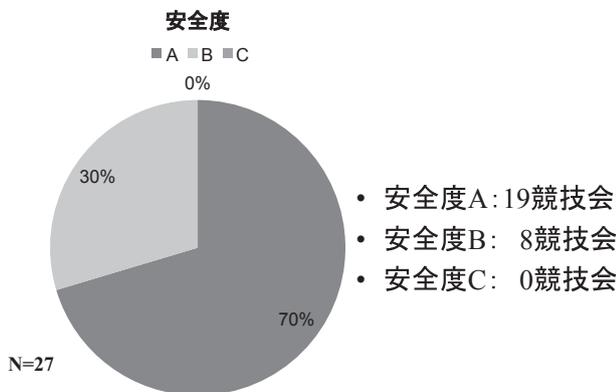


図2 競技会安全度の最終総合判定. 安全度 Cはなし

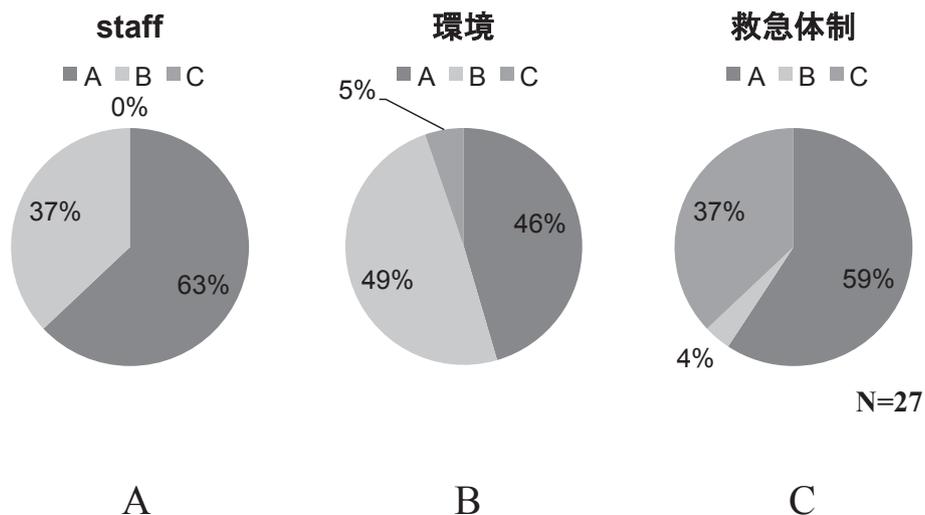


図3 項目別結果  
A スタッフ  
B 環境  
C 救急体制

育連盟や教育委員会が共催するものが多いためか、比較的市中で医療機関に近い競技場を使用する頻度が多かった。しかしながら社会人クラブチームの試合や地方のラグビー祭などは競技場使用料金の問題もあり、郊外の医療過疎地で開催される傾向にあった。また、派遣医師数や持参 AED 数、簡易型 WBGT 測定機器数充足の観点より、県ラグビー協会に競技会開催が同じ日に重複しないように調整を依頼していた。しかしながら、2010年度は重複したものは3日あり、各々2つの競技会が異なる場所で同じ日に開催された。なお、今回の調査期間中には日本ラグビー協会が定める重症事故<sup>8)</sup>(表2)の発生は認めなかった。

### 考 察

日本ラグビーフットボール協会によると1989年から2004年までの期間に284件の重症事故が発生している<sup>9)</sup>。日本ラグビーフットボール協会は頻発する重症事故に対し、重症事故対策本部と安全対策推進委員会を中心に安全対策の重要性を啓発している。また現在は国内の全チームに対し安全対策講習会の受講をチーム登録の際に必須の条件としている。しかしながら現在も重症事故発生はみられており、さらなる対策が急務である。

ラグビー競技における重度頭頸部外傷の原因としては、選手個人の技術力、体力、頸部周囲筋力、疲労度、試合の状況のほかに、気候条件、グラウンド状態、レフリングなど、選手個人の要因と環境による要因が含まれている<sup>10)</sup>。これらの観点から、すべての重度頭頸部外傷を未然に予防することは困難であると思われる。

ラグビー競技における安全対策として、選手のメ

ディカルチェックや頸部周囲筋力および基本姿勢の習得、十分な体力獲得の必要性の啓発、危険なプレイの回避などの予防策<sup>11)</sup>が重要である。また医療体制整備として、マッチドクターの派遣の徹底、後方支援病院確保、メディカルキットの充実、事故発生後の搬送の必要性に関する的確な判断およびすみやかな高度後方支援病院への搬送などの対応、が重要となってくる。選手サイドの要因以外の因子の現状把握とさらに向上させること、そして事故発生後の対応も含めて総合的な医療体制整備を目指し、われわれは客観的な評価法を作成し、継続して活動を行っている。その趣旨と調査結果を県協会の理事会において大会主催者や指導者に毎年説明・啓発している。指導者や競技会主催者側の安全面への意識向上の成果か、競技会への医師派遣依頼が増加している(表3)。また、本安全度評価の導入に伴い、安全度Cの競技会数は経時的に漸減している。今回の調査では医師出務47日において、土曜は7日、日曜は26日、祝日は2日で、平日の出務は12日であった。医師確保の観点からも、平日の競技会開催は障害が多く、日程設定の再考が必要と思われた。

医師派遣依頼の時点で時期および競技場は決定しており、ある程度の安全度は予測可能である。日本ラグビーフットボール協会は、高温多湿環境において重症事故発生が生じやすい傾向にあることを報告している<sup>9)</sup>。今回の調査では、高温多湿環境での競技会開催や後方支援病院搬送まで10分以上要する競技場を使用している競技会が散見された。総合的な医療環境整備においてはこれらが安全度を低下させる要因と思われた。医療過疎地や高温多湿環境下での開催予定時には競技会主催者にその危険性を啓発し、可能ならば競技環境の変更も求め、実際に変

表2 日本ラグビー協会の定める重症事故定義

1:	死亡例
2:	頭蓋骨骨折の有無にかかわらず24時間以上の意識喪失
3:	四肢の麻痺を伴う脊髄損傷
4:	開頭および脊椎の手術を要したもの
5:	胸・腹部臓器で手術を要したもの
6:	以上のほか診断書で重症と思われるもの

表3 医師派遣を行なった競技会数、試合数および重症事故数の推移

競技会数・試合数は増加傾向にある。安全度Cの競技会数は減少している。

	02	03	04	05	06	07	08	09	10
競技会数	5	7	15	12	18	21	24	33	27
試合数	48	67	109	181	251	333	306	363	309
安全度C	0	0	3	1	1	1	1	0	0
重症事故	0	0	0	0	2	0	2	1	0

表4 宮崎県にて発生した重症事故. ICU：intensive care unit (集中治療室)

発生年・症例	診断名	処置	安全度評価
2006：高校生 (17歳)	脊髄震盪	ICU	A (AAA)
2006：高校生 (17歳)	第5頸椎脱臼骨折	手術	A (BAA)
2008：クラブ (24歳)	中心性頸髄損傷	ICU	A (BAB)
2008：クラブ (35歳)	慢性硬膜下血腫	手術	A (BAB)
2009：中学生 (14歳)	熱中症	ICU	A (AAA)

更した競技会もある。2010年度においては変更が不可能な場合には安全度の高いスタッフ配置を積極的に行ない、総合的な安全度向上を図った。その結果、安全度Cの競技会はなかった。また、2006年と2008年に2件ずつ、2009年に1件発生した重症事故は2010年にはみられなかった。2006年以降に発生した5件の重症事故は全例において安全度ランクAの競技会で発生している(表4)。事故発生後の確かな判断とすみやかな病院搬送により全例後遺症なく社会生活に復帰している。この点からも安全度評価ランクAで生じた事例に関してはスムーズな事故対応が可能であることを示唆している。

しかしながら、総合的な安全度向上はメディカルスタッフだけで完遂できるものではない。グラウンドの整備・救急体制構築などの自治体業務と、スタッフの人選、競技場の選択・競技会開催時期決定、平日の競技会開催および医師出務要請の回避などの競技会主催者業務が一体となってはじめてなし得るものであると思われる。ラグビー競技における重症事故への対応の不備は地方大会におけるラグビー競技の存続にも関わる事項であることを認識すべきである。今後も継続して競技会責任者・主催者および指導者と連携を図り、重症事故発生予防とスムーズな事故対応にむけて総合的な安全度向上に努めなければならぬ。

## 結 語

1. 2010年度に宮崎県内で開催されたラグビー競技会の安全度評価を行なった。
2. 27競技会中、安全度評価Aは19、Bは8であり、安全度Cはなかった。
3. 救急体制において10競技会が評価Cであった。
4. 競技会の総合的な安全度向上を図るために本評価法は有用であった。

## 文 献

- 1) 原田征行ほか：ラグビーによる頸椎頸髄損傷。臨スポーツ医，4：1297-1303, 1987.
- 2) 岸谷 勲：日本におけるラグビー外傷の統計。臨スポーツ医，6：863-868, 1989.
- 3) 諫山和男：スポーツにおける頭部外傷 ラグビー。臨スポーツ医，25：361-367, 2008.
- 4) 田島卓也：ラグビー競技会に対する安全評価について。日臨スポーツ医会誌，12：478-482, 2004.
- 5) 田島卓也ほか：九州地方にて開催されたラグビー競技会に対する安全度評価。日臨スポーツ医会誌，16：402-407, 2008.
- 6) (財)日本体育協会：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック。2006.
- 7) 武者春樹：スポーツ中の突然死対策としてのAED導入。日臨スポーツ医会誌，12：138-141, 2004.
- 8) (財)日本ラグビーフットボール協会：ラグビー外傷・障害対応マニュアル。2011.
- 9) 丸山浩一：ラグビーにおける安全対策の取り組み。整スポ会誌，24：18-21, 2005.
- 10) 田島卓也ほか：医学部ラグビー部員の頸椎変化。整スポ会誌，19：63-68, 1999.
- 11) 阿部 均：アメリカンフットボールにおける頸部の外傷・障害3. 頸部のメディカルチェックと医学的な予防対策。臨スポーツ医，16：1251-1282, 1999.

# 屈曲位 MRI を用いた 膝前十字靭帯再建術後早期骨孔内変化の検討

## Assessment of the Biological Fixation After Single Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using MRI at the 60 Degree Flex Knee Position

中瀬 順介<sup>1)</sup> Junsuke Nakase      北岡 克彦<sup>2)</sup> Katsuhiko Kitaoka  
 虎谷 達洋<sup>1)</sup> Tatsuhiro Toratani      小坂 正裕<sup>1)</sup> Masahiro Kosaka  
 竹内 尚人<sup>2)</sup> Naoto Takeuchi      土屋 弘行<sup>1)</sup> Hiroyuki Tsuchiya

### ● Key words

前十字靭帯再建術

Fibrous interzone : Tendon-bone healing

### ● 要旨

膝前十字靭帯再建術後1, 3, 6, 9, 12週に屈曲位 MRI を撮影し, 矢状面と冠状面で2次元的に移植腱-骨孔の変化を調査した. 対象は ACL再建術を施行した10例で, 平均年齢は29.4歳であった. 脛骨では外側が最も早く成熟し, 以下は後方, 内側, 前方の順であった. 大腿骨でも外側が最も早く成熟し, 以下は内側, 前方, 後方の順であった. 術後12週の時点で大腿骨に比べ脛骨側で早期に成熟していた. 屈曲位 MRI は早期腱骨移行部の評価に有用であった. 今回の結果から脛骨側は術後12週で腱骨移行部が成熟するのに対し, 大腿骨側では成熟が遅れ, その際適度な圧迫力は移植腱と骨孔の固着に重要な働きをすると考えた.

### はじめに

膝前十字靭帯 (以下 ACL) 再建術後に良好な膝関節安定性を獲得し, 術前のスポーツレベルに復帰するためには移植腱の成熟とともに移植腱が骨孔内で生物学的に成熟し固着することが重要である. とくにハムストリング腱を用いた ACL再建術では移植腱が骨孔に固着するためには術後3ヵ月以上を要す

ると報告<sup>1,2)</sup>されている. ハムストリング腱を用いた ACL再建術後早期には移植腱と骨孔壁の間に FIZ<sup>3)</sup> (fibrous interzone) と呼ばれる細胞や血管が多く存在する肉芽組織が存在し, 腱骨移行部の固着に重要な役割を果たすといわれている. FIZは組織学的に方向性のない肉芽組織に始まり, その後, 膠原線維へと成熟し, さらに Sharpey like fiber となり腱骨移行部の間接結合が完成する. この FIZの成熟過程は MRIの信号強度に関連すると報告<sup>4)</sup>されており, さ

中瀬順介  
〒920-8641 金沢市宝町13-1  
金沢大学附属病院整形外科  
TEL 076-265-2374

1) 金沢大学大学院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University  
2) 光仁会木島病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kijima hospital

まざまな研究が行なわれている。ACL再建術後早期の骨孔内変化を検討した報告<sup>5,6)</sup>はほとんどが動物を用いた研究であり、ヒトを対象とした報告はこれまでほとんどない。本研究の目的はハムストリング腱を用いたACL再建術後早期骨孔内変化をMRIで経時的に観察することである。

### 対象と方法

対象は、2010年6月から8月にACL再建術を施行した10例(男性5例, 女性5例)である。平均年齢は29.4歳(17~54歳)であった。ACL再建術は、Howellの方法<sup>7)</sup>に準じ、半腱様筋腱と薄筋腱を二重折りにして使用した。脛骨骨孔は遺残組織を参考に65° Howellガイドを用いて作成し、大腿骨骨孔は経脛骨骨孔的にオフセットガイドを使用し、右膝の場合は時計表示で10時半の方向に作成した。大腿骨はcross pin (Bone Mulch™ screw), 脛骨はwasher plate とscrew (WasherLoc™)で固定した。リーミング時に採取した自家骨を専用のデバイスを用いて脛骨骨孔前内側に移植した(図1)。後療法に関しては、外固定は行わずに、術翌日から荷重歩行を許可し、可動域訓練を開始した。スポーツへの復帰は、原則として、①術後6ヵ月以降、②膝関節に腫脹と可動域

制限を認めないこと、③自覚的・他覚的に不安定がないこと、④膝伸展・屈曲筋力が健側比の80%を超えていることを条件として許可した。MRIの撮影はACL再建術後1, 3, 6, 9, 12週で行なった。使用したMRIは0.4 Tesla APERTO (日立メディコ)でFSE法によりT2強調画像の冠状断像と矢状断像を撮影し、スライス幅は2.5mmとした。また、詳細な検討を行なうために脛骨骨孔-移植腱-大腿骨骨孔が直線になるように膝関節を60°屈曲して撮影して矢状断像を撮影し、さらに冠状断像の撮影は移植腱とスライスが平行になるように撮影した(図2)。

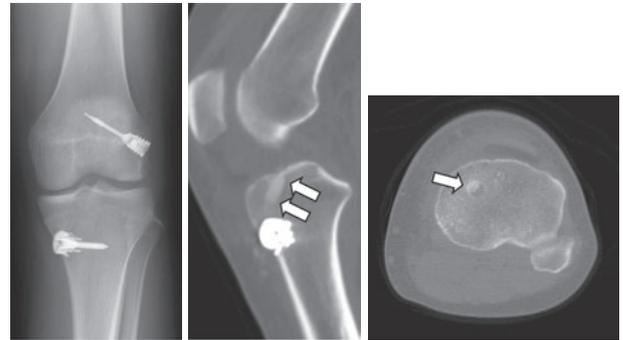


図1 術後X線, CT像  
専用デバイスを用いた脛骨骨孔前内側部への骨移植 矢印は移植骨を示す

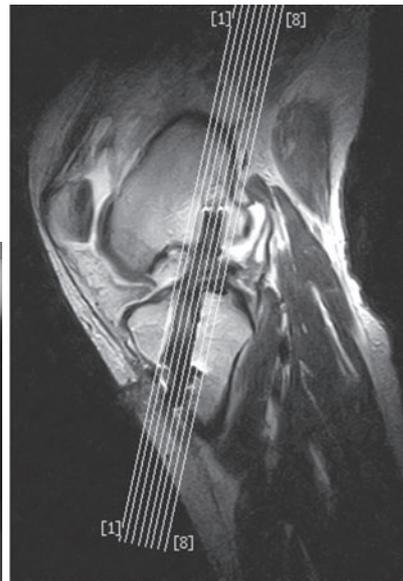
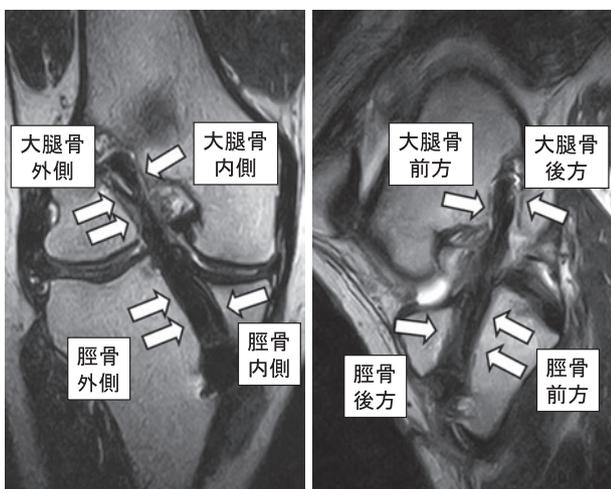


図2 屈曲MRI撮影風景 冠状断像撮影スライス

FIZの評価はSilva<sup>8)</sup>の報告を一部改変して、同スライス内でFIZが関節液と同信号の場合は0点、筋組織と同信号の場合は2点、筋組織と関節液の中間の信号強度の場合は1点、膝蓋靭帯や腸脛靭帯と同信号の場合は3点として評価した。また、冠状断像で骨孔の内側と外側を、矢状断像で骨孔の前方と後方を大腿骨と脛骨それぞれについて評価した。評価は大腿骨と脛骨の骨孔径が最大となるスライスで独立して行なった(図3)。

### 結 果

術後各週のMRI撮影前に行なった徒手検査では明らかな前方不安定性や回旋不安定性を呈した症例はなかった。大腿骨側では術後9週までは腱骨移行部の成熟が進まず、術後9週から12週にかけて大腿骨骨孔の外側と内側で固着が進行していた(図4)。一方、脛骨側ではすべての領域で経時的に腱骨移行部が成熟し、とくに外側と後方は術後12週時点で平均スコアがそれぞれ3.0、2.9とMRI上は生物学的固着が完成していた(図5)。各週の平均スコアを大腿骨側と脛骨側で比較すると、すべての週数で脛骨側の固着が進行しており、Student-t検定を用いた統計学的検討では術後3週以降は有意に脛骨側で大腿骨側に比べ固着が進行していた(図6)。術後12週



a. 冠状断像 大腿骨、脛骨の内  
外側のFIZを評価  
b. 矢状断像 大腿骨、脛骨の前後  
方向のFIZを評価

図3 屈曲位MRI

時点では、大腿骨側では外側が最も成熟し、以下内側、前方、後方の順であった。脛骨側でも外側が最も早く成熟し、以下後方、内側、前方の順であった。

### 考 察

ACL再建術後に移植腱と骨孔が生物学的に固着することは非常に重要であり、これまでも腱骨移行部の固着を促進させるためのさまざまな研究が行なわれ、当教室でも移植腱-骨移行部の生物学的固着に注目し研究結果を報告してきた<sup>9-12)</sup>。ACL再建術後腱骨移行部の評価にMRIは有用とされ、ヒトACL再建術後の骨孔内の変化を検討した報告<sup>8, 11)</sup>がいくつかある。一般的にACL再建術後腱骨移行部の固着には術後約3ヵ月を要するとされているが、これまでヒトACL再建術後3ヵ月までの期間を詳細に検討した報告はなく、ACL再建術後1, 3, 6, 9, 12週でMRIを撮影し、冠状断像と矢状断像の2方向から観察し評価した報告は本報告がはじめてである。

大腿骨側の腱骨移行部の固着に関しては、術後9週までは腱骨移行部の成熟が遅く、術後9週から12週にかけて急激に骨孔の外側と内側で固着が進行していた。このことは膝関節屈曲伸展に伴う移植腱の動きが前後方向の動きよりも内外側への動きのほうが小さく腱骨移行部の成熟に有利なため、骨孔の内側と外側で前後方向に比べ成熟したものと考えた。また、腱骨移行部の成熟には、移植腱から骨孔壁に

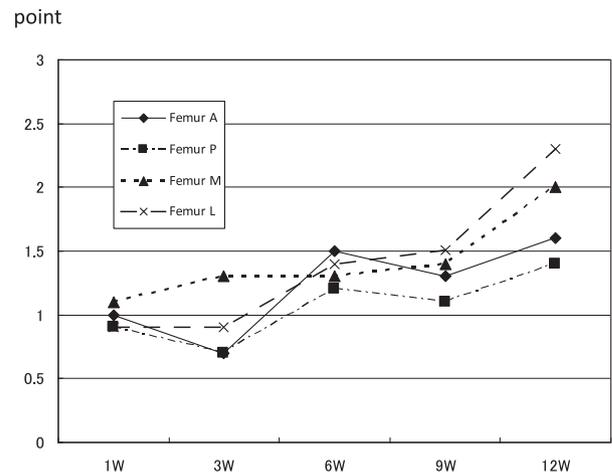


図4 大腿骨側の結果

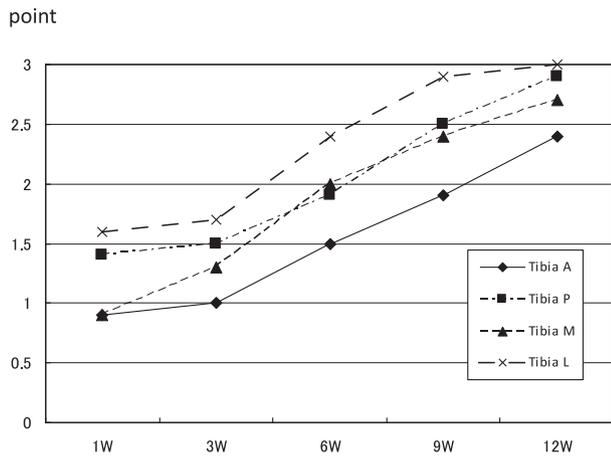


図5 脛骨側の結果

かかる圧迫力が重要<sup>9, 10)</sup>と考慮しており、圧迫力が最も加わる骨孔外側で腱骨移行部が成熟したと考えた。同様に脛骨側でも膝関節屈曲伸展に伴い、移植腱から骨孔に圧迫力が加わる外側と後方で腱骨移行部が最も成熟していた。さらに、当教室の宗廣らが報告<sup>14)</sup>しているように専用デバイスを用いて行なっている脛骨骨孔前内側への骨移植によって移植腱が物理的に骨孔へ圧迫されたことも腱骨移行部の固着に有利に働いたと考えている。

大腿骨側と脛骨側の腱骨移行部の成熟を比較した場合、ウサギを用いた動物実験では骨質などの影響により脛骨側に比べ大腿骨側で腱骨移行部の固着が優れると報告<sup>15, 16)</sup>されている。しかし、臨床においてはACL再建術後の抜釘などの再鏡視時に大腿骨骨孔が滑膜で被覆されていない症例が散見されるように、脛骨側に比べ大腿骨側で腱骨移行部の固着が不良であると認識されている。その理由として藤本<sup>17)</sup>らは膝関節伸展位から屈曲位までのACL付着部での矢状面の移動量が大腿骨側のほうが脛骨側よりも多いことを指摘している。ウサギは膝関節を屈曲して過ごすことなどからもヒトとはACL再建術後膝関節の環境が異なることが示唆される。さらにわれわれは、ACLレムナントが脛骨側に多いことも今回の結果に関連しているのではないかと考えている。

本研究では、症例数が10例と少なく年齢別、活動量別の評価を行っていない。今後、長期に経過観察を行ない活動量との比較を行っていく予定であ

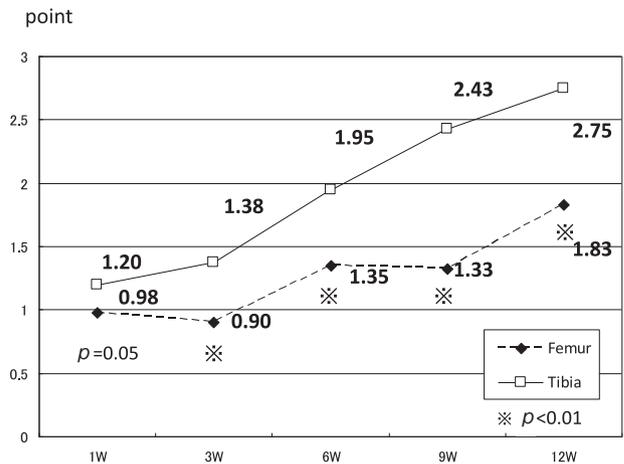


図6 大腿骨側と脛骨側の比較 数字はすべての領域の平均スコアを示す。術後3週以降では脛骨側に比べ大腿骨側で有意に腱骨移行部の成熟が進行していた。

る。また、画像評価に関しては、使用したインプラントのハレーションで大腿骨側FIZの評価が不正確になった可能性があることと脛骨骨孔前方と内側ではFIZではなく移植骨そのものを評価している可能性が問題点と考えている。また、膝関節前方不安定性に関し定量的に評価していないことも問題点の一つである。今後、術後半年、1年時の評価では定量的評価を行ない、MRI所見と比較し検討していく予定である。

## 結 語

膝関節60°屈曲位MRIを用いたACL再建術後腱骨移行部の評価では、大腿骨側に比べ脛骨側で早期に成熟していた。移植腱から骨孔へ圧迫力が加わる部位で早期に成熟していた。

## 文 献

- 1) Deehan DJ et al : The biology of integration of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg, 87-B : 889-895, 2005.
- 2) Nebelung W et al : Histological findings of tendon-bone healing following anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring grafts.

- Arch Orthop Trauma Surg, 123 : 158-163, 2003.
- 3) Walsh WR : Repair and regeneration of ligaments, tendons, and joint capsule. 1<sup>st</sup> ed. Humana press, Totowa : 201-231, 2005.
  - 4) Weiler A et al : Biomechanical properties and vascularity of an anterior cruciate ligament graft can be predicted by contrast-enhanced magnetic resonance imaging. A two-year study in sheep. Am J Sports Med, 29 : 751-761, 2001.
  - 5) Grana WA et al : An analysis of autograft fixation after anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model. Am J Sports Med, 22 : 240-247, 1994.
  - 6) Papageorgiou CD et al : A multidisciplinary study of the healing of an intra-articular anterior cruciate ligament graft in a goat model. Am J Sports Med, 29 : 620-626, 2001.
  - 7) Howell SM : Brace-free, rehabilitation, with early return to activities, in knees reconstructed with a double-looped, semitendinosus and gracilis graft. J Bone Joint Surg, 78-A : 814-825, 1996.
  - 8) Silva A et al : Anatomic ACL reconstruction : does the platelet-rich plasma accelerate tendon healing?. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 17 : 676-682, 2009.
  - 9) Yamakado K et al : The influence of mechanical stress on graft healing in a bone tunnel. Arthroscopy, 18 : 82-90, 2002.
  - 10) Nakase J et al : Facilitated tendon-bone healing by local delivery of recombinant hepatocyte growth factor in rabbits. Arthroscopy, 26 : 84-90, 2010.
  - 11) 岡野 智 : 多血小板血漿の局所投与が骨孔内における腓骨移行部再生を促進する . 金沢大学十全医学学会雑誌, 118 : 30-39, 2009.
  - 12) 羽柴謙作 : 骨孔内における腓骨移行部組織の再生過程 骨孔全長に渡る観察結果と骨孔作製角度の違いが及ぼす影響について . 金沢大学十全医学学会雑誌, 114 : 79-94, 2005.
  - 13) Uchio Y et al : Determination of time of biologic fixation after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons. Am J Sports Med, 31 : 345-352, 2003.
  - 14) 宗廣鉄平ほか : 膝屈筋腱による前十字靭帯再建術後の脛骨骨孔拡大一骨移植の有無による検討一 . 整スボ会誌, 28 : 284-289, 2008.
  - 15) Lui PP et al : Inferior tendon graft to bone tunnel healing at the tibia compared to that at the femur after anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sci, 15 : 389-401, 2010.
  - 16) Wen CY et al : Grafted tendon healing in tibial tunnel is inferior to healing in femoral tunnel after anterior cruciate ligament reconstruction : A histomorphometric study in rabbits. Arthroscopy, 26 : 58-66, 2010.
  - 17) 藤本英作ほか : 4つ折り半腱様筋腱を用いた Single bundle ACL再建術後の大腿骨骨孔部錨着の検討一再鏡視所見と屈曲位 MRIの比較および大腿骨骨孔位置による滑膜被覆の検討 . 膝, 31 : 113-118, 2006.

# 鏡視下手術(肩, 肘, 膝, 足関節)における 関節灌流液の使用状況

## Usages of Irrigation Solution During Arthroscopic Surgery in Shoulder, Elbow, Knee, and Ankle Joints

前 達雄<sup>1)</sup> Tatsuo Mae 土屋 明弘<sup>2)</sup> Akihiro Tsuchiya  
菅谷 啓之<sup>2)</sup> Hiroyuki Sugaya 中田 研<sup>1)</sup> Ken Nakata

### ● Key words

関節鏡手術, 灌流液, アルスロマチック

### ●要旨

目的: 鏡視下手術(膝, 肩, 肘および足関節)における灌流液使用量および手術時間を調べることを目的とした。

方法: 関連施設において施行した関節鏡手術1,093例(膝523例, 肩509例, 肘40例, 足関節21例)を対象とした。各手術において使用した灌流液(アルスロマチック<sup>®</sup>3Lパック)の使用本数および手術時間を調査し, さらにそれらの相関関係も求めた。

結果: 灌流液使用本数は膝3.7本, 肩9.9本, 肘1.0本, 足関節1.8本であり, 肩関節の使用本数が有意に多かった。手術時間は各部位で有意な差を認めなかった。灌流液使用本数と手術時間は, 肘・足関節で中等度の相関, 膝・肩関節で強い相関を認めた。

結語: 肩関節鏡手術は他の関節鏡手術よりも灌流液の使用本数が多かった。

### はじめに

以前より膝関節手術においては, 半月板や靭帯の損傷に対し, 関節鏡を使用する術式がなされていたが, 近年, 手術機器の改良や解剖学的研究の進歩に伴い, 従来行なわれていた膝関節のみならず, 肩関節, 肘関節, 股関節や手関節に対しても関節鏡手術が行なわれている。特に肩関節においては, 腱板断

裂に対しても, 小切開の手術から関節鏡下での手術に移行しており, 肩関節鏡手術件数が急激に増加している。これらの手術増加につながる要因として,

①灌流液灌流用ポンプの普及, ②関節鏡下電気メスの普及, および③灌流液3Lパックの発売など手術周辺機器の開発とともに, 手術手技の進歩により鏡視下手術適応が拡大したことが考えられる。関節鏡手術は, 灌流液を灌流させることで関節内の空間確保および視野の確保を行なう。従来は重力を利用して

前 達雄  
〒565-0871 吹田市山田丘2-2  
大阪大学大学院医学系研究科器官制御外科学  
(整形外科)  
TEL 06-6879-3552

1) 大阪大学大学院医学系研究科器官制御外科学(整形外科)  
Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Graduate School of  
Medicine  
2) 船橋整形外科病院スポーツ医学センター  
Center of Sports Medicine, Funabashi Orthopaedic Surgery Hospital

関節内へ灌流液を注入していたのが、灌流液灌流用ポンプが普及したことにより、関節内の状況に合わせて圧負荷および流量負荷をかけて灌流させることが可能となり、手術視野の確保が改善された。また、関節鏡下電気メスの普及により、出血に対する関節鏡下での止血のみならず、滑膜切除やデブリードマンなどの処置も容易に施せるようになった。さらに、使用する灌流液は、以前は500ccや1Lの生理食塩水であり、交換が手間であったが、保険適応のアスロマチック®3Lパックが発売されたことで、灌流液の交換の手間が減った。Shinjoら<sup>1)</sup>は生理食塩水より乳酸加リンゲル液のほうがヒト半月細胞に対して侵襲が少ないことを示しており、アスロマチック®の安全性も証明されている。

このような手術環境の改善と手術手技の進歩により関節鏡手術適応が拡大し、関節鏡手術件数が増加した結果、灌流液の使用量も増加している。一方、保険適応のアスロマチック®の使用量増加により、保険請求審査において、使用量の制限が設けられる都道府県が出現している。そこで本研究では、膝、肩、肘および手関節の鏡視下手術において、灌流液

の使用量および手術時間を調べ、関節灌流液の使用状況を把握することを目的とした。

### 対象および方法

年間関節鏡視下手術件数が200件以上の全国の22関連施設において、2010年9月～12月の3ヵ月間に施行した関節鏡手術1,093例を対象とした。部位は膝関節523例、肩関節509例、肘関節40例、足関節21例であった。内訳は、膝関節は、ACL再建術251例、半月切除術103例、半月縫合術19例、滑膜切除術などその他150例、肩関節は腱板修復術281例、バンカート修復術122例、その他106例、肘および足関節は大半が、遊離体摘出術または滑膜切除術であった(表1)。

これらの手術において、個々の手術の際に使用した灌流液の使用本数、および手術に要した時間を調査した。また同時に、灌流液の使用本数と手術時間の相関を調べた。なお、今回調査した施設はすべて、灌流液としてアスロマチック®3Lパックを使用した。各部位間の統計学的検定には、Mann-WhitneyのU検定を用い、*p*値0.05以下を有意差ありとした。

表1 各部位の関節鏡視下手術数

膝関節手術	523例
ACL再建術:	251例
半月手術なし	123例
半月手術あり	128例
半月切除術:	103例
半月縫合術:	19例
滑膜切除術:	58例
その他:	92例
肩関節手術	509例
腱板修復術:	281例
アンカー4つ以下	176例
アンカー5つ以上	87例
パッチ法	18例
バンカート修復術:	122例
デブリードマン:	20例
その他:	86例
肘関節手術	40例
遊離体摘出術:	17例
滑膜切除術:	19例
その他:	4例
足関節手術	21例
遊離体摘出術:	2例
滑膜切除術:	17例
その他:	2例

### 結 果

灌流液使用本数は、肩関節の使用本数が平均9.9本と有意に多かった(図1)。詳細な検討では、膝ACL再建術5.2本に対し、半月切除術では1.7本と術式により使用本数は異なり、また肩腱板断裂では、断裂

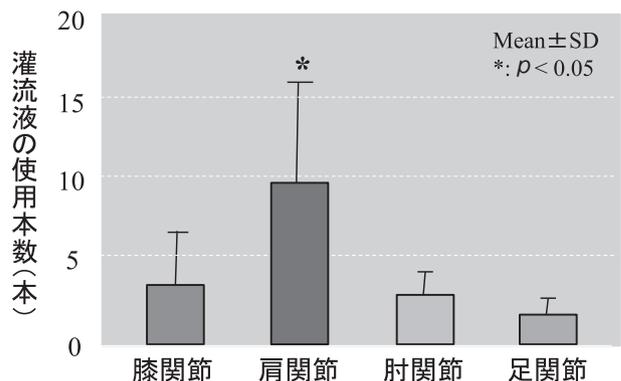


図1 灌流液(アスロマチック®3L)の使用本数  
肩関節鏡手術での使用量が有意に多かった。

が大きいほど(アンカーの使用本数が増加するほど)灌流液の使用本数も多かった(表2)。次に平均手術時間は膝94±57分, 肩123±64分, 肘77±35分, 足関節100±63分と, 4群間に有意差はなかったが, 肩関節鏡手術が一番長い傾向にあった。

灌流液使用本数と手術時間の相関を調べたところ, 膝関節はR=0.782, 肩関節はR=0.781と強い相関を認め, また単位時間あたりの使用本数は膝で毎時2.4本, 肩で毎時4.8本であった(図2)。肘および足関節については, 相関係数は0.608, 0.502と中等度の相関を認め, また単位時間あたりの使用本数は毎時, 肘は1.2本, 足関節は0.6本であった。

### 考 察

関節鏡視下手術は, 以前より膝関節の手術で一般的に行なわれているが, 手術機器の改良や手術手技の進歩に伴い, 近年では膝以外の関節でも広く行なわれている。なかでも肩関節鏡手術手技の進歩により, 大半の腱板修復術が関節鏡視下で行なわれるようになった。今回の結果では, 主な4つの関節で鏡視下手術を比較すると, 肩関節鏡手術時の灌流液の使用本数が平均9.9本と有意に多かった。つまり, 肩関節鏡手術の普及が, 灌流液の使用量が増加した要因の1つであることが判明した。さらに単位時間あたりの灌流液使用本数について調べたところ, 肩関節4.8本, 膝関節2.4本, 肘関節1.2本, 足関節0.6本と, 肩関節での使用本数が有意に高かった。これは, 肩関節鏡手術は皮下や創外への灌流液の漏えいが多いことや, 出血に対する視野確保のためポンプ圧を高め設定することなどが原因と考える。

また, 各関節においては単位時間あたりの使用本数には差があるが, いずれの関節においても灌流液使用本数は手術時間に比例していた。したがって, 手術手技の習熟や改良により灌流液の使用量は削減できる可能性があると考え。

ところで灌流液の使用本数削減を目標に関節鏡手術することは, 手術本来の目的から完全に逸しているが, 保険請求審査にて問題になっていることも事実ではある。今回の調査は年間関節鏡視下手術件数が200件以上の施設を対象に行なっており, 本研究の結果は現在行なわれている鏡視下手術の基準に

表2 各部位の関節鏡手術における灌流液使用本数および手術時間

	灌流液使用本数(本)	手術時間(分)
膝関節手術	3.7	93.8
ACL再建術:	5.2	123.9
半月手術なし	4.6	111.9
半月手術あり	5.8	136.5
半月切除術:	1.7	51.9
半月縫合術:	3.5	82.6
滑膜切除術:	2.2	
肩関節手術	9.9	122.7
腱板修復術:	11.9	
アンカー4つ以下	9.4	115.8
アンカー5つ以上	15.3	173.3
パッチ法	19.7	201.1
バンカート修復術:	8.3	107.6
デブリードマン:	4.7	63.5
肘関節手術	2.7	76.8
足関節手術	1.8	100.0

なりうると考える。したがって, 今後保険請求審査で問題になることがあれば, 本データの呈示は有用と考える。一方で, 関節鏡手術の未熟者は, 手技の熟練による手術時間の短縮化や, とくに肩関節手術において, 低血圧麻酔の徹底による低ポンプ圧の下での手術を行なうことが必要と考える。

本研究にはいくつかの限界があった。われわれは関連22施設を対象に調査を行なったが, 本来全国規模で行なうべきであったかもしれない。また, 調査期間も3ヵ月と短期であり, 調査期間が短すぎるかもしれない。しかし, 短期間の調査とし, 施設を絞ったことで, 回答回収率は100%であった。また, 手術症例が比較的多い施設を中心に調査したことで, 技量のばらつきの影響が少ない結果であると考え。次に, 今回の調査では灌流液の使用量をアルスロマチック®の本数として評価したが, 実際の使用量を調査したものではなかった。今後は最後に残った残量を計測することで, さらに正確な使用量が把握できると考える。

### 結 語

肩関節鏡手術は膝, 肘および足関節鏡手術よりも灌流液の使用本数が多かった。また, 灌流液の使用本数と手術時間の関係は肘および足関節鏡手術で中

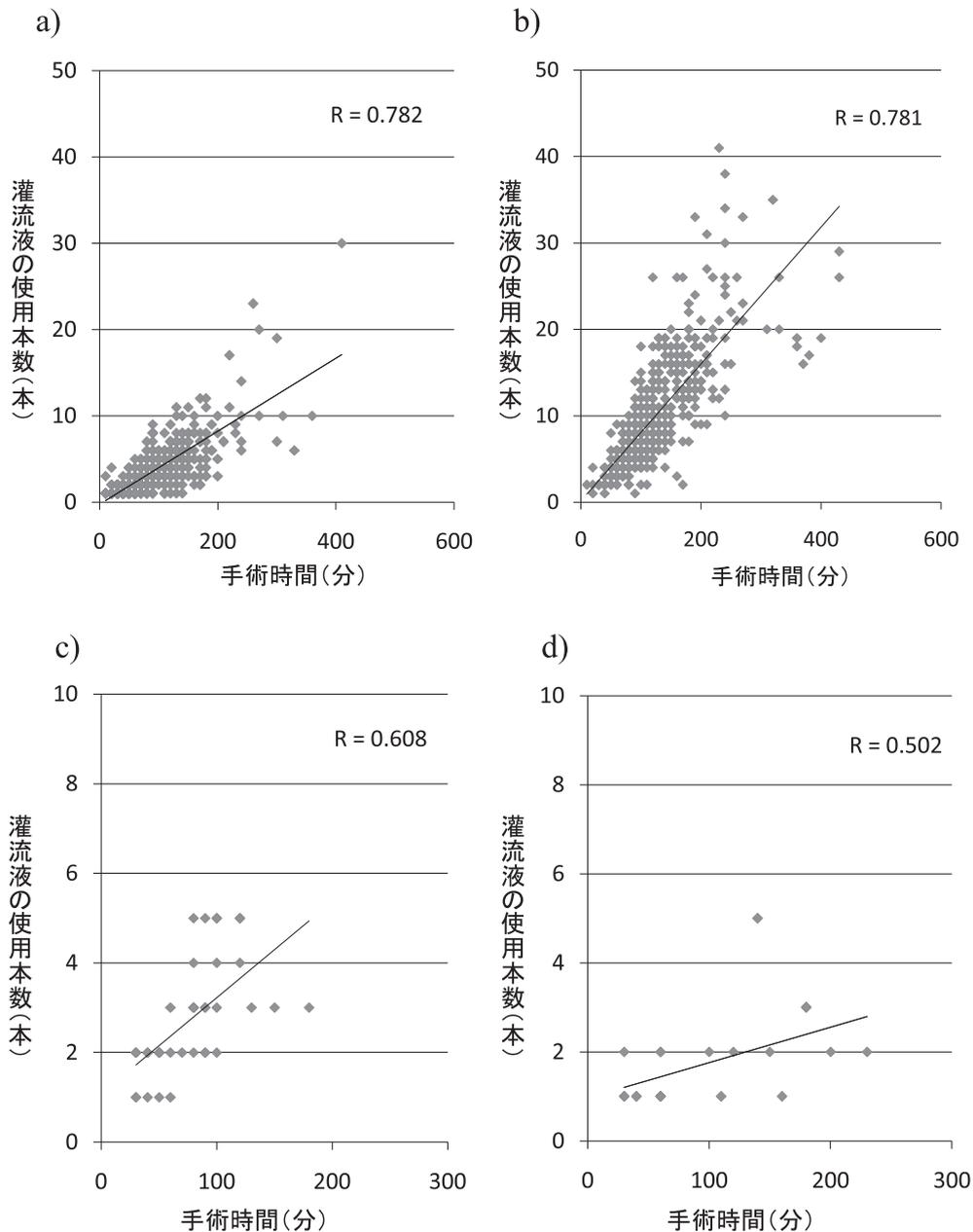


図2 灌流液使用本数と手術時間の相関関係  
 a) 膝関節, b) 肩関節, c) 肘関節, d) 足関節. 膝および肩関節鏡手術で強い相関,  
 肘および足関節鏡手術で中等度の相関.

等度の相関, 膝および肩関節鏡手術で強い相関を示した.

## 文 献

1) Shinjo H et al : Effect of irrigation solutions

for arthroscopic surgery on intraarticular tissue : comparison in human meniscus-derived primary cell culture between lactate Ringer's solution and saline solution. J Orthop Res, 20 : 1305-1310, 2002.

# スポーツ活動中に受傷した胸鎖関節後方脱臼の2例

## Posterior Dislocation of the Sternoclavicular Joint in Athletes

### — A Report of the Two Cases —

梶田 幸宏 Yukihiro Kajita 岩堀 裕介 Yusuke Iwahori  
佐藤 啓二 Keiji Sato

#### ● Key words

胸鎖関節, 後方脱臼, スポーツ傷害

The sternoclavicular joint : Posterior dislocation : Sports injury

#### ● 要旨

はじめに：胸鎖関節後方脱臼は比較的まれな疾患である。今回スポーツ活動中に受傷した2例を経験したので報告する。

症例1：17歳男性。ラグビーの試合中に右側に転倒しほかの選手が上から乗って胸鎖関節後方脱臼を受傷した。神経血管障害、呼吸困難、嚥下困難感は認めなかった。全身麻酔下に非観血的脱臼整復術を試みたが脱臼整復されなかったため、受傷後4日目に当科へ紹介となった。同日全身麻酔下に再度骨把持鉗子で非観血的整復術を試みたが整復不可能であったため観血的脱臼整復術を施行した。

症例2：16歳男性。柔道中に投げ技を受けて右肩から落下し胸鎖関節後方脱臼を受傷した。神経血管障害、呼吸困難、嚥下困難感は認めなかった。非観血的脱臼整復術を施行したが脱臼整復されなかったため、同日観血的脱臼整復術を施行した。

2症例とも脱臼部位を展開し脱臼整復後に鎖骨近位端に骨孔を作成し、前方胸鎖関節靭帯と鎖骨近位端を非吸収糸で縫合し手術を終了した。術後再脱臼を認めず、症例1は術後4ヵ月でラグビーに完全復帰し、症例2は術後5ヵ月で柔道に完全復帰ができた。

結論：胸鎖関節後方脱臼は非観血的整復術が不可能であった場合、全身麻酔下に骨把持鉗子を用いて徒手整復術を行なうとされているが、整復操作自体に血管損傷などの危険性を伴うため観血的整復術のほうが安全かつ確実と考える。また安全で簡便に行なえる胸鎖関節靭帯修復により十分な関節安定性が得られた。

梶田幸宏  
〒480-1195 愛知県長久手町大字岩作字雁又21  
愛知医科大学医学部整形外科学教室  
TEL 0561-62-3311/FAX 0561-63-4707

愛知医科大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedics, Aichi Medical University School of Medicine

## はじめに

胸鎖関節後方脱臼はまれな外傷であるが、脱臼した鎖骨近位端による気管、食道、大血管などの圧迫による重篤な合併症の報告<sup>1)</sup>が散見されることから早期診断、早期整復が重要である。今回われわれはスポーツ活動により受傷し、観血的治療を施行した胸鎖関節後方脱臼の2例を経験したので報告する。

## 症例 1

17歳、男性。

主訴：右胸鎖関節部の痛み、腫脹。

既往歴：特記すべきことなし。

スポーツ歴：ラグビー。

現病歴：ラグビーの試合中にタックルを受け、右肩を下にして転倒、さらにほかの選手が上から倒れこみ受傷した。直後から右胸鎖関節部の痛みを訴え近医を受診した。単純 X 線像と CT 像にて胸鎖関節後方脱臼と診断された。全身麻酔下に非観血的脱臼

整復術を試みたが整復されなかったため、受傷後4日目に当院を紹介され受診した。

初診時現症：右胸鎖関節部の圧痛、腫脹を認めた。また神経血管障害、呼吸困難、嚥下困難は認めなかった。

画像所見：単純 X 線像で鎖骨近位端がわずかに下方に転位しており、CT 像にて右鎖骨近端の後方脱臼が確認された(図1)。MRI では、縦隔内の右鎖骨下静脈と右腕頭静脈の軽度の圧迫を認めたが、気管、食道の圧迫所見は認めなかった(図2)。

当院に受診された同日、全身麻酔下に再度 towel clip 法による非観血的脱臼整復術を試みたが、腫脹のために鎖骨の把持が困難で整復不能であった。不用意な整復操作は危険を伴うと判断し、胸部外科医の待機の下に観血的脱臼整復術を行なった。

手術所見：胸鎖関節を展開したところ、鎖骨の近位端が後方に脱臼しているのが確認された。関節円板が整復障害因子となっていたため、関節円板を切除し、骨把持鉗子にて鎖骨近位端を把持し引き上げたところ整復された。鎖骨近位端に骨孔を作成し、前方胸鎖関節靭帯と鎖骨近位端を5号 EHBOND<sup>®</sup>で縫合した(図3)。

術後経過：術後3週間の鎖骨バンド固定後、術後4週から肩関節可動域訓練を開始した。術後8週で可動域制限なくラグビーを再開し、術後16週で疼痛なくラグビーに完全復帰した。術後20週で撮影した

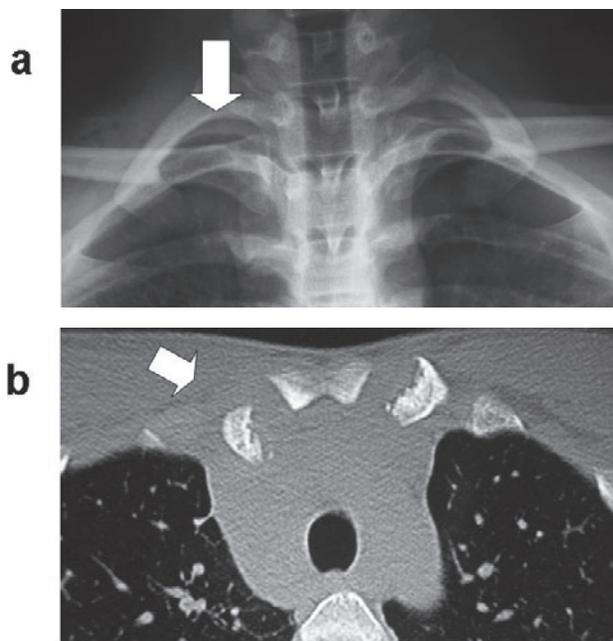


図1 症例1  
a：受傷時単純 X 線像 (Rockwood 撮影法), b：受傷時胸部 CT 像

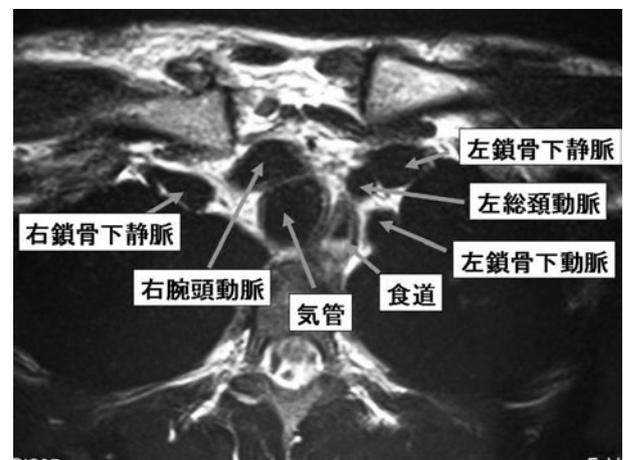


図2 症例1の受傷時 MRI  
鎖骨近位端の後方には主要な神経、血管、気管、食道が存在している。

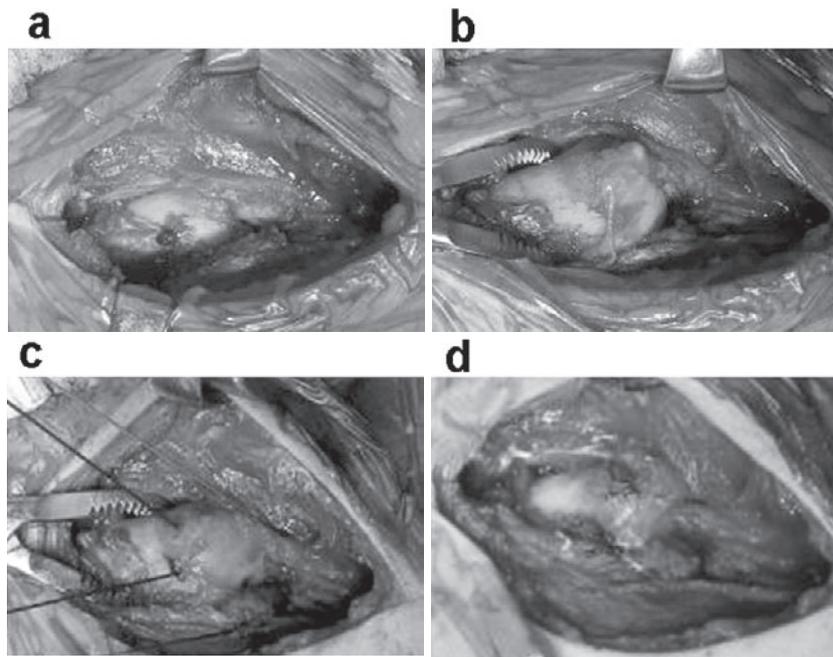


図3 症例1の手術時所見  
a：胸鎖関節を展開. b：骨把持鉗子にて鎖骨近位端を把持し引き上げ整復. c：鎖骨近位端に骨孔を作成. d：前方胸鎖関節靭帯と鎖骨近位端を縫合.

単純 X 線像，CT 像では脱臼整復位が保持されているが，CT 像上軽度の関節裂隙の狭小化と関節面の不整を認める (図4)．術後1年の最終経過観察時には右胸鎖関節部の疼痛，不安定感を認めず，問題なくラグビーを行っていた．

## 症 例 2

16歳，男性．

主訴：右前胸部の痛み，腫脹，右肩挙上困難．

既往歴：特記すべきことなし．

スポーツ歴：柔道．

現病歴：柔道の試合中に投げ技を受けて右肩から落下し受傷した．右前胸部の痛みを訴え受傷から2日後に近医を受診した．近医にて胸鎖関節後方脱臼と診断され当院を紹介受診した．当院受診時は右胸鎖関節部の疼痛と腫脹を認めたが，神経血管障害，呼吸困難，嚥下困難は認めなかった．紹介された同日に肩関節外転伸展位での牽引による DePalma 法による非観血的脱臼整復術を施行したが脱臼整復され

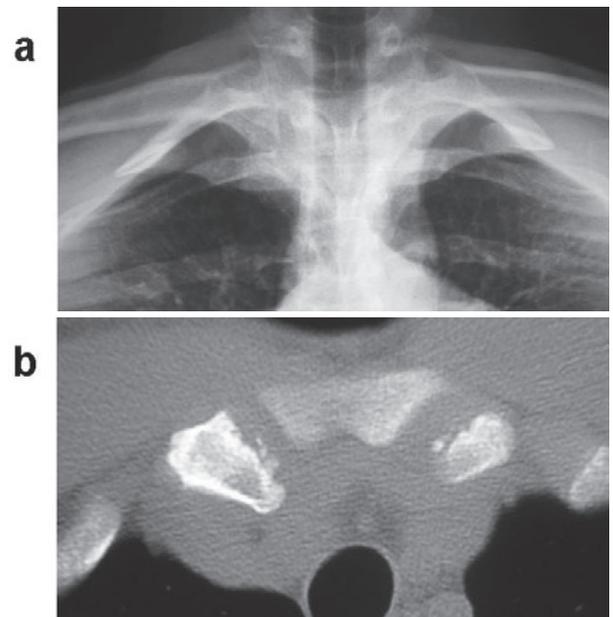


図4 症例1  
a：術後単純 X 線像，b：術後 CT 像

なかったため、全身麻酔下に towel clip 法による整復を試みたが、症例1と同様に腫脹のために鎖骨の把持が困難で整復不能であったため引き続き直視下に脱臼整復術を施行した。

手術所見：胸鎖関節部を展開し鎖骨近位端が後方に脱臼しているのを確認した。骨把持鉗子にて鎖骨近位端を把持し引き上げたところ容易に整復された。症例1と同様に鎖骨近位端に骨孔を作成し、前方胸鎖関節靭帯と鎖骨近位端を5号 EHINGOND<sup>®</sup>で縫合した。

術後経過：術後3週間の鎖骨バンド固定後、術後4週から肩関節可動域訓練を開始した。術後8週で柔道を再開し、術後12週で可動域制限、疼痛なく柔道に完全復帰した。術後6ヵ月において、疼痛、不安定感を認めず柔道も支障なしに行なっている(図5)。

### 考 察

胸鎖関節後方脱臼はまれな外傷であるが、直達・介達外力の多いスポーツ活動に発生しやすい外傷である。とくに本症例のようなラグビーや柔道などのコンタクトスポーツでは介達外力による報告例が散見される<sup>2,3)</sup>。われわれの経験した2症例も患側の肩から転倒しており、受傷機転は介達外力によるも

のと考えられた。コンタクトスポーツを行なうようなスポーツ選手において外傷後の前胸部の痛みを訴えた場合は本疾患も鑑別疾患として考えなければならない。また、鎖骨近位端の骨化は人体骨格中で最も遅く15~18歳で始まり、22~25歳で閉鎖するといわれている。胸鎖関節脱臼と同様の機序により鎖骨近位骨端線離開が生じることがあるが、今回の2症例は骨端線閉鎖前ではあったが術中所見から胸鎖関節脱臼と診断した。

本疾患は脱臼した鎖骨近位端が縦隔内臓器を圧迫することがあり、同部の臓器合併症の発生率は30%程度と報告されている<sup>4)</sup>。また脱臼を放置し陳旧性胸鎖関節後方脱臼になった場合は胸郭出口症候群の発生<sup>5)</sup>、鎖骨近位端の食道・気管の持続的な圧迫による瘻孔形成<sup>6)</sup>、鎖骨下静脈の閉塞が報告<sup>7)</sup>されており、診断がつき次第脱臼整復が必要と考えられる。今回の2症例では神経損傷、血管損傷などの合併症は認めなかったものの、MRI像では後方に脱臼した鎖骨近位端が大血管と近接していた。非観血的整復術は骨把持鉗子を用いた towel clip 法が有効であるとの報告が多い<sup>8,9)</sup>。しかしながら非観血的脱臼整復術は受傷後48時間以上経過すると困難となるとの報告もある<sup>10)</sup>(図6)。症例1は受傷から3日間、また症例2は受傷から2日間経過していたため、胸鎖関節部の腫脹が著明で、鎖骨の同定が困難であった。towel clip 法による整復を試みたが困難であったため観血的脱臼整復術を選択した。受傷後48時間以上経過した症例においては腫脹のために非観血的脱臼整復術は極めて困難であり、整復操作による血管損

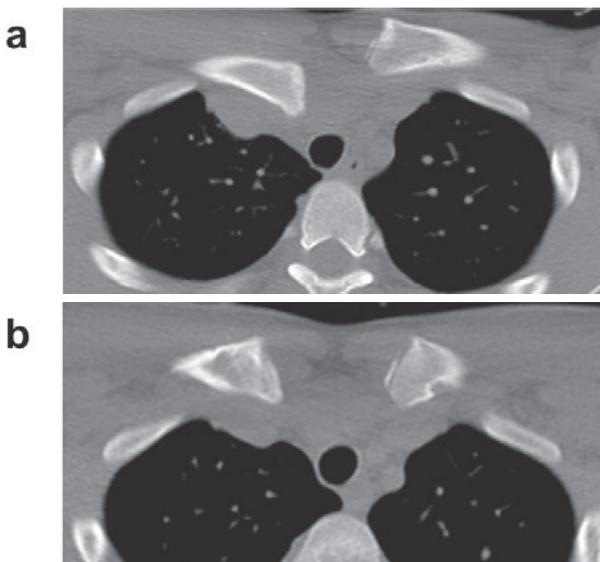


図5 症例2  
a：術前CT像，b：術後6ヵ月時CT像

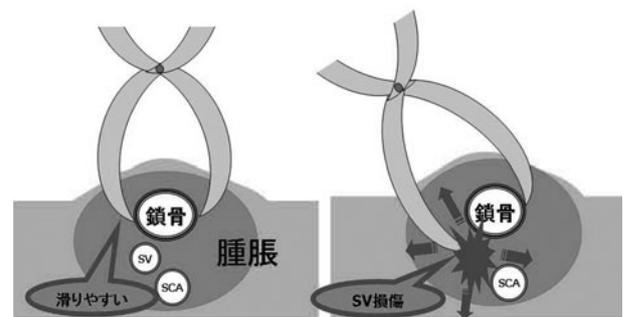


図6 Towel clip法は胸鎖関節部が腫脹している場合、血管損傷の可能性がある。(SV：鎖骨下静脈 SCA：鎖骨下動脈)

傷の発生が危惧されるため、観血的整復術を選択すべきと考えられた。

観血的整復術の方法については、いくつかの方法が報告されている。代表的な手術方法として Kirschner 鋼線を用いた内固定方法や、靱帯、筋膜を用いた内固定方法がある。Kirschner 鋼線を用いた内固定方法は確実な整復が保持できるものの、鋼線の破損や迷入による臓器損傷の危険性があり、また抜釘を必要とする。靱帯、筋膜を用いた内固定方法は健全なほかの組織から固定材料を採取する必要がある。したがって今回われわれは安全で簡便に整復位を保持できる縫合糸による胸鎖関節靱帯の修復を行なった。今回の2症例はコンタクトスポーツの選手であったが、いずれも最終経過観察時には再脱臼を認めていないため、本術式により十分な関節安定性が得られると考えられた。

## 文 献

- 1) Jougon JB et al : Posterior dislocation of the sternoclavicular joint leading to mediastinal compression. *Ann Thorac Surg*, 61 : 711-713, 1996.
- 2) 劉 和輝ほか：スポーツによる胸鎖関節損傷の3例 . 中部整災誌 , 48 : 325-536, 2005.
- 3) 額田昌門ほか：柔道により生じた胸鎖関節後方脱臼および鎖骨近位骨端線離開の2例 . 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌 , 10 : 27-29, 2000.
- 4) Rudzki JR et al : Complications of treatment of acromioclavicular and sternoclavicular joint injuries. *Clin Sports Med*, 22 : 387-405, 2003.
- 5) Wurman LW et al : Intrathoracic injury following retrosternal dislocation of the clavicle. *J Trauma*, 7 : 416, 1967.
- 6) Wasylenko MJ et al : Posterior dislocation of the clavicle causing fatal tracheoesophageal fistula. *Can J Surg*, 24 : 626, 1981.
- 7) Stankler L : Posterior dislocation of the clavicle : A report of two cases. *Br J Surg*, 50 : 164, 1962.
- 8) Ferry A et al : Retrosternal dislocation of the clavicle. *J Bone Joint Surg*, 39 A : 905-910, 1995.
- 9) Yeh GL et al : Conservative management of sternoclavicular injuries. *Orthop Clin North Am*, 31 : 189-203, 2000.
- 10) With M et al : Acute and chronic traumatic injuries of the sternoclavicular joint. *J Am Acad Orthop Surg*, 4 : 268-278, 1996.

# 成長期のスポーツ選手にみられた Femoral condyle irregularity

## Femoral Condyle Irregularity in Athletes During Growth Period

坂本佳那子 Kanako Sakamoto 舟崎 裕記 Hiroki Funasaki  
林 大輝 Hiroteru Hayashi 丸毛 啓史 Keishi Marumo

### ● Key Words

Femoral condyle irregularity : Growth period : Normal variation

### ●要旨

成長期のサッカー選手にみられた Femoral condyle irregularity (FCI) の3例を経験し、その特徴や初期の離断性骨軟骨炎 (osteochondritis dissecans ; OCD) との鑑別点などについて考察した。症例は7歳が1例、9歳が2例のいずれも男児で、単純 X 線像では異常は認めなかったが、MRI では、臨床所見と一致する病変に加えて、大腿骨外側顆あるいは内側顆の後方1/3に軟骨下骨髄の異常信号を認めた。これらの変化は、OCDの好発年齢や部位と比べて異なる点もあったが、画像所見のみではOCDの初期像との鑑別は必ずしも容易ではなかった。成長期の膝MRIでは、FCIの存在を念頭に置き、臨床所見や経時的所見を含めた包括的な診断が重要であると考えた。

### はじめに

Femoral condyle irregularity (FCI) は、成長期のMRI所見でしばしばみられる大腿骨顆部の正常変異であるが<sup>1)</sup>、離断性骨軟骨炎 (osteochondritis dissecans ; OCD) との鑑別を要することも少なくない。今回、筆者らは、成長期のサッカー選手にみられた本症の3例を経験したので、その特徴やOCDとの鑑別点について文献的考察を加えて報告する。

### 症 例

症例は男児の3例で、初診時年齢は7歳が1例、9歳が2例であった。全例がクラブチームに所属するサッカー選手で、練習は週2回程度であったが、その他に学校のクラブ活動でもサッカーを選択していた。いずれも運動時の膝関節痛を訴えて当科を訪れたが、2例では90°以上の膝関節屈曲時痛も認めた。罹病期間はいずれも3ヵ月以内で、外傷歴のあるものは1例であった。初診時身体所見では、膝可動域

坂本佳那子  
〒105-8461 東京都港区西新橋3-25-8  
東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニック  
TEL 03-3433-1111/FAX 03-3459-9114

東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニック  
Department of Sports and Wellness Clinic, Jikei University School of Medicine

制限を有するものではなく、圧痛を膝蓋骨外上縁、膝蓋腱、さらに内側関節裂隙に認めたが、膝の単純X線正・側面像では明らかな異常所見は観察されなかった。それぞれ有痛性分裂膝蓋骨、膝蓋腱炎、膝挫傷の診断のもとにMRIを撮影した。MRI撮像は、T2冠状断、DESSならびにSTIR矢状断、T2横断像をルーティンとしたが、上記診断に一致した病変に加えて、軟骨下骨髄の異常信号を全例に認めた。この異常信号の部位は、それぞれ両側の内側顆、内・外

側顆、外側顆のいずれも後方約1/3に認められた。STIR像では、軟骨下骨髄の浮腫像を呈したものはなく、また、関節軟骨の損傷や菲薄化、嚢胞性変化も観察されなかった(表1, 図1~3)。全例に保存加療を行なったが、日常生活での制限は行わず、スポーツ活動を中止し、ストレッチや疼痛に応じてサポーターなどを装着した。その後、段階的にスポーツ活動を開始し、全例とも2ヵ月以内にスポーツ競技に復帰した。経過観察期間は1年1ヵ月、2年、3

表1 症例

	年齢(歳)	性別	罹病期間(週)	外傷歴	臨床診断	経過観察期間(月)	軟骨下骨髄の異常信号の発生部位
症例1	9	男	12	(-)	有痛性分裂膝蓋骨	13	両側 内側顆 後方
症例2	9	男	2	(-)	膝蓋腱炎	24	内/外側顆 後方
症例3	7	男	8	(+)	膝挫傷	3	外側顆 後方

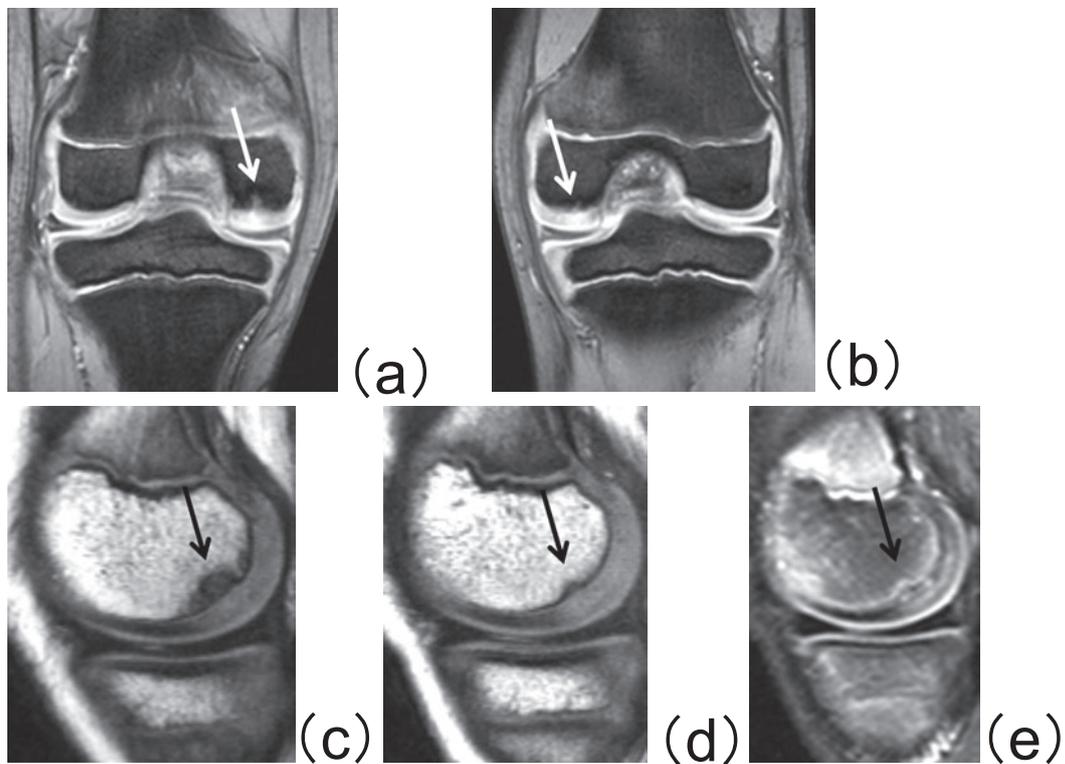


図1 症例1のMRI(初診時)  
 (a) 右膝 T2 冠状断像, (b) 左膝 T2 冠状断像, (c) 右膝内側顆 DESS 矢状断像, (d) 左膝内側顆 DESS 矢状断像, (e) 左膝内側顆 STIR 矢状断像  
 両側の内側顆の後方に軟骨下骨髄の異常信号を認めた(矢印)。STIR像では軟骨下骨髄の浮腫像は観察されなかった(e)。

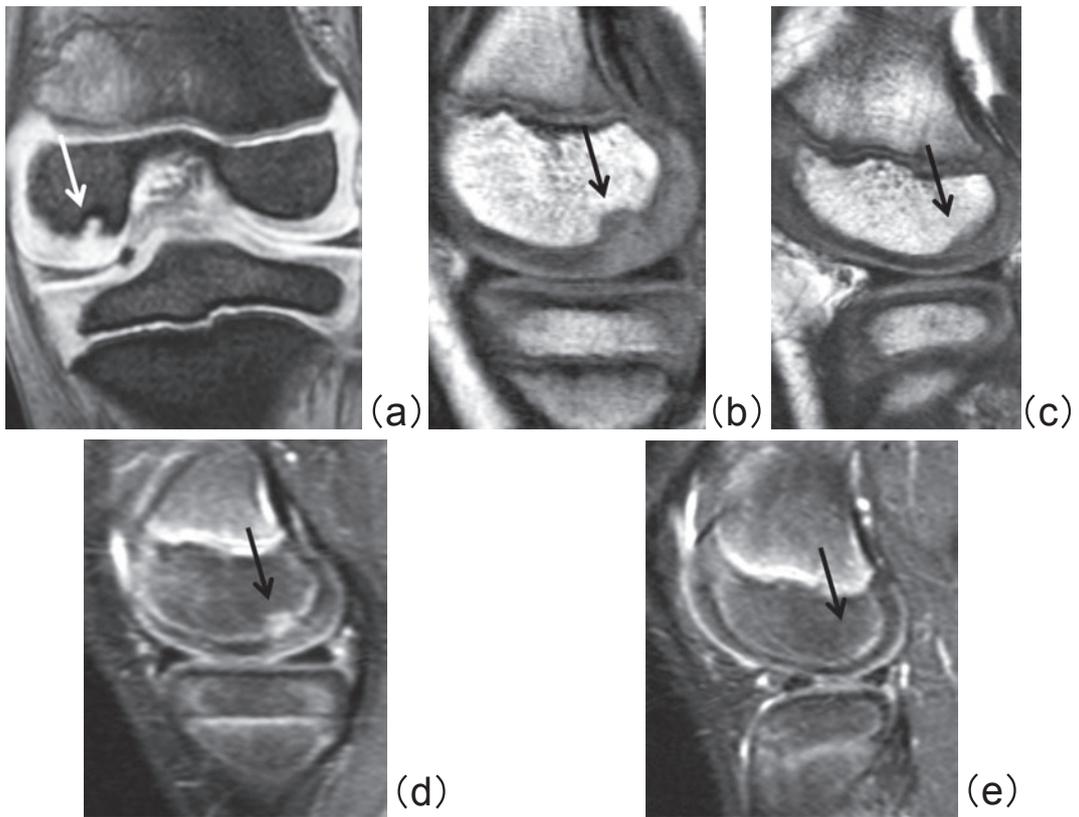


図2 症例2の右膝MRI (初診時)  
 (a) T2 冠状断像, (b) 内側顆 DESS 矢状断像, (c) 外側顆 DESS 矢状断像, (d) 内側顆 STIR 矢状断像, (e) 外側顆 STIR 矢状断像  
 左膝の内・外側顆の後方に軟骨下骨髄の異常信号を認めた(矢印)。STIR像では、軟骨下骨髄の浮腫像や関節軟骨の損傷は認めなかった(d, e)。

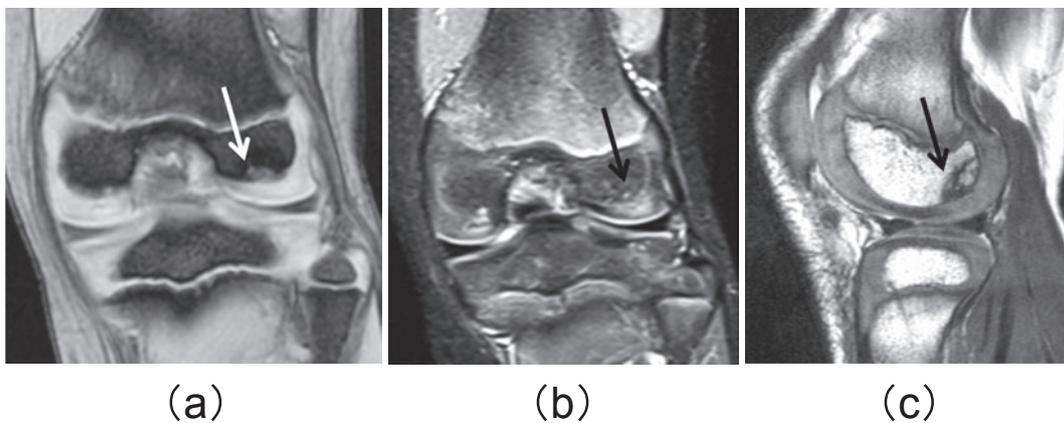


図3 症例3の左膝MRI  
 (a) T2 冠状断像, (b) STIR 冠状断像, (c) 外側顆 DESS 矢状断  
 外側顆の後方に軟骨下骨髄の異常信号を認めた(a, c 矢印)が、STIR像では骨髄浮腫像は観察されなかった(b)。

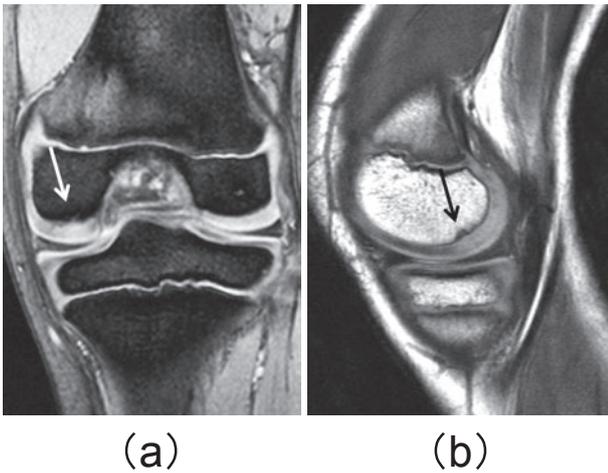


図4 症例1の3ヵ月後の左膝MRI  
 (a) T2 冠状断像, (b) 内側顆 DESS 矢状断像  
 軟骨下骨髄の異常信号 (矢印) は, 初診時と比べて大きな変化は観察されなかった。

ヵ月であるが, 症状が再発することなくサッカーを継続している。なお, 2例に対しては, 3ヵ月後, ならびに1年後に再度MRIを行なったが, 大きな変化は観察されなかった(図4, 5)。

### 考 察

1941年, Sontagらは, 単純X線像で, 小児の大腿骨顆部関節面に不整像を認めることを報告し, これは成長期における同部の accessory ossification の石灰化障害と推測した<sup>2)</sup>。さらに, 1958年 Caffeyらは, 3歳から13歳までの健常な小児147人を対象に, 単純X線顆間窩撮影像で大腿骨顆部関節面の不整像の有無を調査したところ, 不整像は男児の66%, 女児の41%に認められ, その発生部位は外側顆が44%, 内側顆が12%, さらに両側顆に認められたものが44%

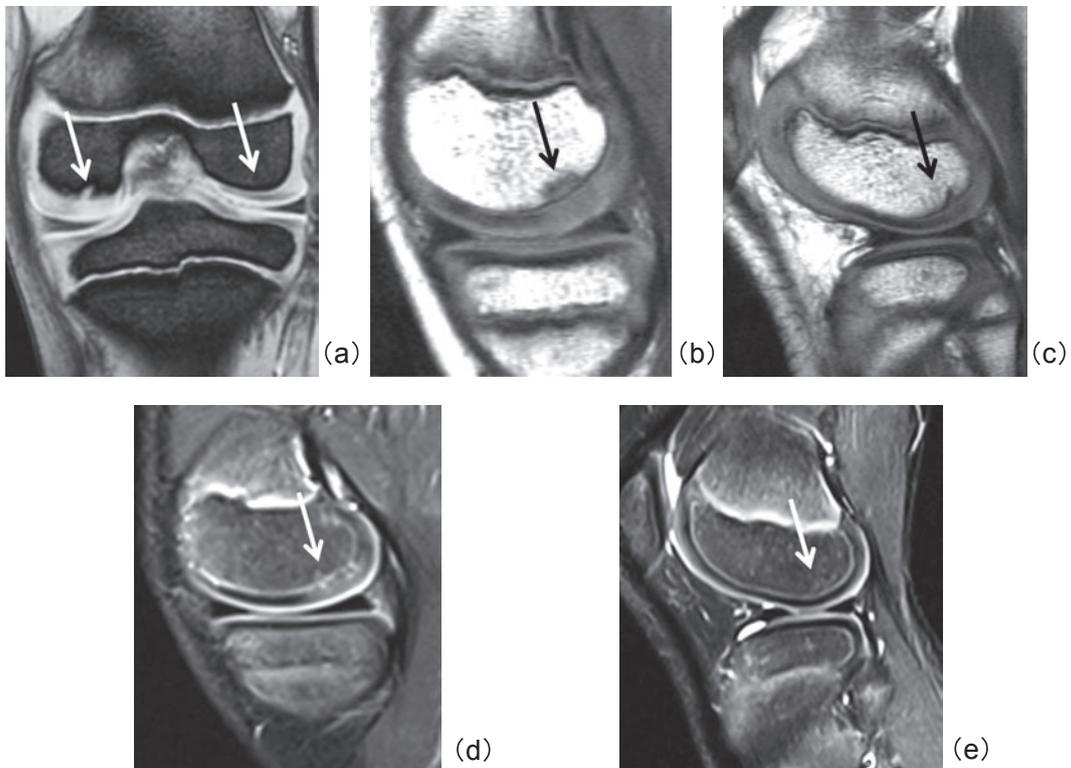


図5 症例2の1年後の右膝MRI  
 (a) T2 冠状断像, (b) 内側顆 DESS 矢状断像, (c) 外側顆 DESS 矢状断像, (d) 内側顆 STIR 矢状断像, (e) 外側顆 STIR 矢状断像  
 異常信号領域 (矢印) は軽度の減少傾向を認めたが, 大きな変化は観察されなかった。

%であった。また、これらは顆部後方に多く、年齢が若い程、頻度が高かったと報告した<sup>3)</sup>。その後、MRIの普及とともに、同部にみられる軟骨下骨髄の異常信号はFCIと呼ばれ、現在まで放射線科領域での報告は散見される<sup>1,4,5)</sup>が、整形外科領域ではいまだ一般的に浸透していないのが現状である。FCIは、大腿骨顆部後方の accessory ossification の存在によって生じるMRIにおける軟骨下骨髄の異常信号とされているが、成長期の膝障害の中で、この変化に類似しているものがOCDである。とくに初期OCDでは特異的な臨床症状を呈することなく、MRIにおいても関節軟骨の損傷を認めないことなどから両者の鑑別がしばしば困難となる。しかし、スポーツ選手において、正常変異であるFCIをOCDと鑑別することは、不必要なスポーツ活動の休止を避けるためにも極めて重要である。1999年、Nawataらは、8~11歳におけるFCIの男児4人において、OCDとの鑑別点について単純X線像、MRI所見を検討した結果、軟骨の損傷、変性、菲薄化や嚢胞性変化、さらに骨髄浮腫を認めないなどのMRI所見が鑑別点として重要であると報告した<sup>4)</sup>。また、2005年、Gebarskiらは、過去にBohndorf分類<sup>7)</sup> Stage-IのOCDと診断された23人32顆をretrospectiveにMRIや臨床経過を再検証したところ、後方に位置し、骨髄側辺縁の小棘形成や accessory ossification を認めるが、骨髄浮腫を伴わないものは正常変異の可能性が高いとし、両者の鑑別の重要性を強調した<sup>5)</sup>。このように、FCIと初期OCDの鑑別に関しては、好発年齢がFCIはOCDに比べて比較的若年であること<sup>1)</sup>、また、好発部位は、OCDが顆間窩寄りの内顆下方であること<sup>6-8)</sup>に対して、FCIは外顆の後方が多いこと、さらに、MRIにおいてはOCDでは骨髄浮腫像を伴うが、FCIではそれを認めないことなどがあげられているが、この中でもとくにMRI所見が重要とされている。今回の3例は、年齢は比較的若年であり、発生部位は2例が外顆にみられ、全例が大腿骨顆部の後方に存在し、同部のMRIのSTIR像では骨髄浮腫像は観察されなかった。また、スポーツ復帰後(3ヵ月後、1年後)のMRIでは、初診時のMRIで確認

されたFCIは縮小傾向にあったが、著しい変化は認めなかった。以上のことから、今回の3例はFCIと診断したが、FCIと初期OCDは、好発年齢が重複している部分があることや通常のMRI撮影では顆部後方にアーチファクトが出現しやすいことなどから、OCDの初期像との鑑別は必ずしも容易ではなかった。したがって、成長期のスポーツ選手における膝関節痛に対してMRIを行なう際には、FCIの存在やその特徴を十分に理解しておくことが必要であり、臨床所見と経時的所見を含めた包括的な診断が重要であると考え。今後は、FCIがいかなる年齢で自然消失するか、長期にわたり経過を観察する必要があると考える。

## 文 献

- 1) 新津 守：膝MRI。第2版，医学書院，東京：158-160，2009。
- 2) Sontag LW et al：Variations in the calcification pattern in epiphyses. *AJR*, 45：50-54, 1941.
- 3) Caffey J et al：Ossification of the distal femoral epiphysis. *JBJS*, 40：647-654, 1958.
- 4) Nawata K et al：Anomalies of ossification in the posteolateral femoral condyle：assessment by MRI. *Pediatr Radiol*, 29：781-784, 1999.
- 5) Gebarski K et al：Stage-I osteochondritis dissecans versus normal variants of ossification in the knee in children. *Pediatr Radiol*, 35：880-886, 2005.
- 6) Bohndorf K：Osteochondritis dissecans：a review and new MRI classification. *Eur Radiol*, 8：103-112, 1998.
- 7) Schenck R et al：Current concepts review osteochondritis dissecans. *JBJS*, 78：439-456, 1996.
- 8) 前田 朗：成長期の膝離断性骨軟骨炎の治療。日臨整誌，35：129-135，2010。

# 膝蓋外側滑膜ヒダ障害に対する 鏡視下滑膜ヒダ切除術の経験

## Arthroscopic Resection of Lateral Synovial Plica

小坂 正裕<sup>1)</sup> Masahiro Kosaka 中瀬 順介<sup>1)</sup> Junsuke Nakase  
虎谷 達洋<sup>1)</sup> Tatsuhiko Toratani 北岡 克彦<sup>2)</sup> Katsuhiko Kitaoka  
竹内 尚人<sup>2)</sup> Naoto Takeuchi 土屋 弘行<sup>1)</sup> Hiroyuki Tsuchiya

### ● Key words

Synovial plica : Arthroscopy : Anterior knee pain

### ●要旨

外側滑膜ヒダ障害に対し、鏡視下切除術を施行した10例10膝を対象とした。術後、全例で疼痛・関節可動域制限などの改善を認めた。外側滑膜ヒダ障害の症状としては、圧痛点が大腿脛骨関節裂隙ではなく、外側膝蓋大腿関節にある点が重要である。外側滑膜ヒダは通常の外側膝蓋下ポータルからの鏡視では観察しにくいいため、このヒダの存在を疑い、内側膝蓋下ポータルからも鏡視する必要がある。また、灌流液を抜きながら鏡視することで滑膜ヒダが膝蓋大腿関節に嵌入する様子が観察できた。スポーツ選手の膝前外側部痛の診療においては膝蓋外側滑膜ヒダ障害も念頭に置く必要がある。

### はじめに

膝蓋滑膜ヒダは正常膝でも観察される構造物だが、オーバーユースや外傷により滑膜ヒダ障害を起こし、膝前方部痛の原因となる。滑膜ヒダ障害については、主に膝蓋内側滑膜ヒダ障害、いわゆるタナ障害がよく知られているが、膝蓋外側滑膜ヒダ障害についての報告はわずかしみられない。今回われわれは、スポーツ選手に対し、鏡視下で膝蓋外側滑膜ヒダを切除し、良好な治療成績を得た10症例を経験したので報告する。

### 症例と方法

2009年4月から2011年3月までに膝関節鏡手術を施行した955例989膝のうち、外側滑膜ヒダ障害に対し、鏡視下滑膜ヒダ切除術を施行した10例10膝(発生率1.0%)を対象とした。男性5名、女性5名、平均年齢は17.8歳(13~40歳)で、全例がスポーツ活動を行っていた。主訴は膝前外側部痛と疼痛に伴う可動域制限で、身体所見上、全例で外側膝蓋大腿関節に圧痛を認め、7例でキャッチングが2例でロッキングがみられた(表1)。全例に対し、圧痛を

小坂正裕  
〒920-8641 金沢市宝町13-1  
金沢大学附属病院整形外科  
TEL 076-265-2374

1) 金沢大学大学院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University  
2) 光仁会木島病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kijima hospital

表1 症例

Case	Sex	Side	Kind of sports	Age at op. (yrs)	Onset	Period until op. (M)	Follow up (M)	Symptoms	Results
1	F	R	Javelin throw	17	Sudden	2	16	Pain, Locking	Excellent
2	F	R	Tennis	13	Sudden	9	13	Pain, Catching	Excellent
3	F	L	Basketball	13	Sudden	1	9	Pain, Locking	Excellent
4	M	L	Handball	15	Sudden	1	9	Pain, Catching	Excellent
5	M	L	Track	22	Sudden	5	7	Pain, Catching	Excellent
6	F	R	Track	13	Gradually	13	6	Pain	Fair (Revision)
7	M	R	Marathon	28	Sudden	7	6	Pain, Catching	Excellent
8	M	L	Volleyball	16	Sudden	1	4	Pain, Catching	Excellent
9	F	R	Football	40	Sudden	15	5	Pain, Catching	Excellent
10	M	R	Baseball	14	Sudden	2	3	Pain, Catching	Excellent

認められた外側膝蓋大腿関節に1回以上のステロイド局所注射を行ない、いったんは疼痛の改善がみられたが、数日で症状の再燃を認めた。これらの症例に対し、保存的加療抵抗性の外側滑膜ヒダ障害を疑い、膝関節鏡手術を施行した。全例で膝蓋外側滑膜ヒダを認め、鏡視下にこれを切除した。

## 結 果

発症から手術までの期間は平均5.6ヵ月(1~15ヵ月)、術後経過観察期間は平均7.8ヵ月(3~16ヵ月)であった。MRI axial像において、外側膝蓋大腿関節にヒダ状の腫瘤形成を認める症例もみられたが、明らかな陥入像は認めず、多くの症例ではMRI上の異常所見は指摘されなかった(図1)。また、外側半月板損傷などのほかの疾患を示す画像所見もみられなかった。鏡視所見では、内側膝蓋下ポータルからの鏡視により、外側膝蓋大腿関節にヒダ状の構造物を認め、灌流液を抜くとこのヒダが膝蓋大腿関節に入りこむ様子が観察できた(図2)。また、灌流液を再注入することによりヒダはふたたび外側へ逃れた。この外側滑膜ヒダを鏡視下に切除した。鏡視所見上、外側半月板やほかの部位の損傷はみられなかった。外側滑膜ヒダの病理組織学的所見は、滑膜被覆細胞をもつ線維性組織で、炎症細胞の浸潤を伴い、一部には浮腫上の間質を認めた。

術後、全例で疼痛・関節可動域制限は改善し、キッキングやロッキング症状は消失した。合併症は

認めなかったが、発症が緩徐であった1例では術後に疼痛の再発がみられた。この症例に対しては、再度滑膜ヒダ切除を追加することにより症状は軽快した。

## 考 察

膝蓋滑膜ヒダは、膝関節腔内に存在する胎生期の遺残で、隔壁や不全隔壁として正常膝でも観察される。これまで滑膜ヒダについては、膝蓋上、膝蓋内側、膝蓋外側、膝蓋下滑膜ヒダの4種類が存在するとされているが、外側滑膜ヒダがみられる割合は正常膝の1%前後とする報告が多い<sup>1-4)</sup>。また、その多くがアジアからの報告であり、人種特異性を有する可能性も示唆される。したがって、外側滑膜ヒダは観察されること自体が非常に少なく、その障害の報告は極めてまれである。

膝蓋外側滑膜ヒダは、その形態学的特徴として、内側の滑膜ヒダと比較し、やや幅広で短く、厚みがあるとされており<sup>5)</sup>、正常構造物である外側傍膝蓋滑膜脂肪体の肥厚がこの滑膜ヒダの形成および顕在化に関与するとの報告もある<sup>1)</sup>。また、外側滑膜ヒダの組織学的構造は、滑膜表層細胞に被覆された線維性癒痕組織に非特異的炎症を伴ったものであることが多く、内側滑膜ヒダのそれとは異なるとの報告が多い<sup>6-8)</sup>。このことから、外側滑膜ヒダ障害の発生機序としては、内側で起こるような単なる遺残物の嵌頓ではなく、症例によっては先天的にやや大き

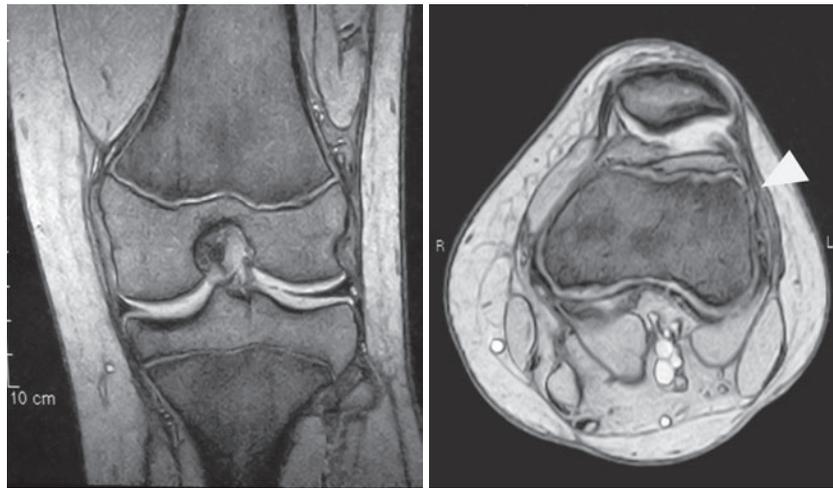


図1 MRIでは、axial像において外側膝蓋大腿関節にヒダ状の腫瘤形成(矢頭)を認めたが、明らかな陥入像は認めなかった

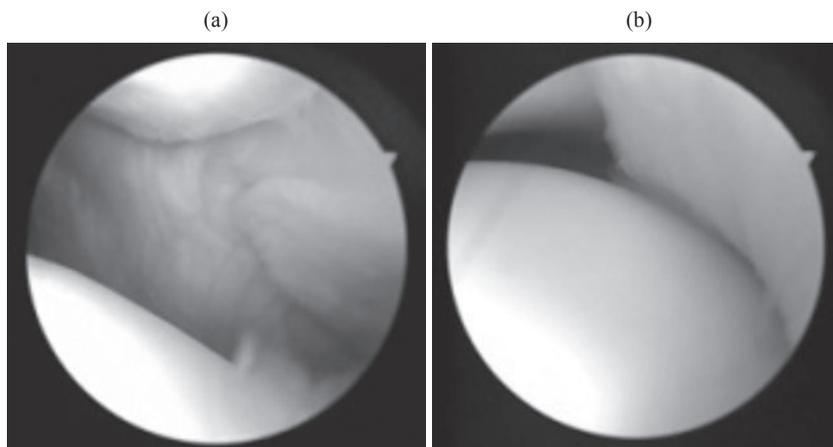


図2 内側膝蓋下ポータルからの鏡視  
外側膝蓋大腿関節にヒダ状の構造物を認め(a)、灌流液を抜くとこのヒダが膝蓋大腿関節に入りこむ様子が観察された(b)。

い遺残物(外側滑膜ヒダ)および正常の構造物(外側傍膝蓋滑膜脂肪体など)がオーバーユースなどによる繰り返しのストレスで刺激され、炎症を起し、浮腫化・肥厚・慢性例では癆痕化をきたして膝蓋大腿関節にインピンジすることにより症状が発現するということが考えられた。今回の症例の組織学的所見も、この考察に矛盾しないものであった。

ロッキングをきたした2症例の外側滑膜ヒダは、鏡視所見上、ほかの症例のヒダより比較的大きく、やや肥厚して硬い印象ではあったが、大腿骨外顆前

面を覆いきるほどのものではなかった。これまでも、20~60°屈曲時に外側滑膜ヒダが嵌頓や弾撥現象をきたしたとの報告<sup>1,6-8)</sup>はみられるが、弾撥時などに痛みを伴った場合、逃避性の可動域制限が強くなり、ロッキング様の症状を呈する(pseudolocking)ことも考えられ、今回の症例においてもその可能性は否定しきれない。また、下肢のアライメントやそれに伴う膝蓋骨のトラッキングなど、滑膜ヒダそのもの以外の要素もロッキングなどの嵌頓症状の発症に関与している可能性があり、その病態に関しては

今後も検討が必要である。

外側滑膜ヒダ障害の症状としては、圧痛点が大腿脛骨関節裂隙ではなく、外側膝蓋大腿関節にあることが重要である。また、しばしば同部位に腫瘤を触知する。症状が軽度な症例に対しては、消炎鎮痛剤の投与や関節内注射などの保存的加療が有効な場合もある。しかし、スポーツの継続を希望する場合、原因となった機械的ストレスがその後も繰り返されることが予想され、また、滑膜ヒダが癒痕化・硬化した場合、膝蓋大腿関節における軟骨損傷の原因となる可能性もあるため<sup>1,7,8)</sup>、保存的加療が無効な症例やロッキングやキャッチングといった嵌頓症状を呈するような症例には、積極的に早期の鏡視下切除術も考慮すべきである。

今回、われわれが経験した症例では、外側滑膜ヒダが膝蓋大腿関節で嵌入される様子が鏡視下に観察され、この滑膜ヒダの切除により疼痛や嵌頓症状が改善されたため、外側滑膜ヒダによる障害であったと考えられたが、これまでの報告に比べ高頻度である。しかし、内側膝蓋下ポータルからも鏡視を行ない318膝中66膝(20.7%)に、14屍体膝中7膝(50%)に外側滑膜ヒダを認めたとの報告<sup>9)</sup>もみられることから、逆に外側滑膜ヒダ障害という病態自体が通常の鏡視では観察されにくく、また、これまで注目されていなかったため、発生率・有病率が過小評価されていた可能性もある。

今回の研究より、スポーツ選手の膝前方外側部痛の診療においては、膝蓋外側滑膜ヒダ障害も念頭に置く必要があると考えられた。また、外側滑膜ヒダ障害を疑った場合、関節鏡で観察するための工夫としては、次の2点があげられる。まず、外側滑膜ヒダは通常の外側膝蓋下ポータルからの鏡視では観察しにくいいため、このヒダの存在を疑い、内側膝蓋下ポータルからも鏡視を行なうことが重要である。さらに、少し灌流液を抜いて鏡視することにより、外側滑膜ヒダが膝蓋大腿関節に嵌入する様子がよく観察できるため、この方法も非常に有用である。

## 結 語

膝蓋外側滑膜ヒダ障害の臨床所見と関節鏡視下切除術の成績について報告した。

スポーツ選手の膝前方外側部痛の診療においては、膝蓋外側滑膜ヒダ障害も念頭に置く必要がある。

## 文 献

- 1) Kurosaka M et al : Lateral synovial plica syndrome. A case report. *Am J Sports med*, 20 : 92-94, 1992.
- 2) Kim SJ et al : Arthroscopic findings of the synovial plicae of the knee. *Arthroscopy*, 13 : 33-41, 1997.
- 3) Dupont JY : Synovial plicae of the knee. Controversies and review. *Clin Sports Med*, 16 : 87-122, 1997.
- 4) Garcia-Valtuille R et al : Anatomy and MR imaging appearances of synovial plicae of the knee. *Radiographics*, 22 : 775-784, 2002.
- 5) Kurosawa S et al : Disorders of the knee caused by synovial plicae : So-called plica syndrome. *Clin Orthop Surg*, 11 : 231-237, 1979.
- 6) 檜山三葉子ほか : 弾撥膝を呈した両膝外側滑膜ヒダ障害と思われる1例. *膝*, 26 : 173-175, 2001.
- 7) 岩間 徹ほか : ロッキング様症状を呈した両側外側滑膜ヒダ障害と思われる1例. *関東整災誌*, 23 : 99-102, 1992.
- 8) 茂木秀之 : 両側に腫瘤状を呈した膝蓋外側滑膜ヒダにより弾発現象を呈した1症例. *高崎医学*, 59 : 85-88, 2009.
- 9) Gurbuz H et al : The synovial plicae in the knee joint. *Saudi Med J*, 27 : 1839-1842, 2006.

# 関節鏡視下 Bankart 修復術後早期に 肩甲関節窩前下方骨欠損を認めた 1 例

## A Case of Early Glenoid Bony Defect After Arthroscopic Bankart Repair

山門浩太郎 Kotaro Yamakado 林 正岳 Seigaku Hayashi

### ● Key words

縫合糸, バンカート, 合併症

Suture : Bankart : Complication

### ● 要旨

関節鏡視下 Bankart 修復術後早期に関節窩前下方骨欠損をきたし, 原因として縫合糸結節の関与を疑った1例を経験したので報告する. 症例は15歳女性. 右肩. 前方不安定症に対してストロングスーチャー付き金属アンカーを用いて鏡視下 Bankart 修復術を施行した. 術後3ヵ月時に肩痛を生じたため再鏡視したところ, IGHL 複合体からカットアウトした縫合糸結節の周囲で関節軟骨が消失し海綿骨が浸食されていた. 早期の骨欠損の原因として, ストロングスーチャーの縫合糸結節が断裂することなくアンカーに係留されたまま遺残して関節窩と骨頭間にはさみこまれ, 縫合糸結節の到達範囲で骨軟骨欠損を生じたものと考えた.

### はじめに

近年の鏡視下手術の発展は著しく, 関節鏡視下 Bankart 修復術も広く行なわれる手術となった. 手術材料の分野においても, 縫合糸の材料強度の向上により軟部組織縫合の初期固定強度は飛躍的に高まった<sup>1)</sup>. しかしながら, 強度の向上に伴い以前には想定されていなかった縫合糸によるトラブルの報告が散見されつつある<sup>2-5)</sup>. 関節鏡視下 Bankart 術後早期に関節窩前下方骨欠損をきたし, その原因として縫合糸結節の関与を疑った1例を報告する.

### 症 例

15歳, 女性. バドミントン選手. 右肩(利き手)の前方不安定症に対して斜角筋間ブロック併用全身麻酔下にストロングスーチャー(ファイバーワイヤー, アースレックス)付き金属アンカー(ファスタック, アースレックス)を用いて鏡視下 Bankart 修復術を施行した. 明らかな骨欠損は認めず, ALPSA 病変をおおよそ6時半の位置まで剝離し6本のアンカーを使用して固定した. 上方2箇所にはマットレス縫合を, 下方4箇所には結節縫合を行なった(図1). 結

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  
yamakadok@hotmail.com

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

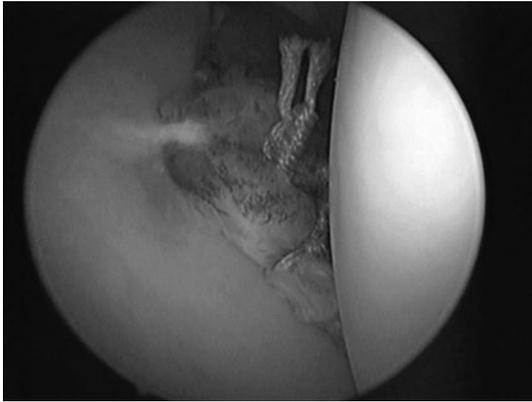


図1 初回手術時関節鏡所見  
後方鏡視像。結節縫合を用いて関節唇縫合を行なっている。



図2 初回術後3ヵ月時、単純X線正面像  
明らかな骨欠損や金属アンカーの突出を認めない。

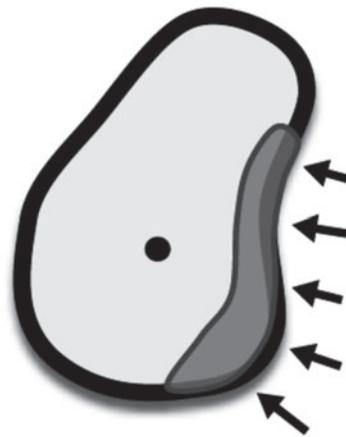
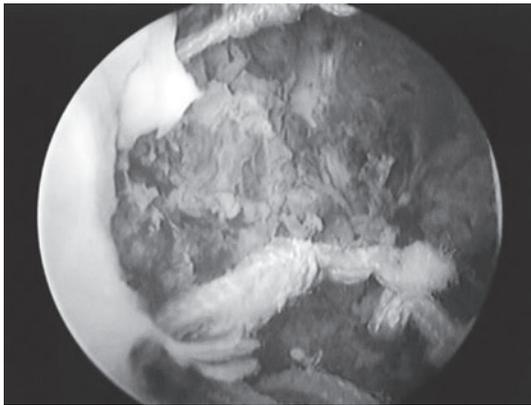


図3 A：再鏡視所見。後方鏡視像。縫合糸結節が露出し、周囲の軟骨が消失している。  
B：関節窩骨軟骨欠損部。

び目は関節窩からできるだけ離して縫合を行なった。下方2本のアンカーは関節面上(“on the glenoid”)に設置した。術中および術後経過にとくに問題なく順調に術後リハビリテーションをすすめていたが、術後3ヵ月時にステーションナリーバイクを用いた筋力訓練中に「がくっ」とした衝撃を右肩に自覚し、そののち疼痛が発生し持続した。単純X線画像では関節窩前下方にわずかな陥凹を疑うものの明らかな骨欠損あるいは骨折をみとめず(図2)、血液検査でも著変を認めなかった。手術から疼痛を自覚するまでの期間中、関節のきしみ感や異音は感知されなかつ

た。痛みが改善しないため3週後に再鏡視を施行した。麻酔下には明らかな不安定性を認めなかった。関節内に貯留した血腫を洗い流すと関節窩前下方の縫合糸が関節唇からカットアウトしていた。露出した縫合糸結節の周囲では関節軟骨が消失し海綿骨が露出していた(図3A, B)。上腕骨側の関節軟骨面には著変を認めなかった。

縫合糸の摘出とデブリードマンのみ施行し経過を観察したところ、肩痛は改善し練習にも復帰した。しかし、不安定感と痛みが再発し、画像検査上も関節窩前下方の骨欠損が徐々に拡大したため(図4)、

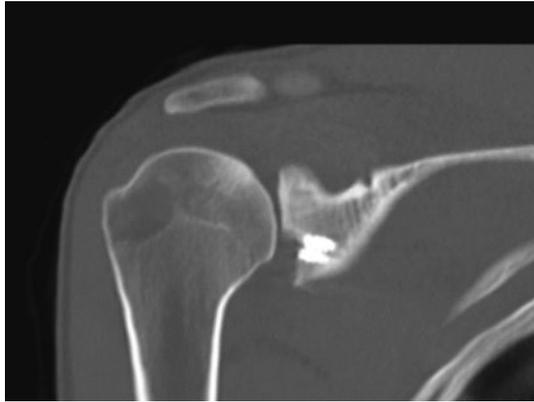


図4 再鏡視10ヵ月後CT冠状面再構成像  
前下方の関節窩骨欠損を認める。



図5 Latarjet術後10ヵ月時単純X線正面像

再鏡視10ヵ月後に Latarjet法で観血的に再建した(図5)。再々手術後10ヵ月現在、バドミントンに練習参加している。可動域は屈曲160°、外旋70°で、UCLAスコアは26点(疼痛8点、機能8点、可動域5点、筋力5点、満足度0点)であり、日常生活に支障はないが高校卒業後の競技継続は断念した。

## 考 察

現在臨床に使用されている、いわゆるストロングスーチャーは、すべてダイニーマ(Dyneema<sup>®</sup>, DSM, オランダ)という超高分子量ポリエチレンを材料とした合成樹脂製の糸である。現在、ダイニーマをコアにポリエステル糸を巻きつけたファイバーワイヤー(アスレックス)、ダイニーマとPDS(ジョンソン・エンド・ジョンソン)を32:68の割合で組み合わせた複合体をポリグラクチン910で被覆したオーソコード(ジョンソン・エンド・ジョンソン)、ダイニーマ単独の編み糸であるウルトラブレイド(スミス・アンド・ネフュー)、Hi-Fiスーチャー(ジンマー)、MaxBraid(バイオメット)などが臨床に使用可能な縫合糸として国内で販売されている。これらのストロングスーチャーはいずれの製品も優れた破断強度を有する反面<sup>1)</sup>、従来の糸にくらべて滑りやすくほどけやすいため<sup>7,8)</sup>、knot-tyingにあたっては基礎となる結節に加えて最低4回以上のhalf-hitchの追加が推奨され<sup>9)</sup>、結果として結節サイズが大きくなってしまいう傾向がある。そのため従来糸を用いる

よりもノットインピンジメント発生の危険性が高いと考えられる。

肩関節鏡視下手術におけるノットインピンジメントは、2006年にRheeらがSLAP修復症例におけるエチボンド糸結節のインピンジメントをはじめて報告したのち<sup>2)</sup>、散見されるようになった<sup>3-6)</sup>。しかしながら、関節鏡視下手術数の増加に伴い多くの症例が潜在的に存在すると思われる。Wüstらは縫合糸結節の軟骨に対する摩耗性について検討し、ストロングスーチャーと代表的な従来糸であるエチボンド糸に差はないと報告している<sup>8)</sup>。しかし、エチボンド糸でインピンジメントが発生した場合には、軟骨損傷が進展する以前に糸が破断する可能性が高いと考えられることから、ノットインピンジメントの危険はストロングスーチャーを使用した場合に大きくなると思われる。近年において問題となりつつあるノットインピンジメントは、ストロングスーチャーの高強度ゆえに生じたマイナス面であると考えられる。

本症例のごとく、亜急性期に関節血腫や軟骨欠損を生じた場合には、アンカーの突出、金属アレルギー(縫合糸アレルギー)、感染、軟骨融解症、アンカー挿入部からの骨折などを考慮する必要がある<sup>10,11)</sup>。アンカーの突出は術中に認められず、アレルギー反応は最終経過観察時にアンカーおよびファイバーワイヤー糸が体内に残置されたまま症状が改善している点から、感染は血液検査と軟骨欠損が局在性である点から否定的と考えられる。また、近年Bankart修復術後の軟骨融解症の報告が散見され、局所麻酔

薬の持続関節内注入が原因として疑われているが<sup>11)</sup>、本例では術後の持続関節内注入を施行していないことに加えて軟骨欠損の局在性より否定的である。また、アンカー挿入部位に限局した骨欠損が発生していることから、アンカー挿入部位からの骨折の可能性も否定できないが、再鏡視時あるいは画像所見(単純X線像、CT像)において骨折線や遊離骨片を認めなかったことに加えて、縫合糸結節の到達範囲に限局した軟骨欠損が観察されたことから可能性は少ないと思われた。

われわれは、本症例における関節窩骨欠損の発生メカニズムを以下のごとくに推察している。すなわち、まずIGHL複合体の再断裂が生じたものと思われる。このときストロングスーチャーの高強度ゆえに縫合糸は断裂することなくIGHL複合体からカットアウトするが、ひき抜けたIGHL複合体の体積分だけの糸のたるみが、縫合糸結節とアンカーアイレット間に生じる。そのために縫合糸結節は異常な可動性をもち、アンカーに係留されたまま関節窩前縁に遺残する。ストロングスーチャーの縫合糸は断裂することなく縫合糸結節が上腕骨頭と関節窩との間に挟み込まれる状態が持続し(インピンジメントの成立)、係留された縫合糸結節の到達範囲で軟骨・骨欠損を生じる。上腕骨関節面は強力な軟骨下骨に裏打ちされた軟骨面に被覆されているが、初回手術時に軟骨面を切除されている関節窩前下方エリアは相対的に強度が劣り、そのために上腕骨関節面に比してはるかに早く骨欠損が発生拡大したものと推察する。再鏡視時の関節内血腫は、軟骨下骨が失われて海綿骨が露出して、さらに強度の落ちた関節窩前下方関節面が削られる過程で生じたものと考えられた。さらには、関節窩前方の骨欠損によって悪化した前方不安定性から骨欠損が拡大し、さらなる不安定性を生じる悪循環が発生したと思われた。

ノットインピンジメント症例では肩の動作に伴って異音を生じる、いわゆる“squeaky” shoulderの状態が報告されているが、本例では聴取しえていなかったことから、本例において想定した縫合糸結節のインピンジメントは、IGHL複合体の再断裂以前には生じていなかった可能性も考えられる。しかしながら、Rheeらの報告でも理学所見上は異常を認めなかったとのことであり、関節異音は必発とはいえない

のかもしれない<sup>2)</sup>。いずれにしろ、詳細な理学所見の把握が必要であったと反省している。

ノットインピンジメントを含めた縫合糸結節に関わる合併症対策として、菊川らは鏡視下Bankart修復術におけるストロングスーチャー糸の過度の使用を戒めている<sup>4)</sup>。また、Abramsは縫合糸結節を関節窩軟骨面からできるだけ遠ざけるために、結節縫合ではなくマットレス縫合を推奨している<sup>12)</sup>。一方Savoieらは、ストロングスーチャー使用例における軟骨損傷は縫合糸切断面のデブリスによって生じるものと考えており、縫合糸切断面に不整が生じないように鋭利なスーチャーカッターを使用すべきと提言している<sup>13)</sup>。本症例の経験をふまえて、われわれは鏡視下Bankart修復術の手術手技に以下の修正を行なっている。すなわち、IGHL複合体の縫合ポイントは4ヵ所以上かつ必要最小限とすること。アンカーは関節面設置(“on the glenoid”)を避け関節窩縁に設置すること。縫合パターンとしては、できるだけマットレス縫合を選択すること。さらに縫合糸結節の大きさを縮小するため、2号糸ではなく1号糸付きのアンカー(JuggerKnotソフトアンカー、バイオメット)を使用することとしている。

## ま と め

関節鏡視下Bankart術後早期に関節窩前下方骨欠損を認めた1例を報告した。その原因として関節内に残存する縫合糸結節の関与を疑った。

## 文 献

- 1) Barber FA et al : sutures and suture anchors --update 2006. *Arthroscopy*, 22 : 1063.e1-9, 2006.
- 2) Rhee YG et al : knot-induced glenoid erosion after arthroscopic fixation for unstable superior labrum anterior-posterior lesion : case report. *J Shoulder Elbow Surg*, 15 : 391-393, 2006.
- 3) 永澤雷太 : 腱板修復後の knot impingement. *肩関節*, 34 : 815-819, 2010.
- 4) 菊川和彦ほか : 鏡視下バンカート修復術後の関

- 節内 knot impingementにより関節症性変化を生じた反復性肩関節脱臼の1例. 第2回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会学術集会, e-poster, 2010.
- 5) Yamakado K et al : Medial-row failure after arthroscopic double-row rotator cuff repair. *Arthroscopy*, 26 : 430-435, 2010.
  - 6) Hotta T et al : Osteolysis of the inferior surface of the acromion caused by knots of the suture thread after rotator cuff repair surgery : knot impingement after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg*, 19 : e17-23, 2010.
  - 7) Abbi G et al : evaluation of 5 knots and 2 suture materials for arthroscopic rotator cuff repair : very strong sutures can still slip. *Arthroscopy*, 22 : 38-43, 2006.
  - 8) Wüst DM et al : mechanical and handling properties of braided polyblend polyethylene sutures in comparison to braided polyester and monofilament polydioxanone sutures. *Arthroscopy*, 22 : 1146-1153, 2006.
  - 9) Barber FA et al : cyclic load and failure behavior of arthroscopic knots and high strength sutures. *Arthroscopy*, 25 : 192-199, 2009.
  - 10) Kang RW et al : complications associated with anterior shoulder instability repair. *Arthroscopy*, 25 : 909-920, 2009.
  - 11) Solomon DJ et al : glenohumeral chondrolysis after arthroscopy : a systematic review of potential contributors and causal pathways. *Arthroscopy*, 25 : 1329-1342, 2009.
  - 12) Abrams J : avoiding and managing complications in shoulder labral repair. In : Meislin R and Halbrecht J, eds. *Complications in knee and shoulder surgery*. Springer, London : 175-187, 2009.
  - 13) Savoie F et al : complications of arthroscopic shoulder surgery. In : Galatz L, ed. *Orthopaedic Knowledge Update Shoulder & Elbow 3*. AAOS, Illinois : 345-350, 2008.

# 臨床応用を目的とした投球動作解析システムの開発

## Development and Clinical Use of the GUI-based Kinematics and Kinetics Analysis System for the Throwing

田中 洋<sup>1)</sup> Hiroshi Tanaka      二宮 裕樹<sup>1)</sup> Hiroki Ninomiya  
 駒井 正彦<sup>1)</sup> Masahiko Komai      信原 克哉<sup>1)</sup> Katsuya Nobuhara  
 林 豊彦<sup>2)</sup> Toyohiko Hayashi

### ● Key words

Motion capture system : Throwing injury : Kinematics and kinetics analysis system

### ● 要旨

投球障害に取り組むうえでは、投球動作を運動学・動力学的観点から理解することが必要である。そこで、運動学・動力学的解析が可能な投球動作解析システムを開発した。さまざまな競技レベルの野球投手287名を対象とし、モーションキャプチャ・システムを用いて、投球動作を計測した。本システムを用いた結果、ボール・リリースにおいて、肩関節に加わる前後方向の関節間力と水平内外転角度、上下方向の関節間力と内外転角度に相関を認めた ( $r = -0.79$ ,  $r = 0.73$ )。そして、肩関節に加わる前後・上下方向の関節間力が最小となる肩関節角度は、水平内転 $4.49^\circ$ 、内転 $0.01^\circ$ であった。投球動作を定量的に評価可能な本システムは、投球障害の早期発見や予防に有用である。

### はじめに

投球動作は、わずか2秒ほどで、その動作を完了させる高速で緻密な全身運動である(図1)。そのなかで、肩関節には下肢・体幹から生じた力の伝達や変換器としての役割など、多様な機能が瞬時に求められる。

野球投手に最も発生しやすい障害は投球障害肩という概念で総括されている<sup>1-3)</sup>。それは、肩関節自体

の機能不全によって、もしくはそれ以外の機能不全の影響により最終的に肩関節の器質的变化を引き起こす病態、あるいはその逆の経過をとる病態と考えられるが、同定した障害部位がその原因なのか結果なのかについては不明なことが多い。

投球障害肩を考えると、投球動作を運動学的・動力学的に理解することが必要不可欠である。そして、それを定量化し障害との関連を探ることは、投球障害予防の観点から重要な意義をもつ。

近年、モーションキャプチャ・システムの登場に

田中 洋  
〒679-4017 たつの市揖西町土師720  
信原病院・バイオメカニクス研究所  
TEL 0791-66-0981/FAX 0791-66-2687  
E-mail n720@silver.ocn.ne.jp

1) 信原病院・バイオメカニクス研究所  
Nobuhara Hospital and Institute of Biomechanics  
2) 新潟大学工学部福祉人間工学科  
Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University

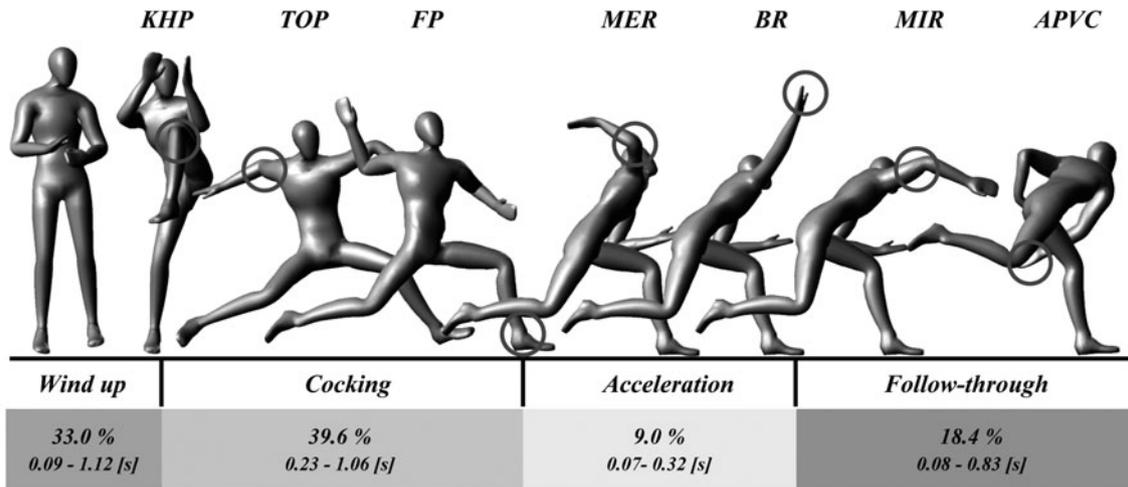


図1 投球動作の所要時間と相分類  
 さまざまな競技レベルの投手287名のセットポジションからの投球における所要時間 $1.5 \pm 0.27$ 秒。

より、ヒトの高速な動きをより詳細に計測・解析することが可能となった。しかし、市販の汎用性が高い解析ソフトウェアでは、複雑な投球動作を詳細に評価することは困難である。また、臨床での利用を想定した場合、膨大なデータの管理や解析工程をある程度自動化することが望ましい。そこで、本研究の目的は、臨床応用をめざした投球動作解析システムの開発とそれを用いた投球動作の運動学・動力学解析とした。

## 方 法

### 1. 投球動作解析システムの概要

投球動作解析システムのコンセプトは4つである。

①データベース機能を利用したデータ管理、②運動学・動力学解析、③解析結果の可視化、④簡易操作。これらを実現するために、①データ管理サブシステム、②解析サブシステム、③表示サブシステム、④エクスポートサブシステムから構成し、Graphical User Interface (GUI) を基礎として設計した(図2a)。開発言語には、Matlab R2010a (Mathworks, USA) を用いた。

データ管理サブシステムでは、データベース機能を利用して、解析対象の個人データ(年齢、身長、体重、競技レベル、球速、病名、整形外科的テスト、ROMT, MMT, CT・MR画像)の登録と検索を行

なう。一度登録したデータはデータベースに格納され、任意に呼び出すことが可能である。また、登録後のデータ検索では、検索条件を設定することで、必要なデータのみを参照することが可能である。

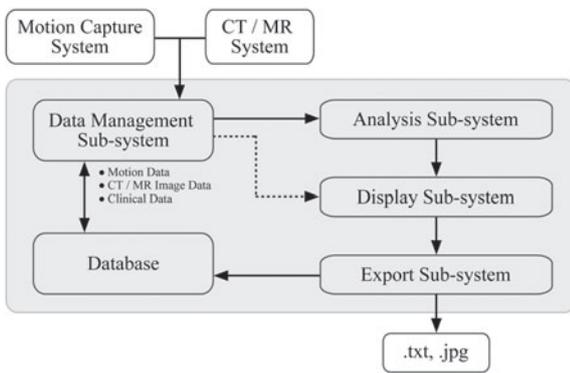
解析サブシステムでは、身体を16個の剛体リンクでモデル化し、肩関節は胸部と上腕骨から成るボール&ソケット・ジョイントと仮定した。運動学・動力学解析項目として、関節角度、関節角速度、関節間力、関節モーメント、力学的エネルギーなどが算出可能である。解析結果は、データベースに格納され、任意に呼び出すことができる。

表示サブシステムは、3次元アニメーション表示ウィンドウ、解析結果表示ウィンドウ、コントロールウィンドウから構成される(図2b)。3次元アニメーション表示ウィンドウでは、測定データから再現した3次元モデル表示が可能である。また、手・肘・肩関節に加わる関節間力と関節モーメントを表示モデル上に重ねて表示することもできる。解析結果表示ウィンドウでは、運動学・動力学解析結果をグラフ表示できる。コントロールウィンドウでは、3次元アニメーション表示ウィンドウに表示されたモデルを経時的に進行・後退することができる。また、表示モデルと解析結果の関係をわかりやすくするため、それらを同時・同期表示させている。また、複数対象の同時表示も可能であり、その数に限りはない。

エクスポートサブシステムでは、解析サブシステムで算出した解析結果をテキスト形式で出力することができる。また、表示モデルや解析結果のグラフを画像として出力することができる。

## 2. 投球動作計測システム

計測には光学式モーションキャプチャ・システム(MCU-500+, Qualisys, Sweden)を用いた。屋内に公式サイズの投球マウンドと本塁を再現し、その距離は18.44mとした(図3)。



a. 投球動作解析システムの構造

36箇所の解剖学的骨特徴点を触診により検出し、球形の赤外線反射マーカを貼付した(図4a)。上半身は裸とし、それらを直接皮膚上に貼付した。そして、投球マウンドを取り囲むように設置した7台のカメラによって、それらの位置を計測した。サンプリングレートは500Hzとし、球速の計測には超音波速度計(Speed MAX II, ミズノ, 日本)を用いた。

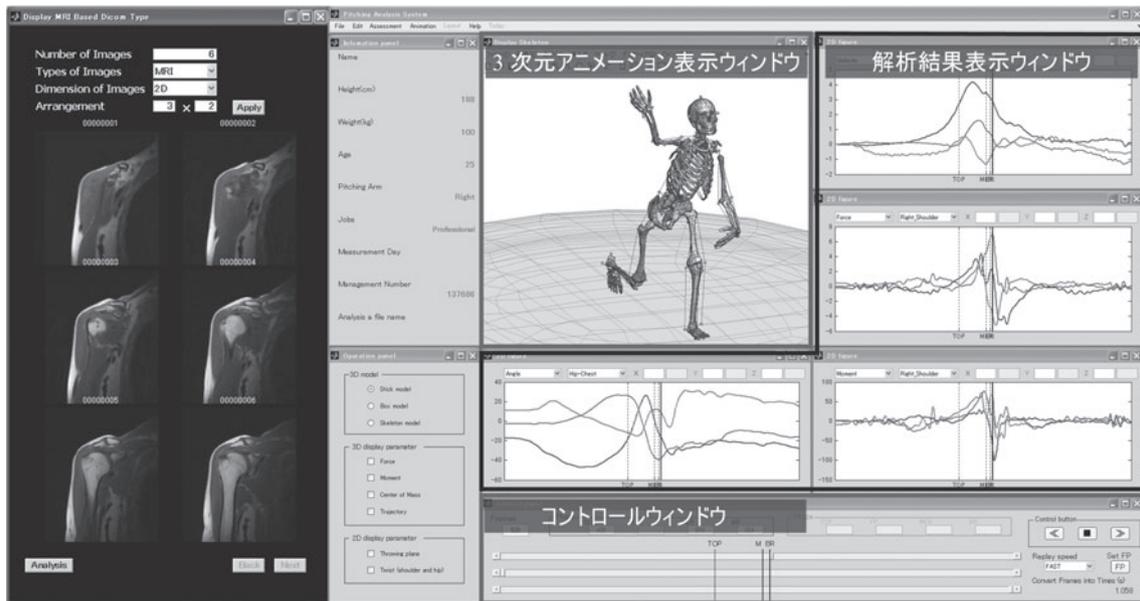
## 3. 座標系の設定

関節角度、関節間力、関節モーメントを算出するため、以下の5つの座標系を設定した。①カメラ座標系 $\Sigma_W$ 、②手部座標系 $\Sigma_H$ 、③前腕座標系 $\Sigma_F$ 、④上腕座標系 $\Sigma_U$ 、⑤胸部座標系 $\Sigma_T$ (図3, 4b)。

肩関節角度は、 $\Sigma_T$ に対する $\Sigma_U$ の回転をZY'X"の順でオイラー角に変換した。本研究の内外転 $0^\circ$ 、内外旋 $0^\circ$ はそれぞれ、整形外科的標準尺度である外転 $90^\circ$ 、外旋 $90^\circ$ での内外旋中間位にあたる。

## 4. 投球動作の相分類

投球動作は、7つの特徴時点を含む4相に分類することができる(図1)。① Wind up : 動作開始から非投球側の膝関節の位置が最高位(KHP)。② Cocking : KHPから非投球側足底の接地(FP)。③ Acceleration :

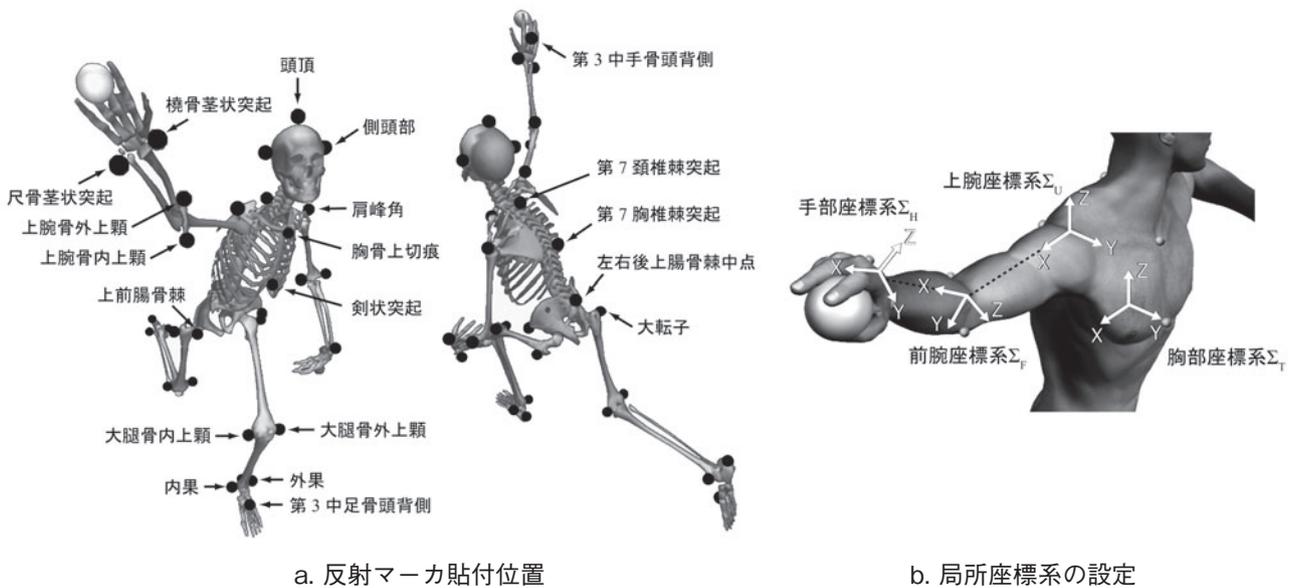


b. 投球動作解析システムの概観

図2 GUIを基礎とした投球動作解析システムの概要



図3 投球動作計測システムとカメラ座標系  $\Sigma_w$



a. 反射マーカ貼付位置

b. 局所座標系の設定

図4 反射マーカ貼付位置と局所座標系の設定

FPから投球側肩関節最大外旋位 (MER) を経て、ボール・リリース (BR)。④ Follow-through : BR から投球側肩関節最大内旋位 (MIR) を経て、動作終了の目安となる投球側手部の速度が後方から前方 (投球方向) へ切り替わる時点 (APVC)。

本研究では、肩関節に大きな力 (関節間力) が加わる BR の時点に注目した<sup>4, 5)</sup>。

### 5. 肩関節に加わる関節間力の推定

肩関節にどれくらいの大きさの関節間力が、どの方向へ加わっているのかを推定することは、障害を起こしやすい投げ方であるかどうかを判断するうえで重要となる。また、構造的に脆弱な部位方向への関節間力は障害の原因と考えることができる。そこで、ニュートン・オイラー法を用いて、投球動作中

の肩関節に加わる関節間力を推定した<sup>6,7)</sup>。各セグメントの慣性特性係数は、阿江らのデータに基づいた<sup>8,9)</sup>。ここで、肩関節に加わる関節間力は $\Sigma W$ に関する値であるため、 $\Sigma T$ に関する値に変換した。この関節間力は、筋張力と関節内部にかかる力の合成であり、関節面と軟部組織を含む肩関節全体に加わる力である。

われわれは、BRにおいて肩関節に加わる前後方向の関節間力と水平内外転角度、上下方向と内外転角度にそれぞれ相関がみられることを提示した<sup>7)</sup>。そこで、2つの関係性を示す回帰式から前後・上下方向の関節間力が最小となる肩関節姿勢 [ $R_{z0}$ ,  $R_{y0}$ ] を求める。さらに、それを基準とし、2項3グループに分類する。前後方向の関節間力と水平内転角度： $[A^-, A, A^+]$ 、上下方向の関節間力と内外転角度： $[B^-, B, B^+]$ である。分類基準として、臨床での関節可動域の評価値が $5^\circ$ 刻みであることから、 $[A^- < R_{z0} - 5, R_{z0} - 5 \leq A \leq R_{z0} + 5, R_{z0} + 5 < A^+]$ 、 $[B^- < R_{y0} - 5, R_{y0} - 5 \leq B \leq R_{y0} + 5, R_{y0} + 5 < B^+]$ とした。そして、これらを組み合わせることで、9グループを作成した。 $[A^-B^-, A^-B, A^-B^+, AB^-, AB, AB^+, A^+B^-, A^+B, A^+B^+]$ である。ただし、推定した肩関節に加わる関節間力は体重で規格化した。

グループ間の差の検定には、分散分析を用いた。また、グループ間の有意差の検討には、多重比較テストを行なった。これらの統計処理には、SPSS 15.0 (SPSS Japan Inc, Japan) を用いた。

## 6. 実験

本研究の趣旨や目的、撮影方法についての説明を行ない、それに対して賛同を得られたさまざまな競技レベルの野球投手287名を対象とした。その内訳は、小学生38名、中学生73名、高校生89名、大学生28名、社会人41名、プロ18名であった。平均年齢は $17.4 \pm 5.42$ 歳(8~38歳)、平均身長は $170.2 \pm 12.10$ cm、平均体重は $62.8 \pm 14.12$ kgであった。一般的に投球フォームは4つに分類される。①オーバーハンド、②スリークォーター、③サイドアーム、④アンダーアームである。撮影した被験者の投球フォームは、これらすべてが混在していた。被験者は、測定前に十分なウォーミングアップを行ない、セットポジションからの投球動作を3回以上計測した。

球種はストレートとし、球速の最も速い1例を解析対象とした。

## 結 果

BRにおいて、肩関節に加わる前後方向の関節間力と水平内外転角度、上下方向の関節間力と内外転角度に相関が認められた( $r = -0.79$ ,  $r = 0.73$ )。回帰式から得られた関節間力が最小となる肩関節の姿勢  $R_{z0}$  と  $R_{y0}$  は、水平内転 $4.49^\circ$ 、内転 $0.0091^\circ$ であった(図5a, 6a)。そして、基準となるAの前後方向の関節間力が $-0.3 \pm 1.20$  [N/kg]であるのに対し $A^-$ 、 $A^+$ は $2.1 \pm 1.44$  [N/kg]、 $-1.8 \pm 1.46$  [N/kg]を示し、それぞれ6.32倍、5.32倍増加した(図5b)。また、基準となるBの上下方向の関節間力が $0.3 \pm 1.30$  [N/kg]であるのに対して $B^-$ 、 $B^+$ は $-1.5 \pm 1.09$  [N/kg]、 $1.3 \pm 1.28$  [N/kg]を示し、それぞれ5.69倍、5.04倍増加した(図6b)。作成した9グループの中で、前後・上下方向の関節間力の合力が最小となるABに対して、統計学的有意差がみられたグループは、 $A^-B$ 、 $A^-B^-$ 、 $A^-B^+$ 、 $A^+B^-$ であった( $p < 0.01$ )。そのなかでも、 $A^-B^-$ 、 $A^-B^+$ はABの1.8倍以上の増加を示した(図7)。

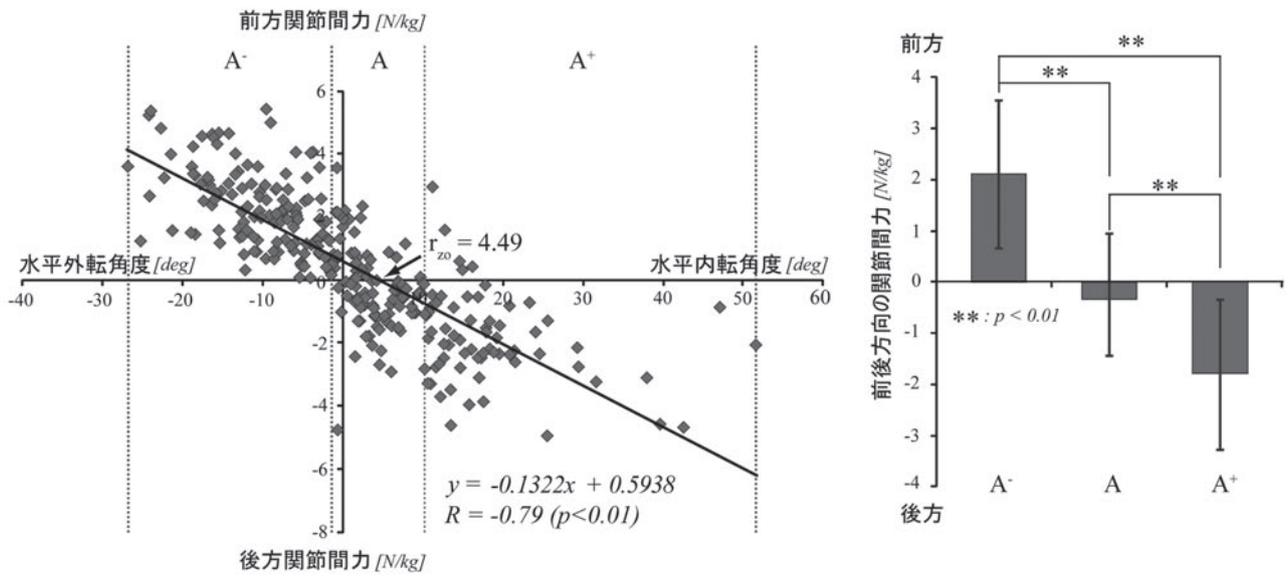
## 考 察

### 1. 投球動作解析システム

開発した投球動作解析システムは、データベース機能を用いることで、任意にデータの呼び出しが可能である。そして、解析区間や運動学・動力学解析項目を自動的に算出することができるため、解析作業時間短縮につながる。最後に、疾患・障害別にデータ管理が可能であるため、投球動作と臨床パラメータとを関連付けた解析が可能である。これらは対話型簡易操作により、データ登録時以外はすべてマウスでの操作となる。以上から、本システムは臨床現場での利用が可能であり、投球障害の診査やリハビリテーションへの応用も期待できる。

### 2. 肩関節に加わる関節間力と投球障害

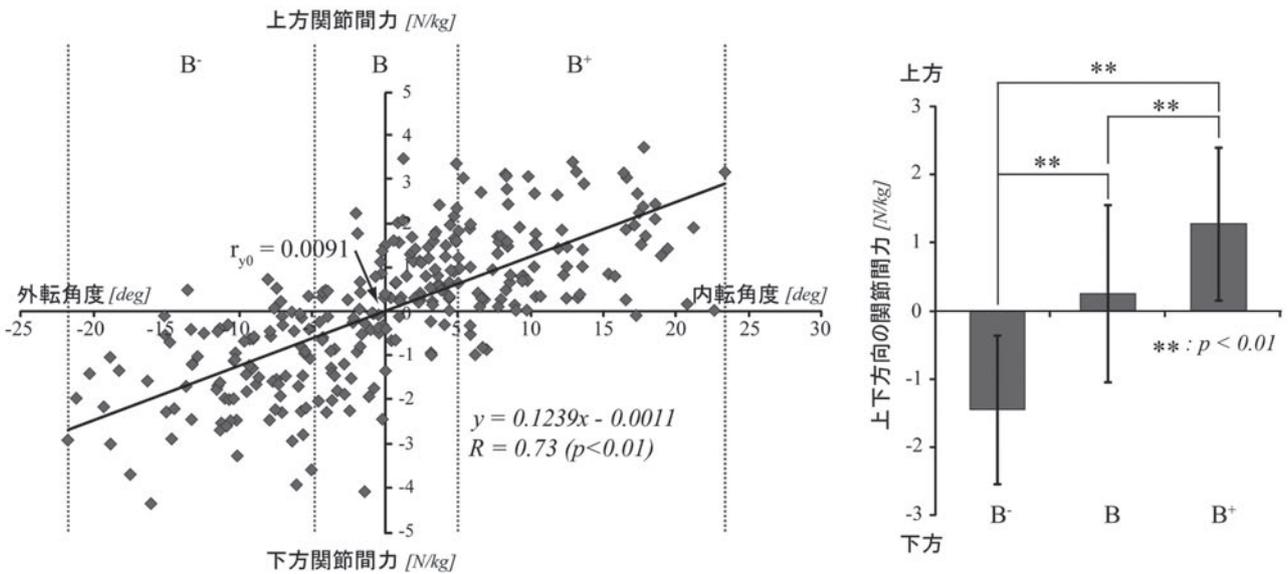
臨床的に重要とされる臼蓋の前方から前下方では、構造的に骨性の不安定性が大きいことが報告されて



a. 前後方向の関節間力と水平内外転角度の関係とグループ分類

b. グループ間における前後方向の関節間力の平均と標準偏差

図5 肩関節における前後方向の関節間力と水平内外転角度



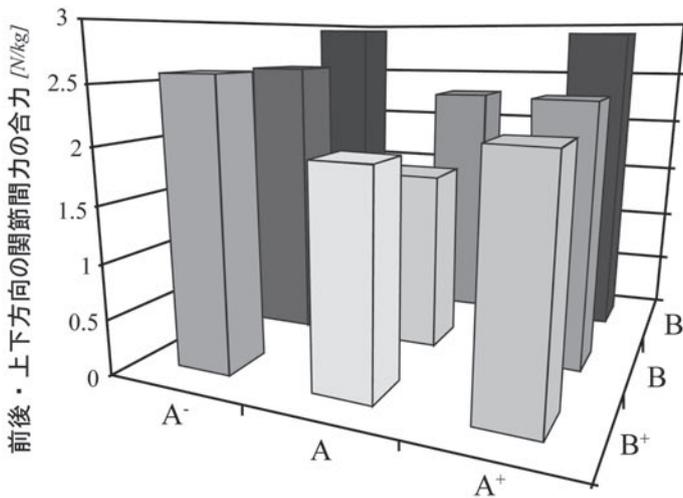
a. 上下方向の関節間力と内外転角度の関係とグループ分類

b. グループ間における上下方向の関節間力の平均と標準偏差

図6 肩関節における上下方向の関節間力と内外転角度

いる<sup>10)</sup>。また、肩関節の安定性を考えると、骨性支持や求心位を得るため、上腕骨骨頭は白蓋へ押し付けられる必要がある<sup>1)</sup>。このような方向の力が内側

方向の関節間力であり、前後・上下方向の関節間力は肩関節の安定性を阻害する因子であると考えられる。



外転 ↑	A <sup>-</sup> B <sup>-</sup> 2.9±1.56 (36)	AB <sup>-</sup> 2.3±1.09 (26)	A <sup>+</sup> B <sup>-</sup> 2.9±1.32 (23)
	A <sup>-</sup> B 2.6±1.10 (52)	AB 1.6±0.77 (32)	A <sup>+</sup> B 2.4±0.98 (30)
	A <sup>-</sup> B <sup>+</sup> 2.6±1.32 (49)	AB <sup>+</sup> 2.0±0.99 (21)	A <sup>+</sup> B <sup>+</sup> 2.2±1.23 (18)
内転 ↓	← 水平外転		→ 水平内転

a. 各グループにおける前後・上下方向の関節間力の合力

b. 各グループにおける前後・上下方向の関節間力の合力の平均と標準偏差。( )内は該当人数

図7 グループ間における肩関節の前後・上下方向の関節間力の合力

前後・上下方向の関節間力の合力が最小となる AB に対して、統計学的有意差がみられたグループの3/4は水平外転位であった。信原は、acceleration 相において、水平外転位であれば、肩関節前方に伸張ストレスが加わると述べている。また、Acceleration 相内の MER における水平外転位と投球障害との関連性を指摘する報告は多く<sup>11-13)</sup>、BR においても、過度な水平外転位は前方への関節間力を増大させるため、避けるべき姿勢であると考えられる。また、A<sup>-</sup>B<sup>-</sup>、A<sup>-</sup>B<sup>+</sup>は AB に対して、1.8 倍以上の関節間力の増大を示したことより、この姿勢はとくに避けるべき肩関節姿勢であるといえる。

BR において、関節間力が平均的に最小となる肩関節姿勢は、水平内転 4.49°、内転 0.0091°であった。この基準から逸脱する過度な水平内外転位・内外転位は、肩関節の安定性を阻害する前後・上下方向の関節間力の合力が 1.8 倍近く増加することから、障害を起こしやすい投げ方であると考えられる。

本システムを用いることで、投球動作を主観的に理解することができるとともに、定量的に評価できるため、投球障害の診査、発生メカニズムの解明や障害予防を検討するうえで、有効な支援ツールであると考えられる。

### 3. 本研究の限界

本研究の限界として次の2つがあげられる。①反射マーカ偏位：動作に伴い皮膚上に固定した反射マーカが偏位するため、骨特徴点の挙動の反映に誤差が生じる<sup>14)</sup>。②触診誤差：反射マーカを貼付するにあたり、骨特徴点の抽出は検者間で誤差が生じる。

### ま と め

GUIをもととした投球動作解析システムを開発し、それを用いて肩関節に加わる関節間力を推定した。

### 文 献

- 1) 信原克哉：肩—その臨床と機能—。第3版，医学書院，東京：48-88，372-424，2001。
- 2) 佐志隆士：肩関節のMRI 読影ポイントの全て。第2版，メジカルビュー社，東京：160-181，2011。
- 3) 伊藤博一ほか：年代別肩・肘有痛部位と真下投げVAS評価の詳細。日臨スポーツ医会誌，17：362-371，2009。
- 4) Werner SL et al：Relationship between throwing mechanics and shoulder distraction

- in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 29 : 354-385, 2001.
- 5) Fleisig GS et al : Kinematics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Spots Med*, 23 : 233-239, 1995.
  - 6) 江原義弘ほか：投球時における肩の負荷の力学的分析. *バイオメカニズム*, 14 : 39-48, 1998.
  - 7) 中村真里ほか：投球フォームとボール・リリース時の肩関節負荷. *バイオメカニズム*, 17 : 123-131, 2004.
  - 8) 阿江通良ほか：日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. *バイオメカニズム*, 11 : 23-33, 1992.
  - 9) 広瀬茂男：ロボット工学. 第14版, 裳華堂, 東京 : 56-74, 2001.
  - 10) 阿部秀一ほか：Stability ratioと関節窩の深さとの関係. *肩関節*, 31 : 233-235, 2007.
  - 11) Davidson PA et al : Rotator cuff and posterior-superior glenoid labrum injury associated with increased glenohumeral motion : A new site of impingement. *J Shoulder Elbow Surg*, 4 : 384-390, 1995.
  - 12) Tyler TF et al : Correction of posterior shoulder tightness is associated with symptom resolution in patients with internal impingement. *Am J Sports Med*, 38 : 114-119, 2010.
  - 13) 三幡輝久ほか：Internal impingementに対する水平外転と外旋の影響—屍体肩を用いた研究一. *肩関節*, 32 : 433-436, 2007.
  - 14) 中村康雄ほか：体表マーカの偏位と肩甲骨運動のin-vivo計測. *バイオメカニズム*, 17 : 111-121, 2004.

# 重量級柔道選手の膝関節可動域の検討 —前十字靭帯再建術との関係に着目して—

## Range of Motion of Knee Joints in Heavy Weight Judo Athletes, Recognizing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

植原 丈尋<sup>1)</sup> Takehiro Uehara      宮崎 誠司<sup>2)</sup> Seiji Miyazaki  
三谷 玄弥<sup>3)</sup> Genya Mitani      高垣 智紀<sup>1)</sup> Tomonori Takagaki  
中村 豊<sup>4)</sup> Yutaka Nakamura      持田 譲治<sup>1)</sup> Joji Mochida

### ● Key words

重量級選手, 前十字靭帯再建術, 大腿骨孔

Heavy weight athlete : Anterior cruciate ligament reconstruction : Femoral tunnel

### ● 要旨

重量級柔道選手と中・軽量級柔道選手の膝関節屈曲角度を測定し, 比較検討した. 男子100kg以上の柔道選手をA群, それ以外の選手をB群とした. A群, B群に対して仰臥位自動, 他動屈曲角度を測定し比較した. 仰臥位自動屈曲角度, 他動屈曲角度は有意にA群が小さかった. 屈曲角度130°以下の症例は仰臥位自動屈曲でA群91.3%, B群4.5%, 仰臥位他動屈曲でA群60.9%, B群0%であった. 前十字靭帯再建術の大腿骨骨孔作製の際に重量級選手は深屈曲位をとれず大腿骨外顆の後方穿破や腓骨神経損傷などを引き起こすこともある. 術中合併症を回避するためにも他動屈曲角度130°以下の選手にはOutside-in法も念頭に入れ手術に臨むことが望ましいと考えた.

### はじめに

近年, 前十字靭帯(以下, ACL)の解剖学的二重束再建術が主流となっている. 大腿骨側の骨孔を作製

する際, Trans-portal法(以下, TP法)では膝関節深屈曲位をとる必要があり, 意図した位置や方向に骨孔を作製できず手術に支障をきたすこともある. とくに, 重量級選手は大腿や下腿周径が大きく深屈曲位をとることが難しい. そこで今回重量級柔道選手

植原丈尋  
〒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/FAX 0463-96-4404  
E-mail nrr17036@nifty.com

- 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) 東海大学体育学部競技スポーツ学科  
Tokai University School of Physical Education Department of Competitive Sports
- 3) 東海大学大磯病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Tokai University Oiso Hospital
- 4) 東海大学体育学部生涯スポーツ学科  
Department of Physical Recreation, School of Physical Education, Tokai University

の膝関節可動域を測定し、ACL大腿骨骨孔作製手技について検討したので報告する。

### 対象と方法

男子柔道選手45例を対象とした。重量級(100kg以上)の選手をA群、中・軽量級選手をB群とした。A群は23例(平均年齢 $20.6 \pm 2.1$ 歳, 平均体重 $115.8 \pm 13.0$ kg), B群は22例(平均年齢 $20.2 \pm 2.2$ 歳, 平均体重 $82.4 \pm 8.1$ kg)であった。

検討項目は身長, 大腿周径(膝上15cm), 膝周径, 下腿周径(膝下15cm), 仰臥位自動屈曲角度, 仰臥位他動屈曲角度を測定し比較した。測定方法では被験者を仰臥位として, 大腿骨を基本軸とし, 腓骨(腓骨頭と外果を結ぶ線)を移動軸として外側から角度計をあて計測した。測定は3人の医師が行ないその平均値を記録した。両群とも右下肢を測定した。統計学的評価にはt検定を用い有意水準は5%未満とした。

### 結果

身長はA群平均 $182.0 \pm 5.8$ cm, B群平均 $174.6 \pm 4.3$ cm, 大腿周径はA群平均 $59.8 \pm 5.7$ cm, B群平均 $52.2 \pm 4.8$ cm, 膝周径はA群平均 $42.0 \pm 2.3$ cm, B群平均 $37.5 \pm 3.1$ cm, 下腿周径はA群平均 $45.6 \pm 4.8$ cm, B群平均 $39.8 \pm 2.8$ cmでありいずれもA群

が有意に大きかった。仰臥位自動屈曲角度はA群平均 $122.6 \pm 5.9^\circ$ , B群平均 $135.6 \pm 3.0^\circ$ (図1, 2), 仰臥位他動屈曲角度はA群平均 $131.1 \pm 5.1^\circ$ , B群平均 $143.6 \pm 3.7^\circ$ でいずれも有意にA群の屈曲角度が小さかった(図3, 4)。屈曲角度 $130^\circ$ 以下の症例は仰臥位自動屈曲でA群91.3%, B群4.5%, 仰臥位他動屈曲でA群60.9%, B群0%であった。

### 考 察

ACLの解剖学的二重束再建術において大腿骨孔を作製する際, TP法は広く行なわれている手技である。また大腿骨孔の位置はresident's ridgeを確認しその後方へ作製することが一般的となっている。TP法にて行なう際は, 膝関節深屈曲位をとる必要があり, 深屈曲位をとれないと大腿骨外顆の後方穿破や腓骨神経損傷などの合併症の可能性がある。また膝関節深屈曲に伴うHoffa脂肪体の圧迫や灌流圧の低下による視野不良を生じたり, ポータル周囲組織が緊張して手術器具を出し入れしにくいなどの問題もある。

過去の報告によれば, Georgesらは8体の屍体膝を用いて前内側束(以下, AMB)の骨孔を作製した結果, 後方穿破がなく, またgraftに負荷がかかりにくい最適な角度は $130^\circ$ であったと報告している<sup>1)</sup>。Zantopらは60個の骨モデルを用いて後外側束(以下, PLB)の骨孔を作製した結果,  $70^\circ$ では100%,  $90^\circ$

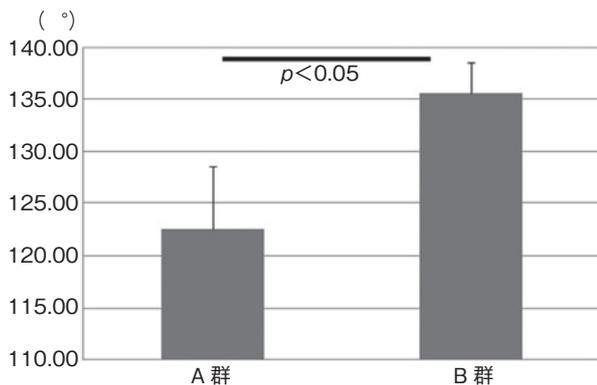


図1 仰臥位自動屈曲角度  
A群の屈曲角度が有意に小さかった。

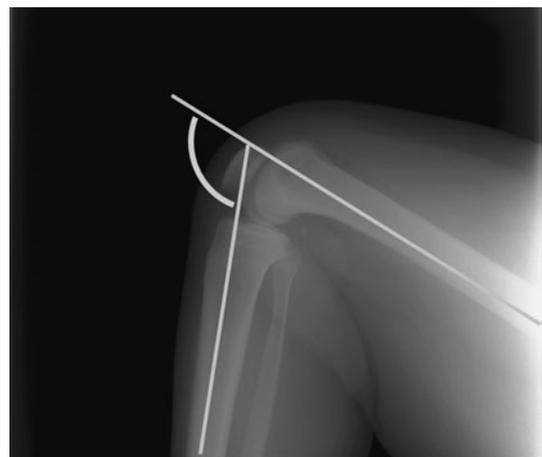


図2 仰臥位自動屈曲

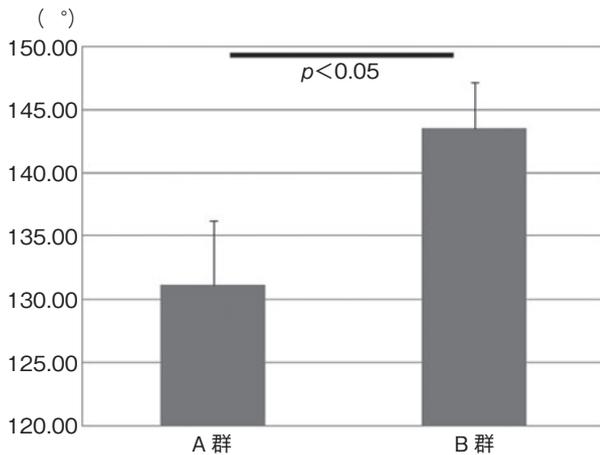


図3 仰臥位他動屈曲角度  
A群の屈曲角度が有意に小さかった。

では60%，110°では0%の後方穿破であったことから，PLBの場合110°以上での屈曲角度を推奨している<sup>2)</sup>。中村らは5体の屍体膝を用いてPLBの骨孔を作製した結果，70°，90°では100%，110°では20%の後方穿破であったことから，PLBの場合，120°以上が安全域であると報告している<sup>3)</sup>。Enricoらは24体の屍体膝を用いてPLBの骨孔を作製した結果，120°の屈曲角度において後方穿破がなかったと報告している<sup>4)</sup>。当領域の屍体膝6膝での測定結果はAMB平均129.3±1.8°，PLB平均111±2.1°であったことから諸家の報告結果と概ね一致していた。以上よりTP法にて大腿骨孔を作製するにはAMBは130°以上，PLBは120°以上の屈曲角度が必要と考えられた。

重量級選手は肥満者とは体組成が異なり，大腿周径や下腿周径が大きく，膝関節深屈曲が困難である。わが国においては重量級選手の中でも柔道選手の割合が圧倒的に多い。そこで今回，男子柔道選手の膝関節屈曲角度について検討した。屈曲角度130°以下の症例は，仰臥位自動屈曲でA群91.3%，B群4.5%，仰臥位他動屈曲でA群60.9%，B群0%であった。仰臥位他動屈曲においてB群では全例130°以上の屈曲が可能であったが，A群では約60%が130°屈曲不可能であった。前述した屍体膝での測定結果から考えると，重量級選手に対してのTP法の適応には限界があると考えられる。Jamesらによれば重量級選手や肥満者の場合軟部組織が厚く，深屈曲位では

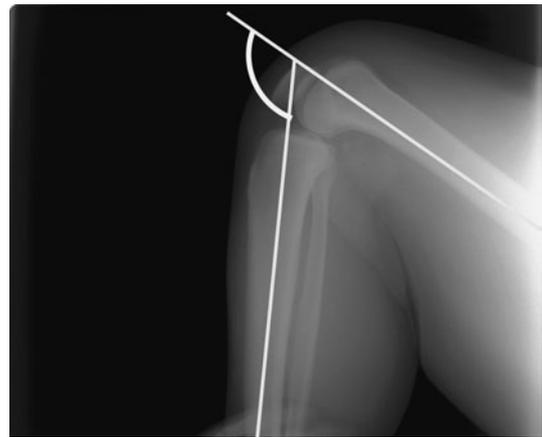


図4 仰臥位他動屈曲

portalが狭くなり関節鏡の自由度が悪くなるのでTP法を行なうべきではないとしている<sup>5)</sup>。大腿骨孔作製の際に膝関節深屈曲を要しない術式としてTrans-tibial法(以下，TT法)，Outside-in法があげられる。

TT法にて解剖学的な位置へ正確に大腿骨孔を作製するには，脛骨骨孔をかなり浅めに作製する必要がある。武田らによればTT法で大腿骨孔を作製した症例の骨孔位置を3D-CTで検討した結果，通常の骨孔位置より前方高位であったことから解剖学的再建術を行なうにはTT法以外の作製方法が望ましいと報告している<sup>6)</sup>。RaffaeleらはTP法，TT法では関節鏡の視界が悪くなり，かつ後十字靭帯とのインピンジメントが発生しやすいことからOutside-in法での骨孔作製を推奨している<sup>7)</sup>。PaoloらはOutside-in法はTP法，TT法と比較し，関節鏡の視界が良く，大腿骨孔の関節内開口部がnotchに対して垂直に作製できるため，再建靭帯にかかるストレスが少ないとしている<sup>8)</sup>。またOutside-in法では大腿骨外顆の外側より関節内への骨孔作製が可能となるため手術中の屈曲角度に左右されず，後方穿破の心配がない。A群の約60%が仰臥位他動屈曲130°以下であったという測定結果を加味すれば，重量級選手，および仰臥位他動屈曲130°以下の選手に対してACLの解剖学的二重束再建術を行なう際はOutside-in法も念頭に入れ手術に臨むことが望ましいと考えた。

## 結 語

男子重量級柔道選手と中・軽量級柔道選手の膝関節可動域を測定し比較した。重量級選手の約60%が仰臥位他動屈曲130°以下であった。重量級選手に対してのACLの解剖学的二重束再建術では大腿骨孔作製時TP法が困難なことがあり、Outside-in法も念頭に入れ手術に臨むことが望ましいと考えた。

## 文 献

- 1) Georges B et al : Influence of knee flexion angle on femoral tunnel characteristics when drilled through the anteromedial portal during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 24 : 459-464, 2008.
- 2) Zantop T et al : Potential risk of cartilage damage in double bundle ACL reconstruction : impact of knee flexion angle and portal location on the femoral PL bundle tunnel. *Arch Orthop Trauma Surg*, 128 : 509-513, 2008.
- 3) Nakamura M et al : Potential risk of tunnel drilling through the far anteromedial portal : a cadaveric study. *Arthroscopy*, 25 : 481-487, 2009.
- 4) Enrico N et al : Double bundle anterior cruciate ligament reconstruction : a cadaveric study on the posterolateral tunnel position and safety of the lateral structures. *Arthroscopy*, 24 : 436-440, 2008.
- 5) James H : Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket : pitfalls and solutions. *Arthroscopy*, 25 : 95-101, 2009.
- 6) 武田芳嗣ほか : 二重束 ACL再建術の大腿骨孔に関する無作為前向き研究—経脛骨法と経ポータル法の比較—。 *JOSKAS*, 35 : 68-69, 2010.
- 7) Raffaele G et al : Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction : the two-incision technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14 : 510-516, 2006.
- 8) Paolo A et al : Double bundle anterior cruciate ligament reconstruction : surgical technique. Elsevier Inc., 10 : 111-115, 2005.

# スポーツ選手に発生した膝蓋骨疲労骨折 11 膝の治療成績 ～発生因子に関する検討～

## Eleven Cases of Patellar Stress Fracture in Athletes : Influence of the Patella Height

虎谷 達洋 <sup>1)</sup>	Tatsuhiko Toratani	中瀬 順介 <sup>1)</sup>	Junsuke Nakase
小坂 正裕 <sup>1)</sup>	Masahiro Kosaka	北岡 克彦 <sup>2)</sup>	Katsuhiko Kitaoka
竹内 尚人 <sup>2)</sup>	Naoto Takeuchi	土屋 弘行 <sup>1)</sup>	Hiroyuki Tsuchiya

### ● Key words

膝蓋骨, 疲労骨折, 膝蓋骨高位

### ● 要旨

スポーツ選手に発生した膝蓋骨疲労骨折の10例11膝を経験し, その治療成績と発生因子に関して考察したので報告する. 2膝に保存的治療を, 9膝に手術的治療を行ない, 全例受傷前の競技に復帰した. 競技復帰までの期間は, 保存的治療群は平均16.0週, 手術的治療群は平均10.3週であった. 骨折部位は, レントゲン側面像において下極から平均 $27.9 \pm 5.7\%$ であった. 修正 Insall-Salvati 比は平均 $1.8 \pm 0.3$ であり, 正常群に比べて有意に膝蓋骨高位傾向を認めた ( $p=0.02$ ). 膝蓋骨高位膝は膝蓋骨疲労骨折の発生に関与している可能性が示唆された.

### はじめに

疲労骨折は慢性の反復外力により発生するため, スポーツ活動による overuse syndrome として多くみられる. そのほとんどが長管骨に発生しており, 種子骨である膝蓋骨での発生は比較的まれとされている<sup>1-3)</sup>. 今回, われわれはスポーツ選手に発生した膝蓋骨疲労骨折の10例11膝を経験し, その治療成績と発生因子に関して考察したので, 文献的考察を加えて報告する.

### 方 法

当施設および関連施設で治療した膝蓋骨疲労骨折は両側例を含めて10例11膝であった. 内訳は右6膝, 左5膝で両側例が1例であった. 性別は男性2例, 女性8例と女性に多く, 発症時平均年齢は17.0歳(10~27歳), 競技種目はバスケットボール5例, ハンドボール2例, テニス, バレーボール, 野球が各1例ずつであった. 治療は2膝に保存的治療を, 9膝に手術的治療を行なった. 保存的治療は, 外固定は行な

虎谷達洋  
〒920-8641 金沢市宝町13-1  
金沢大学附属病院整形外科  
TEL 076-265-2374/FAX 076-265-4261

1) 金沢大学大学院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa University Graduate School of  
Medical Science  
2) 光仁会木島病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kijima Hospital

表1 症例の内訳

症例	年齢	性	受傷側	スポーツ種目	治療方法	骨折部位 (%)	競技復帰(週)	mIS比
1	16	女	左	ハンドボール	手術的治療(TBW)	25.58	20	2
2	10	男	左	野球	保存的治療	20	12	1.43
3	15	女	左	バスケットボール	保存的治療	19.23	20	1.98
4	18	女	右	ハンドボール	手術的治療	29.98	12	1.69
5	17	女	右	バスケットボール	手術的治療	24.37	10	1.71
6	27	女	左	バレーボール	手術的治療	25.04	9	1.8
7	18	女	右	バスケットボール	手術的治療	27.17	8	1.38
8※	17	男	右	テニス	手術的治療	35.24	7	2.05
※	17	男	左	テニス	手術的治療	31.32	6	2.13
9	16	女	右	バスケットボール	手術的治療	32.42	13	1.39
10	16	女	右	バスケットボール	手術的治療	36.25	8	2.08
平均	17.0					27.9±5.7	11.4±4.8	1.8±0.3

※両側例

TBW : Tension Band Wiring 法

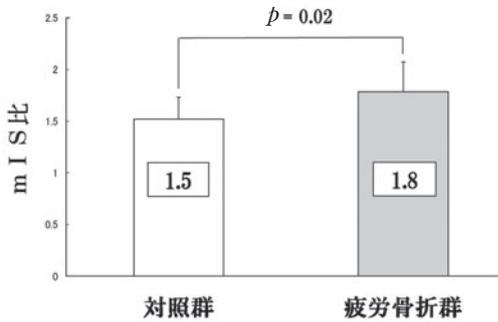


図1 疲労骨折群(I群)と対照群(C群)のmIS比

わず、運動禁止のみを行なった。手術的治療は、初期の1膝に tension band wiring 法を行ない、その他の8膝に Acutrak® screw による骨接合術を施行した。後療法は、術翌日から荷重を開始し、片脚スクワットが可能になってからジョギングを許可し、骨癒合後に競技復帰を許可した。各症例について、骨折部位、手術から競技復帰までの期間、単純 X 線側面像で膝蓋骨高位を評価した。骨折部位については、レントゲン側面像で膝蓋骨長径に対する下極から骨折部までの距離を測定し、百分率で表した。膝蓋骨高位の評価方法は、修正 Insall-Salvati 比(以下 mIS 比)を用いて行ない、膝蓋骨疲労骨折群(I群)と対照群(C群)とで比較検討した。mIS 比は、膝蓋骨関節面

の長さで膝蓋の関節面下端と膝蓋靭帯付着部との距離を除いた値であり、Insall-Salvati 比よりも膝蓋骨の形態による誤差の影響が少ないという特徴がある<sup>4)</sup>。膝蓋大腿関節に臨床上、X 線上異常を認めない平均 19.0 歳(17~22 歳)の男性 4 膝、女性 7 膝を対象群とした。統計学的検討には Student-t 検定を用い、有意水準は 5% 以下とした。

## 結 果

各症例の骨折部位、競技復帰までの期間、mIS 比を表1に示す。骨折部位は、レントゲン側面像において下極から平均 27.9±5.7% であり、全例横骨折で 2 膝に転位を認めた。全例で骨癒合が得られ、競技復帰までの期間は、保存的治療を行なった 2 膝は平均 16.0 週で、手術的治療を行なった 9 膝は平均 10.3 週であった。膝蓋骨高位については、I 群の mIS 比は 1.8±0.3 で、C 群は 1.5±0.2 であり、I 群は C 群に比べて有意に膝蓋骨高位であった ( $p=0.02$ ) (図1)。

## 症 例

17 歳、男性、テニス選手。  
テニスの練習中に右膝関節痛を認めたため当科を

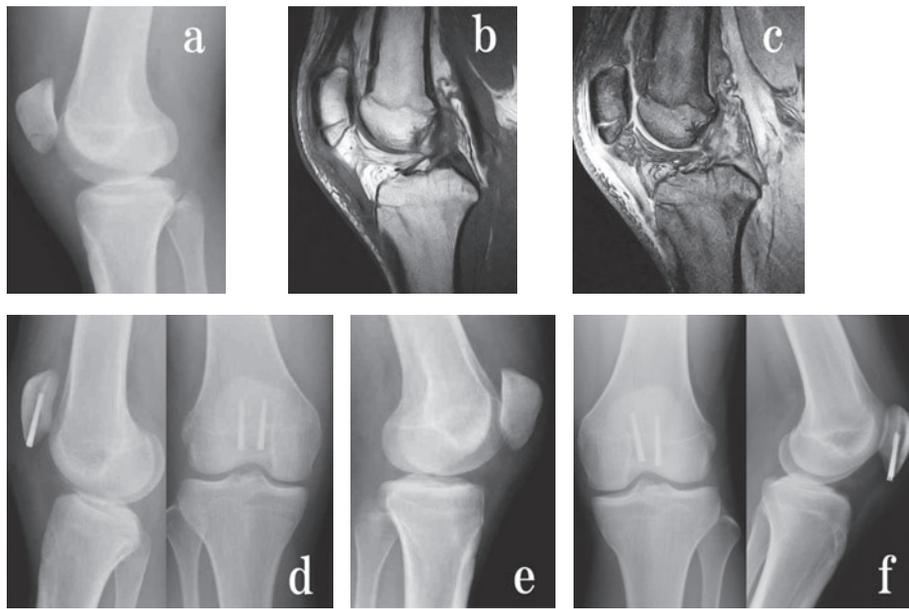


図2

受診した。単純 X 線像では膝蓋骨遠位に骨折線を認め (図2a), MRI では同部位に, T1 強調像で線状の低信号, T2 強調像で高信号認めた (図2b, c)。以上より膝蓋骨疲労骨折と診断した。mIS 比は 2.1, 骨折部位は膝蓋骨下極から 35.2% であった。受傷後 3 日目に Acutrak<sup>®</sup> screw による骨接合術を行ない (図2d), 術後 7 週目で競技に復帰した。しかし競技復帰 2 ヶ月後, テニスの練習中に対側の膝関節痛が出現し当科を受診した。単純 X 線像で膝蓋骨遠位に骨折線を認め (図2e), 膝蓋骨疲労骨折と診断した。mIS 比は 2.1 であり, 骨折部位は膝蓋骨下極から 31.3% であった。受傷後 4 日目に Acutrak<sup>®</sup> screw による骨接合術を行ない (図2f), 術後 6 週で競技に復帰した。

## 考 察

膝蓋骨は人体のなかで最大の種子骨であり, 解剖学的に皮膚直下に位置するため損傷を受けやすく, 日常診療のなかで骨折はよくみられるものである。しかし, それに反してスポーツにおける膝蓋骨の疲労骨折の発生頻度は非常に低く, 1960 年に Devas らが報告<sup>5)</sup>をして以来, 症例報告は散見されるがまとまった報告はわずかである<sup>6-9)</sup>。スポーツ障害としての膝蓋骨疲労骨折は, 渉猟しえた限りでは国内外

合わせて 81 例 92 膝 (両側例 11 例) の報告があった。膝蓋骨疲労骨折には以前から慢性的な痛みがあって発症する例と, 前兆がなく突然発症する例がある。前者の初期症状はジャンパー膝と類似しており, ダッシュやストップ, ジャンプ動作時の膝前面部痛であるため, 単純 X 線像で変化が現れる前に医療機関を受診し, ジャンパー膝の診断で運動制限や装具による保存的治療が行なわれて治癒している例もあると考えられる。膝蓋骨疲労骨折は, 膝蓋骨直上の圧痛という特徴的な所見を認めるため, スポーツ選手が膝前面部痛を訴え, かつ, 膝蓋骨直上に圧痛がある症例では, 単純 X 線で異常がなくとも膝蓋骨疲労骨折の可能性を念頭に置くことが必要である。競技種目はバスケットボール, ハンドボール, バレーボールなどジャンプ系の種目に多いといわれており, 本研究においても全例スポーツ選手で, 諸家の報告のように, ジャンプやダッシュ, ストップ動作が多い競技での発症であった。

骨折型は横骨折が多く報告されているが, 縦骨折の報告も散見される。縦骨折は横骨折に比べてさらに報告が少ないが, 報告されているすべての症例の骨折線は膝蓋骨の外側約 1/3 付近であった<sup>5, 10)</sup>。一方, これまでに報告されている横骨折の多くは, 骨折線が膝蓋骨関節面下端を通る骨折である。膝蓋大

腿関節の負荷面 (contact area) は膝関節の屈伸に伴って移動し、膝関節屈曲 15° 付近から膝蓋骨関節面下端と大腿骨顆部膝蓋関節面の中枢側とが負荷面を形成しはじめる<sup>11)</sup>。内山は、膝蓋骨遠位は膝蓋腱が付着するため関節面をもたず、膝蓋骨関節面下端と大腿骨顆部が接触することで、関節面下端にテコの作用が働き、膝蓋骨表層に強力な伸展力が集中すると報告している<sup>8)</sup>。このことから、膝蓋骨関節面下端は応力が集中しやすく、骨折を生じやすい部分であると考えられる。しかし、膝蓋骨疲労骨折横骨折の骨折部位について詳細に示された報告はなく、骨折部位が記載されているすべての報告において「膝蓋骨下極」、「膝蓋骨遠位部」、「膝蓋骨遠位1/3」のようなあいまいな表現であった。自験例においては、骨折部位は膝蓋骨全長の下極から平均 27.9±5.7% (19.2～36.3%) であり、単純 X 線側面像における骨折線が膝蓋骨関節面下端を通っていたのは 11 膝中 9 膝であった。

膝蓋骨高位に関して、われわれが渉猟しえた限りでは、これまでに膝蓋骨疲労骨折との関連性を示した報告はない。膝蓋骨疲労骨折の発生機序は、膝屈曲位で四頭筋が収縮すると、四頭筋の収縮力と拮抗する膝蓋腱張力との合力が膝蓋大腿関節に圧迫力として働き、膝蓋骨表層に伸展力が働くことで疲労骨折が生じるとされている<sup>12)</sup>。また、富士川らは、膝蓋大腿関節にかかる負荷圧は、膝関節が屈曲するにしたがって増大すると述べている<sup>11)</sup>。その理由として、荷重位で膝関節屈曲位を維持することで四頭筋による牽引力が増大するという、四頭筋の牽引方向と膝蓋腱の牽引方向のなす角が鋭角になるため、膝蓋大腿関節にかかるベクトルが増大することが考えられる。膝蓋骨高位膝において、大腿骨顆部と膝蓋骨関節面下端が接する膝関節屈曲角度は、正常膝の場合における角度よりも大きいため、膝蓋大腿関節にはより大きな圧迫力がかかると考えられる(図3)。同様に Ward らは、膝屈曲角度が同じでも膝蓋骨高位膝では、正常膝に比べて膝蓋大腿関節における接触面積が有意に小さいと述べている<sup>13)</sup>。すなわち単位面積あたりにかかる圧迫力は、膝蓋骨高位膝のほうが大きくなる。以上のことから、膝蓋骨高位膝のほうが、より膝蓋骨疲労骨折を生じやすい可能性があるといえる。本研究では、I 群と C 群間に統計学

的有意な差を認め、膝蓋骨高位が膝蓋骨疲労骨折の発生因子の1つであることが示唆された。

膝蓋骨疲労骨折に対する治療は、骨折部の転位がなく、スポーツなどの早期復帰を必要としないものは運動活動を休止し、保存的治療で骨癒合が期待できる<sup>6, 10, 12, 14, 15)</sup>。しかし多くの場合、疲労骨折は活動性の高いスポーツ選手に生じるため、早期スポーツ復帰を望むものが多く、結果として手術的治療を選択する例が多い。また骨片が転位している例や保存的治療無効例では、手術的治療の適応となる。本研究における競技復帰までの期間は、保存的治療群は平均 16.0 週、手術的治療群は平均 10.3 週であり、手術的治療群のほうが短い傾向にあった。自験例はすべてスポーツ選手であり、早期復帰を望むものが多いスポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折の治療の第1選択は、手術的治療が好ましいと考える。自験例のうち tension band wiring 法を行なった症例では、鋼線の障害によると考えられる疼痛のため初期の可動域訓練が困難であったが、Acutrak<sup>®</sup> screw で骨接合術を行なった9膝は全例問題なく競技復帰が可能であった。山口らは皮下の突出予防のため、ヘッドレスタイプの内副子は症例によってはよい適応となると述べており<sup>16)</sup>、Acutrak<sup>®</sup> screw はスポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折の内固定材として有用であると考えた。

## 結 語

スポーツ選手に発症した膝蓋骨疲労骨折の 10 例 11

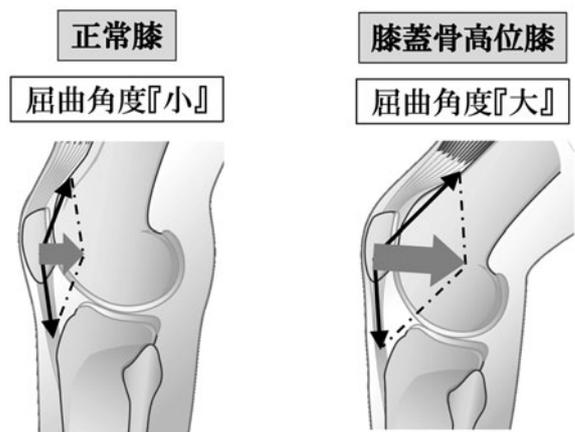


図3 膝蓋骨関節面下端が接する膝関節屈曲角度

膝を経験した。全例で骨癒合が得られ、スポーツ復帰が可能であった。膝蓋骨高位膝は膝蓋骨疲労骨折の発生に関与している可能性が示唆された。

## 文 献

- 1) Mummi J et al : Fracture of the patella. A clinical study of 707 patella fractures. Clin Ann Chir Gynaecol Fenn Suppl, 179 : 1-85, 1971.
- 2) 徳重克彦ほか : スポーツ選手の疲労骨折について. 臨スポーツ医, 3 別冊 : 67-69, 1986.
- 3) 伊藤益英ほか : スポーツによるまれな疲労骨折の検討. 整スポ会誌, 11 : 245-250, 1992.
- 4) Grelsamer RP et al : The modified Insall-Salvati ratio for assessment of patellar height. Clin Orthop Relat Res, 282 : 170-176, 1992.
- 5) Devas MB : Stress fracture of the patella. J Bone Joint Surg Br, 42-B : 71-74, 1960.
- 6) 前田明夫ほか : スポーツ選手における膝蓋骨疲労骨折の4例. 関節外科, 20 : 112-115, 2001.
- 7) Orava S et al : Diagnosis and treatment of stress fracture of the patella in athletes. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 4 : 206-211, 1996.
- 8) 内山英司 : 膝蓋骨疲労骨折. 臨スポーツ医, 20 臨時増刊号 : 134-136, 2003.
- 9) 亀山 泰ほか : 膝蓋骨疲労骨折の治療経験. 東海スポーツ傷害研究会誌, 24 : 27-29, 2006.
- 10) Iwaya T et al : Lateral longitudinal stress fracture of the patella report of three cases. J Pediatr Orthop, 5 : 73-75, 1985.
- 11) 富士川恭輔ほか : 大腿膝蓋関節のバイオメカニクス. Orthopaedics, 6 : 1-11, 1993.
- 12) Sugiura Y et al : Stress Fractures of the Patella in Athletes. J Jap Orthop Ass, 51 : 1421-1425, 1977.
- 13) Ward SR et al : Patella Alta : Association with Patellofemoral Alignment and Changes in Contact Area During Weight-Bearing. J Bone Joint Surg Am, 89 : 1749-1755, 2007.
- 14) 中沢不二雄ほか : バレーボール選手に生じた膝蓋骨疲労骨折の1例. 関節外科, 15 : 132-134, 1996.
- 15) 檜本 修ほか : 両側膝蓋骨疲労骨折の1例. 東北整災紀要, 31-1 : 48-51, 1987.
- 16) 山口 毅ほか : バレーボール選手に発生した膝蓋骨疲労骨折の2例. 整スポ会誌, 31 : 235-239, 2011.

# 高校野球投手における投球側内旋可動域制限の評価 —原テストと Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) の関連—

## Evaluation of Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) in High School Baseball Pitchers

高澤 英嗣	Eiji Takasawa	小林 勉	Tsutomu Kobayashi
設楽 仁	Hitoshi Shitara	山本 敦史	Atsushi Yamamoto
高岸 憲二	Kenji Takagishi		

### ● Key words

原テスト, 高校野球投手

Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) : High school baseball pitcher

### ● 要旨

目的：高校野球投手における内旋可動域制限 Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) を評価し、原テストと GIRD との関連を明らかにすることである。

方法：2010年度オフシーズンにメディカルチェックを行なった高校野球投手132名を対象とした。臥位にて、測定者が肩甲骨を固定して、肩90°外転位での内旋可動域を計測し、原テスト11項目の陽性率と陽性項目の合計点について統計学的検討を行なった。

結果：対象の28.8%にGIRDを認め、GIRD群は下垂位内旋筋力が低下していた。原テスト陽性項目の合計点では、両群間に有意差を認めなかった。

結語：投球障害肩の病態把握のためには、原テストによる総合的評価に加え、GIRDに代表される肩関節局所の所見を加味する必要がある。

### はじめに

これまで、われわれは高校野球投手に対して、投球障害肩の診断として原テスト<sup>1)</sup>を中心としたメディカルチェックを継続して行ってきた<sup>2,3)</sup>。2010年

度の検診からは肩関節内旋可動域制限を評価する目的で、新たに Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD)<sup>4)</sup> を検診項目として導入した。本研究の目的は、高校野球投手における GIRD の実態と、投球障害肩の診断上重要とされる原テストと GIRD との関連を明らかにすることである。

高澤英嗣  
〒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/FAX 027-220-8275

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

## 対象と方法

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群馬県下の高校野球投手132名を対象とした。全員男性で、調査時平均年齢は16.6歳(15~18歳)、平均野球歴は8.3年(1~12年)であった。臥位における肩関節90°外転位の内旋角度を測定した(図1)。この結果から、Burkhurtらの報告<sup>4)</sup>に従って、非投球側肩と比べて20°以上の内旋可動域制限を認める例をGIRD群とした。また、原ら<sup>1)</sup>が提唱する投球障害肩の総合的な診断である原テストの11項目を施行した。その内訳は、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)である。陽性となれば1項目1点として、その合計点を算出した。対象をGIRDの有無によりGIRDのある群をGIRD群、GIRDのない群を非GIRD群の2群に分け、原テ

スト11項目の陽性率、原テスト陽性項目の合計点、投球時の肩関節痛の有無について、両群間の比較検討を行なった。統計学的検討にはFisherの直接法およびMann-WhitneyのU検定を用い、危険率5%未満を有意とした。

## 結 果

投球側、非投球側の内旋可動域はそれぞれ $42^{\circ} \pm 12^{\circ}$  (20~75°)、 $51^{\circ} \pm 10^{\circ}$  (25~80°)であった。GIRD群は対象の28.8% (38/132名)を占め、GIRD群、非GIRD群の内旋制限角度(非投球側/投球側の内旋角度の差)はそれぞれ $24^{\circ} \pm 6.5^{\circ}$  (20~50°)、 $4^{\circ} \pm 6.8^{\circ}$  (-10~15°)であった。原テストの各項目の比較で、GIRD群では有意にSSCテストが陽性、つまり下垂位内旋筋力が低下していた(SSCテスト陽性: GIRD群10.5%、非GIRD群1.1%、 $p=0.024$ )。その他の項目(SSD, ISP, SSP, Impingement, CAT, HFT, ET, EPT, loose, HERT)では、両群間で有意な差は認めなかった(表1)。また、原テスト陽性項目の合計点でも、両群間で有意な差は認めなかった(GIRD群 $3.4 \pm 1.7$ 点、非GIRD群 $3.4 \pm 1.4$ 点、 $p>0.05$ )。さらに、メディカルチェック時に肩関節痛を有してい



図1 内旋角度の測定  
臥位における肩関節90°外転位の内旋角度を測定した。

表1 原テスト11項目とGIRDとの関連

原テスト各項目	GIRD群	非GIRD群	p値
	陽性/陰性	陽性/陰性	
SSD	6/32	23/71	>0.05
ISP	21/17	35/59	>0.05
SSC	4/34	1/93	p=0.024
SSP	8/30	17/77	>0.05
Inpingement	0/38	2/92	>0.05
CAT	33/ 5	87/ 7	>0.05
HFT	34/ 4	88/ 6	>0.05
ET	6/32	20/74	>0.05
EPT	14/24	38/56	>0.05
Loose	3/35	3/91	>0.05
HERT	0/38	3/91	>0.05

た例は、GIRD群22.6% (7/31名)、非GIRD群23.7% (18/76名)であり、GIRD群と肩関節痛には明らかな関連はなかった ( $p>0.05$ )。

### 考 察

野球選手において、投球側の肩関節後下方要素の伸張性が低下することにより、非投球側と比べて投球側の内旋可動域が低下することが知られている<sup>5)</sup>。このような可動域の変化は、小学生の時点ですでに認められるとの報告もある<sup>5-7)</sup>。今回、内旋可動域制限を評価するうえで検討したGIRDとは、肩甲骨上腕関節における20°以上の内旋可動域の損失を表し、Burkhartら<sup>4)</sup>によって提唱された概念である。通常の肩甲骨を固定しない可動域計測では、内旋可動域制限を過少評価してしまう可能性があるため、測定者は被検者の肩甲骨を固定して計測することが重要である<sup>4,8,9)</sup>。GIRDは、度重なる微小な外傷に伴う後下方関節包の拘縮によって生じる現象とされ<sup>4)</sup>、諸家の報告でも後方関節包の拘縮・線維化を主病態とする報告が散見される<sup>4-6)</sup>。その一方で、肩腱板後方の筋拘縮<sup>9,11,12)</sup>、上腕骨頸体角の後捻増強<sup>13,14)</sup>や肩甲帯アライメントの変化<sup>15)</sup>に伴う二次的な変化により内旋可動域制限が生じるとの報告もある。しかしながら、内旋可動域変化が繰り返しの投球動作に

伴うスポーツへの適応なのか、投球動作ストレスによる病的な肩関節障害なのか、またその両方が議論の余地がある。

岩堀<sup>16)</sup>は、肩関節後方・下方構成体の伸張性低下は、伸張性の低下した筋肉の腱付着部損傷を生じたり、投球動作時の骨頭のZero Position位保持を妨げたり、外側四角腔での腋窩神経の絞扼障害を招くため、投球障害の発生因子として重要であると報告している。本研究では、高校野球投手のGIRD陽性率は28.8%と比較的高頻度に認めたものの、GIRDと投球時の肩関節痛には関連性がなかった。プレシーズンであったためコンディショニングが整っていないことや、メディカルチェックの直前までチームの練習に参加していた投手がいたなど、今回は各選手の状態が一様でないため、GIRDと投球障害肩との直接の関連性を見出すには至らなかった。

原テスト<sup>1)</sup>は投球障害肩の診察・治療や選手の指導の際などに用いられている総合的な評価方法で、原<sup>1)</sup>は、とくにHERTとインピンジメント徴候の陰性化が重要であると述べている。大沢ら<sup>3)</sup>は、原テストにおいて投球障害肩に強く関わる項目として、HERT、SSPテスト、インピンジメント徴候をあげているが、本研究では、原テストでの総合評価とGIRDとの間に明らかな関連は認めなかった。

野球のシーズン後に著しい内旋筋力の低下が起こ

ることが知られている<sup>17)</sup>。また、野球の試合の後で内旋筋群が著しく疲労していることから、投球動作時に内旋筋群が高度に活動していることが示唆される<sup>18)</sup>。さらに屍体を用いた研究では、肩甲下筋の筋力低下によりインターナルインピンジメントや後上方関節唇の peel-back 現象が引き起こされ、投球障害肩が生じることが報告されている<sup>19)</sup>。本研究でも、GIRD 群において下垂位内旋筋力が低下しており、高度に内旋可動域制限のある高校野球投手では投球障害肩が生じやすい可能性が示唆された。

以上のことから、プレシーズンの高校野球投手において、GIRD の有無のみで投球障害の評価を行なうことは難しいものの、投球障害肩の病態把握・予防のためには、GIRD はその一助になりうると思われる。

本研究の問題点としては、プレシーズンのみの横断的な評価であり、シーズンを経過しての経時的な観察を行なっておらず、また、各チームの指導内容、練習に伴う筋疲労や理学療法への介入の有無など、メディカルチェック時の選手の背景が加味されていない点などがあげられる。今後はシーズンを通しての縦断的な調査と選手たちへのフィードバックが必要である。

## 結 語

群馬県下の高校野球投手を対象としてメディカルチェックを行ない、原テストと GIRD の関連を調査した。GIRD 陽性率は 28.8% であり、投球側の内旋可動域の低下は平均 24° であった。原テストと GIRD に明らかな関連は認めなかったが、GIRD 群で下垂位内旋筋力が低下していた。

投球障害肩の病態把握・予防のためには、まず原テストなどによる総合的なコンディション評価に加え、GIRD に代表される肩関節局所の所見(後下関節包の伸張性低下・拘縮)を参考に指導を行なうことが重要である。

## 文 献

- 1) 原 正文：復帰に向けて何を目安にどう選手に指導したらよいか—肩の投球障害を中心に—。

- 関節外科, 22:1189-1194, 2003.
- 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。肩関節, 31:437-439, 2007.
- 3) 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.
- 4) Burkhart SS et al: The Disabled Throwing Shoulder: Spectrum of Pathology Part I: Pathoanatomy and Biomechanics. Arthroscopy, 19:404-420, 2003.
- 5) 岩堀雄介ほか：少年野球選手の肩関節内旋可動域の減少。肩関節, 27:415-419, 2003.
- 6) 岩堀雄介：投球肩・肘障害に対するメディカルチェックとフィードバック効果。骨・関節・靭帯, 19:229-240, 2006.
- 7) 佐藤英樹ほか：投球障害肩の実態2。MB Orthop, 20:5-11, 2007.
- 8) Tyler TF et al: Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. Am J Sports Med, 28:136-151, 2000.
- 9) Wilk KE et al: Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. Am J Sports Med, 30:136-151, 2002.
- 10) Tehranzadeh AD et al: Posterior capsule fibrosis in professional baseball pitchers: case series of MR arthrographic findings in six patients with glenohumeral internal rotational deficit. Clinical Imaging, 31:343-348, 2007.
- 11) Borsa PA et al: Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 33:1392-1399, 2005.
- 12) Reinold MM et al: Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pithing in professional baseball players. Am J Sports Med, 36:523-527, 2008.
- 13) Osbahr DC et al: Retroversion of the humerus in the throwing shoulder of college baseball pitchers. Am J Sports Med, 30:347-353, 2002.
- 14) Reagan KM et al: Humeral retroversion and

- its relationship to glenohumeral rotation in the shoulder of college baseball players. *Am J Sports Med*, 30 : 354-360, 2002.
- 15) Borich MR et al : Scapular angular positioning at end range internal rotation in cases of glenohumeral internal rotation deficit. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36 : 926-934, 2006.
- 16) 岩堀雄介 : 野球とスポーツ障害・外傷. *MB Orthop*, 20 : 39-51, 2007.
- 17) Whitley JD et al : Changes in peak torque arm-shoulder strength of high school baseball pitchers during the season. *Percept Mot Skills*, 86 : 1361-1362, 1998.
- 18) Mullaney MJ et al : Upper and lower extremity muscle fatigue after a baseball pitching performance. *Am J Sports Med*, 33 : 108-113, 2005.
- 19) Mihata T et al : Effect of rotator cuff muscle imbalance on forceful internal impingement and peel-back of the superior labrum : a cadaveric study. *Am J Sports Med*, 37 : 2222-2227, 2009.

# レクリエーションランナーの腰椎椎間板ヘルニア に対する顕微鏡下ヘルニア摘出術の術後成績

## The Outcome of Microdisectomy for Lumbar Disc Herniation in Recreational Runners

根本 理 Osamu Nemoto

### ● Key words

レクリエーションランナー, 腰椎椎間板ヘルニア, 手術成績

### ● 要旨

レクリエーションランナーの腰椎椎間板ヘルニアに対する手術の有効性と限界について調査した。対象は、顕微鏡下に後方からのヘルニア切除術を施行した41例(平均年齢28歳)で、術前後のJOAスコア、3,000m記録を調査するとともに、画像評価を単純X線、MRIを用いて検討した。JOAスコア改善率の平均は88%で、95%がレクリエーションランナーとして復帰できたが、3,000m記録で1分以上遅くなったものが6例(15%)にみられ、内訳は再手術例、高度の変形性変化、正中ヘルニアであった。ランニング能力低下の原因については不明で、さらに症例を重ねて検討する必要がある。

### はじめに

腰椎椎間板ヘルニアに対する手術法として、Love法は長期的に良好な成績が維持される術式として一般的に愛用されているが、スポーツ選手の腰椎椎間板ヘルニアに対する術式としては早期復帰が困難である点が指摘されてきた<sup>1-3)</sup>。そうした背景のなか、Microendoscopic disectomy (MED) などの内視鏡を用いた低侵襲手術が飛躍的に発展し、スポーツ選手の腰椎椎間板ヘルニアの手術術式として用いられる

ようになり、早期復帰が可能でLove法と同等の安定した治療成績が報告されてきている<sup>4,5)</sup>。

一方、近年、健康意識の高まりとともに若いころからのスポーツ習慣を継続する愛好者が増加しているが、そうしたレクリエーション愛好者が腰椎椎間板ヘルニアに罹患することもまれではない。なかでも手軽に楽しめることで人気の高いランニングの愛好者が腰椎椎間板ヘルニアに罹患し保存治療に抵抗性の場合、ランニングを継続したい患者から手術適応や有効性について問われるケースも増加しているが、侵襲や早期復帰の点で、いわゆる一流スポーツ

根本 理  
〒154-8532 東京都世田谷区池尻1-2-24  
自衛隊中央病院整形外科  
TEL 03-3411-0151 (内線7363)  
E-mail drsamusio@world.ocn.ne.jp

自衛隊中央病院整形外科  
Orthopaedic Surgery, JSDF Central Hospital

選手と同等の手術術式が必要なのか否かについては不明な点が多い。これまでわれわれはレクリエーションランナーの腰椎椎間板ヘルニア患者に対して、顕微鏡を用いた後方からのヘルニア切除術を行ってきたが、今回その有効性と限界について検討したので報告する。

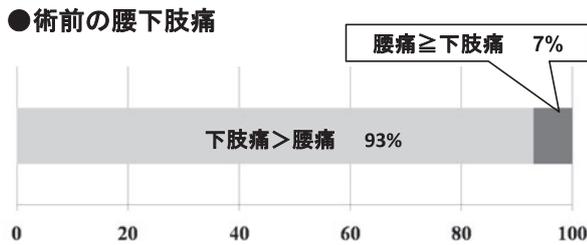
### 対象および方法

対象は、男性自衛官のレクリエーションランナー41例(平均年齢28歳;20~39歳)で、身長、体重、BMIの平均は、172cm, 64kg, 22であった。手術

高位はL4/5が18例, L5/Sが22例, 2椎間例(L4/5, L5/S)が1例であった。ヘルニアのタイプは, protrusionが20例, extrusionが18例, sequestrationが3例であった。スポーツ選手特有の終板障害の合併はみられなかった。術式は, 30mmの皮膚切開で侵入, Caspar 開創器で傍脊柱筋群を剝離した後, 上下の椎弓を可及的に削開してヘルニアを摘出する microdisectomy を実施した。術後2ヵ月目から徐々にランニングを開始させ, 術後1年の時点で, 臨床評価を問診およびJOAスコア, 3,000mの記録計測にて, 画像評価を単純X線, MRIを用いて検討した。

### 結 果

術前の症状は, 下肢痛主体が39名(93%), 腰痛主体が3名(7%)であった。また, 罹病前のレクリエーションレベルは平均週3.6回の頻度で, ランニング能力は3,000mで平均12分18秒であった(図1)。JOAスコアの平均は術前15点が術後27点と改善し, 改善率の平均は88%であった。全体の95%がレクリエーションランナーとして復帰できたが, 改善率50%以下の2例は復帰できなかった。いずれも腰痛が主訴で, 正中に膨隆する, いわゆる central contained type のヘルニアで, 術後MRI 画像でヘルニアによる膨隆の減少は確認できたが, 明らかな改善は得られなかった(図2)。

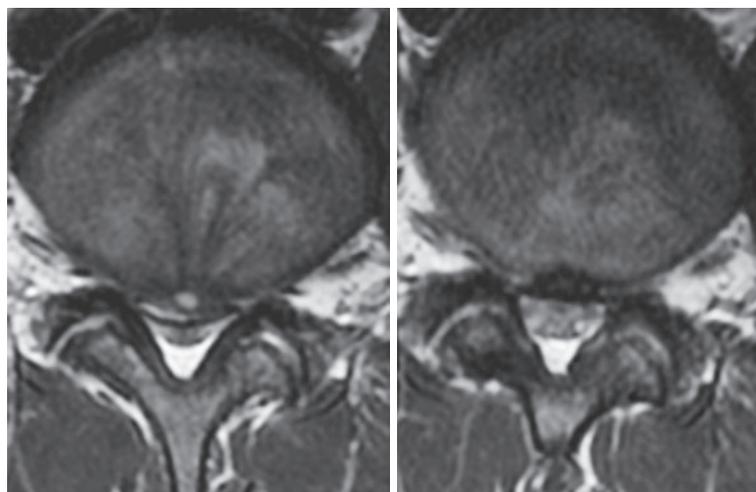


#### ●レクリエーションレベル (罹病前)

頻度—3.6回/週

3000m—平均12分18秒

図1 術前症状とレクリエーションレベル



術前

術後

図2 術前後のMRI像

術後1年でランニングが可能となった39例について3,000m記録を計測すると、罹病前と同レベルであったものが33例(85%)、1分以上遅くなったものが6例(15%)であった(図3)。低下群の内訳は、再手術例2例、術前の変形性変化がKellgren-Lawrence分類でgrade3以上であったもの3例、腰痛を主訴とする正中ヘルニア1例であった。

ランニング能力低下の原因についての詳細な検討は実施していないが、問診では、ランニング時に軽度ではあるが腰痛が発生したり、ヘルニア再発への不安からスピードを制御しているものが83%、骨盤下肢筋力や心肺機能の不足を要因にあげたものが33%、腰痛の残存を訴えたものが17%であった(表1)。

### 考 察

腰椎椎間板ヘルニアに対するLove法はスポーツ選手に対しても安定した成績が報告されているが早期復帰が困難であった。通常の椎間板ヘルニア患者と異なり、とくに一流スポーツ選手においては復帰の遅延=離脱となってしまうために、確実な治療効果と同等に、あるいはそれ以上に早期の競技復帰が望まれるのはやむを得ない。早期復帰が叫ばれるあまり、1990年代には経皮的髄核摘出術が盛んに実施され早期復帰が可能となったが、安定した成績が得られず衰退し、現在では症例を選択してのみ実施されている。近年は、内視鏡等を駆使しての低侵襲で早期復帰が可能な術式が発展し、スポーツ選手にも行なわれるようになった。WangやWatkinsらは<sup>6)</sup>、一流スポーツ選手においてMicrodisectomyにより

90%のスポーツ復帰を報告しており、麻殖生らは<sup>5)</sup>、スポーツ活動を営む若年層に内視鏡手術を施行し、98%の良好な復帰率とともに2ヵ月以内の早期復帰が可能であったと報告している。さらに最近では、経皮的内視鏡下髄核摘出術(Percutaneous endoscopic disectomy; PED)が開発され、症例によっては1ヵ月以内の超早期のスポーツ復帰がなされており新たな手術法として注目されている。顕微鏡手術は、従来のオープンLove法に比較すれば傍脊柱筋の損傷が少ないものの、傍脊柱筋をスプリットするだけの内視鏡手術の低侵襲性には到底及ばず、本研究のランニング能力低下者の83%が軽度ではあるがランニング時の腰痛を訴えておりスピードを制御していた。したがって、術後の疼痛がなく離床が早いがゆえのヘルニア再発の懸念が指摘されてはいるものの、内視鏡下のヘルニア摘出術は、今後レクリエーションレベルのスポーツ愛好者においても、積極的に適応していくべきと考えている。

レクリエーションレベルのスポーツ愛好者の椎間板ヘルニアに対する検討は少なく、本邦で、先に述べた麻殖生らの報告とDollingerらの報告<sup>7)</sup>があるに過ぎない。Dollingerらは、本研究とほぼ同等の平均年齢を有するレクリエーションスポーツ愛好者(平均年齢30歳)の腰椎椎間板ヘルニアにLove法を行ない、追跡可能であった67名を調査した結果、82%の高頻度で元のスポーツレベル(水泳、スキー、自転車、ランニング)に支障なく復帰できていたと報告している。一方、5例(18%)はヘルニア再発のためにスポーツ復帰が困難であったとも述べているが、通常のLove法術後より高率に発生したヘルニアの再発が再開したスポーツ活動によるものか、あるいはほかの原因によるものか、については言及しておらず不明である。本研究は顕微鏡手術であったが、麻殖生らの内視鏡手術に準ずる良好な復帰率が得られた。また調査が術後1年時ということもあり、幸いにもヘルニアの再発は認められなかった。本研

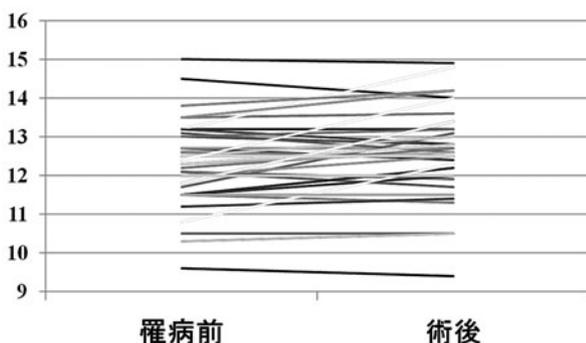


図3 3,000m記録の変化(39例)  
6例(15%)で、1分以上記録が低下

表1 ランニング能力低下の要因(問診)

●ランニング時の腰痛の発生や再発を危惧してのスピード制御 — 83%
●骨盤・下肢筋力や心肺機能の低下 — 33%
●腰痛の残存 — 17%

究においては、腰痛を主訴とする正中に膨隆するヘルニア、いわゆる central contained type の椎間板ヘルニア例で復帰が困難であった。Central contained type のヘルニアは、通常の傍正中に位置するヘルニアに比べ Love 法による術後成績は不良との報告がみられ<sup>8,9)</sup>、internal disc disruption や不安定になった後縦靭帯の関与が指摘されている。本研究における正中ヘルニア3例の分析でも、術後MRI画像で膨隆が減少していることが確認できたが症状の改善がみられなかった。

一方、正中ヘルニアの摘出操作では、通常の傍正中ヘルニアにおいて神経根の可動性を観察して除圧の適正を判断するような術中の指標がなく、またヘルニアの全貌を直視下で確認できないブラインド操作となることで、摘出不足となった可能性も否定できず、症例を重ねて手術術式を再検討したいと考えている。

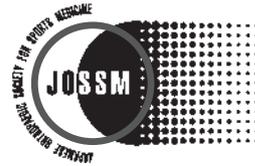
## 結 語

レクリエーションランナーの 腰椎椎間板ヘルニア患者に対して、顕微鏡を用いた後方からのヘルニア切除術を行ない、その有効性と限界について検討した。30mmの皮切にて行なう Microdisectomy でも95%がレクリエーションランナーとして復帰できた。復帰困難例は Central contained type のヘルニアであり、手術適応や術式に検討が必要と考えられた。復帰群でも、ランニング能力低下の83%にランニング時の腰痛がみられ、レクリエーションレベルといえども、今後、より侵襲の少ない内視鏡手術も適応していくべきと考えられた。

## 文 献

- 1) 高橋充彦ほか：腰椎椎間板ヘルニア術後のスポーツ復帰の比較検討. 整スポ会誌, 17: 35-41, 1997.
- 2) 伊藤淳二ほか：腰椎椎間板ヘルニア手術後のスポーツ復帰からみた手術法の選択. 臨床スポーツ医学, 17: 201-206, 2000.
- 3) 安岡宏樹ほか：スポーツ選手の腰椎椎間板ヘルニアに対する手術療法について. 整スポ会誌, 20: 301-307, 2000.
- 4) 吉田宗人ほか：成長期スポーツ選手における腰椎椎間板ヘルニアの病態と手術法の選択. 整スポ会誌, 20: 314-319, 2000.
- 5) 麻殖生和博ほか：スポーツ選手の腰部椎間板ヘルニアに対する内視鏡手術. Orthopaedics, 19: 23-28, 2006.
- 6) Wang JC et al : The outcome of lumbar discectomy in elite athletes. Spine, 24 : 570-573, 1999.
- 7) Dollinger V et al : Sporting activity following discectomy for lumbar disc herniation. Orthopaedics, 31 : 756, 2008.
- 8) Barlovcher CB et al : Central lumbar disc herniation. Acta Neurochir (Wien) , 142 : 1369-1374, 2000.
- 9) Walker JL et al : Midline disc herniation of the lumbar spine. Southern Med J, 86 : 13-17, 1993.

Japanese Journal of  
**ORTHOPAEDIC  
SPORTS  
MEDICINE**



定款・入会細則 .....	97
名誉会員・海外特別会員, 理事, 監事, 代議員名簿 ...	106
各種委員会 .....	108
学会開催のお知らせ .....	110

**一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会**



# 一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会定款

## 第1章 総 則

### (名称)

第1条 本法人は、一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会と称し、英文では、The Japanese Orthopaedic Society for Sports Medicine (略称 JOSSM) と表示する。

### (事務所)

第2条 本法人は、主たる事務所を東京都千代田区に置く。

### (目的)

第3条 本法人は、整形外科学及び運動器科学領域におけるスポーツ医学について調査、研究及び診療についての発表及び提言を行い、スポーツ医学の進歩普及に貢献する。その目的は、国民の健康、疾病の予防、スポーツ医学等を通じた国民の心身の健全な発達、スポーツ外傷・障害の予防と治療、障害者の支援、高齢者の福祉の増進及び公衆衛生の向上並びに学術及び科学技術の振興に寄与することである。

### (事業)

第4条 本法人は、前条の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 学術集会、講演会、研究会等の開催
- (2) 機関誌「日本整形外科スポーツ医学会雑誌」(Japanese Journal of Orthopaedic Sports Medicine)、学術図書等の発行
- (3) 研究の奨励及び調査の実施
- (4) 優秀な業績の表彰
- (5) 関連学術団体との研究協力と連携
- (6) 国際的な研究協力の推進
- (7) スポーツ協会・団体・クラブ等との連携
- (8) 一般市民向けの広報と医療相談
- (9) 医療保険制度、介護保険制度、障害者(児童)福祉制度、スポーツ関連制度に関する調査、研究及び提言
- (10) その他本法人の目的を達成するために必要な事業

### (公告方法)

第5条 本法人の公告は、電子公告により行う。

- 2 事故その他やむを得ない事由によって前項の電子公告をすることができない場合は、官報に掲載する方法により行う。

## 第2章 会 員

### (会員の種別)

第6条 本法人は、次に掲げる会員をもって構成する。

- (1) 正 会 員 本法人の目的に賛同して入会した医師

- (2) 準 会 員 本法人の目的に賛同して入会した正会員以外の者
- (3) 名 誉 会 員 本法人の運営又はスポーツ医学に関し特に功労のあった者で、理事長が推薦し、理事会及び社員総会（以下「総会」とする）で承認された者
- (4) 賛 助 会 員 本法人の目的に賛同し、本法人の事業を援助する個人又は団体
- (5) 海外特別会員 本法人又はスポーツ医学の発展に顕著な貢献をした外国の医師で、理事長が推薦し、理事会及び総会で承認された者

#### (入会)

- 第7条 本法人の正会員、準会員又は賛助会員として入会しようとする者は、理事会において別に定める入会申込書により申込みをし、理事会の承認を受けなければならない。
- 2 名誉会員及び海外特別会員に推挙された者は、入会の手続きを要せず、本人の承諾をもって会員となるものとする。

#### (入会金及び会費)

- 第8条 正会員、準会員及び賛助会員の年会費については別途細則にて定めるものとする。
- 2 既に納入した年会費は返還しない。

#### (退会)

- 第9条 会員が退会しようとするときは、別に定める退会届を理事長に提出しなければならない。但し、当該年度までの年会費は納付しなければならない。

#### (除名)

- 第10条 会員が次に掲げるいずれかに該当するに至ったときは、総会の決議によって当該会員を除名することができる。
- (1) 本法人の定款その他の規則に違反したとき
  - (2) 本法人の名誉を傷つけ、又は目的に反する行為をしたとき
  - (3) その他正当な事由があるとき

#### (会員資格の喪失)

- 第11条 前2条の場合のほか、会員は、次に掲げるいずれかに該当するに至ったときは、その資格を喪失する。
- (1) 総代議員が同意したとき
  - (2) 成年被後見人又は被保佐人になったとき
  - (3) 当該会員が死亡、若しくは失跡宣告を受けたとき、又は会員である団体が解散したとき
  - (4) 3年以上会費を滞納したとき

## 第3章 代 議 員

#### (代議員制)

- 第12条 本法人に180名以上230名以内の代議員を置く。代議員とは、一般社団法人及び一般財団法人に関する法律（以後「法人法」という）上の社員を意味する。
- 2 代議員は、理事会で推薦し、総会の承認をもって選任される。
  - 3 代議員は、別途定める細則に基づき、正会員の中から選任する。
  - 4 代議員の任期は、選任の2年後に実施される定時総会の日までとする。

5 代議員が、次に掲げるいずれかに該当するに至ったときは、総代議員数の3分の2以上の決議により解任することができる。この場合、総会で決議する前に当該代議員に対して弁明の機会を与えるものとする。

(1) 心身の故障のため、職務の執行に堪えないと認められるとき

(2) 職務上の義務違反、その他代議員たるにふさわしくない行為があると認められるとき

## 第4章 総 会

### (構成)

第13条 総会は、代議員をもって構成する。なお、総会をもって法人法上の社員総会とする。

2 名誉会員は、総会に出席し議長の了解を得て意見を述べることができる。但し、決議には参加することはできない。

### (権限)

第14条 総会は、次の事項を決議する。

(1) 会員の除名

(2) 代議員の選任又は解任

(3) 理事及び監事(以上総称して「役員」という)の選任又は解任

(4) 事業報告及び収支決算に関する事項

(5) 事業計画及び収支予算に関する事項

(6) 理事会において総会に付議する事項

### (開催)

第15条 総会は、定時総会として毎事業年度終了後3ヵ月以内に1回開催するほか、臨時総会として必要がある場合に開催する。

### (招集)

第16条 総会は、法令に別段の定めがある場合を除き、理事会の決議に基づき、理事長が招集する。

2 総代議員の議決権の5分の1以上の議決権を有する代議員は、理事長に対し、総会の目的である事項及び招集の理由を示して、総会の招集を請求することができる。この場合、理事長は6週間以内に総会を開催する。

### (議長)

第17条 総会の議長は、理事長が指名する。

### (議決権)

第18条 総会における議決権は、代議員1名につき1個とする。

### (決議)

第19条 総会の決議は、法令又はこの定款に別段の定めがある場合を除き、総代議員の議決権の過半数を有する代議員が出席し、出席した当該代議員の議決権の過半数をもって行う。

2 前項の規定にかかわらず、次の決議は、総代議員の議決権の3分の2以上に当たる多数をもって行う。

- (1) 会員の除名
- (2) 監事の解任
- (3) 定款の変更
- (4) 解散
- (5) その他法令で定められた事項

(議決権の代理行使)

第20条 代議員は、他の代議員を代理人として、当該代理人によってその議決権を行使することができる。

(議事録)

第21条 総会の議事については、法令で定めるところにより、議事録を作成する。

- 2 議長及び議事録の作成に係る職務を行った理事は、前項の議事録に記名押印する。

(会員への通知)

第22条 総会の議事の要領及び決議した事項は、全会員に通知する。

## 第5章 役員

(役員の設定)

第23条 本法人に、次の役員を置く。

- 理事 12名以上20名以内
- 監事 2名以内
- 2 理事のうち1名を理事長、2名を副理事長とする。
- 3 前項の理事長をもって法人法上の代表理事とする。

(役員を選任)

第24条 理事及び監事は、総会の決議によって正会員の中から選任する。なお、理事及び監事は就任の年の4月1日現在において満65歳未満の者でなければならない。

- 2 理事長及び副理事長は、理事会の決議によって理事の中から選定する。

(理事の職務及び権限)

第25条 理事は、理事会を構成し、法令及びこの定款で定めるところにより、職務を執行する。

- 2 理事長は、法令及びこの定款で定めるところにより、本法人を代表し、その業務を執行する。
- 3 副理事長は、理事長を補佐し、理事会において別に定めるところにより、本法人の業務を分担執行する。

(監事の職務及び権限)

第26条 監事は、理事の職務の執行を監査し、法令で定めるところにより、監査報告を作成する。

- 2 監事は、いつでも、理事及び使用人に対して事業の報告を求め、本法人の業務及び財産の状況の調査をすることができる。

(役員任期)

第27条 役員任期は、選任後2年以内に終了する事業年度のうち最終のものに関する定時総会の終結の時

- までとし、再任を妨げないが2期4年を超えないものとする。
- 2 前項の規定にかかわらず、任期満了前に退任した理事又は監事の補欠として選任された理事又は監事の任期は、前任者の任期の満了する時までとする。
  - 3 理事又は監事は、第23条に定める定数に足りなくなるときは、任期の満了又は辞任により退任した後も、新たに選任された者が就任するまで、なお理事又は監事としての権利義務を有する。

#### (役員解任)

- 第28条 役員は、いつでも総会の決議によって解任することができる。
- 2 前項の場合は、総会の決議による前に、当該役員に弁明の機会を与えなければならない。
  - 3 理事長及び副理事長は、理事会の決議によって解職する。

#### (役員報酬等)

- 第29条 役員には、その職務執行の対価として報酬等を支給することができる。その額については、総会において別に定める。

## 第6章 理 事 会

#### (構成)

- 第30条 本法人に理事会を置く。
- 2 理事会は、すべての理事をもって構成する。

#### (権限)

- 第31条 理事会は、次の職務を行う。
- (1) 本法人の業務執行の決定
  - (2) 理事の職務の執行の監督
  - (3) 理事長及び副理事長の選定及び解職

#### (招集)

- 第21条 理事会は、理事長が招集する。
- 2 理事長が欠けたとき、又は理事長に事故があるときは、副理事長が招集する。

#### (議長)

- 第33条 理事会の議長は、理事長がこれに当たる。
- 2 理事長が欠けたとき、又は理事長に事故があるときは、副理事長がこれに当たる。

#### (決議)

- 第34条 理事会の決議は、決議について特別の利害関係を有する理事を除く理事の過半数が出席し、その過半数をもって行う。
- 2 理事が、理事会の決議の目的である事項について提案した場合において、当該提案について、議決に加わることのできる理事全員が書面又は電磁的記録により同意の意思表示をしたときは、その提案を可決する旨の理事会の決議があったものとみなす。但し、監事が異議を述べたときは、その限りではない。

(議事録)

- 第35条 理事会の議事については、法令で定めるところにより、議事録を作成する。
- 2 出席した理事長及び監事は、前項の議事録に記名押印する。

## 第7章 資産及び会計

(事業年度)

- 第36条 本法人の事業年度は、毎年7月1日に始まり翌年6月30日に終わる。

(事業計画及び収支予算)

- 第37条 本法人の事業計画及び収支予算については、毎事業年度の開始の日の前日までに、理事長が作成し、理事会の承認を経て、総会において報告しなければならない。これを変更する場合も同様とする。
- 2 前項の書類については、主たる事務所に、当該事業年度が終了するまでの間備え置くものとする。

(事業報告及び決算)

- 第38条 本法人の事業報告及び決算については、毎事業年度終了後、理事長が事業報告書及び計算書類並びにこれらの附属明細書を作成し、監事の監査を受けた上で、理事会の承認を経て、定時総会に提出し、事業報告についてはその内容を報告し、計算書類及びこれらの附属明細書については承認を受けなければならない。
- 2 前項の規定により報告され、又は承認を受けた書類のほか、監査報告を主たる事務所に5年間備え置くとともに、定款及び代議員名簿を主たる事務所に備え置くものとする。

## 第8章 定款の変更及び解散

(定款の変更)

- 第39条 この定款は、総会の決議によって変更することができる。

(解散)

- 第40条 本法人は、総会の決議その他法令で定められた事由により解散する。

(残余財産の帰属)

- 第41条 本法人が清算する場合において有する残余財産は、総会の決議を経て、公益社団法人及び公益財団法人の認定に関する法律第5条第17号に掲げる法人又は国若しくは地方公共団体に贈与するものとする。

## 第9章 委員会

(委員会)

- 第42条 本法人には、会務執行のため、理事会の決議により、委員会を設置する。
- 2 理事会は、常設の委員会のほか、必要と認めるときは、特別委員会を置くことができる。
  - 3 委員及び委員会の構成は、理事会で決定する。

# 一般社団法人日本整形外科学会 スポーツ医学会 定款施行細則

## 第1章 会 員

### (入会手続)

第1条 入会しようとする者は、所定の入会申込書に所要事項を記入、署名の上、入会金及びその年度の会費を添えて、本法人事務局に提出する。

### (入会金及び会費)

第2条 本法人の入会金及び年会費は、次の通りとする。

入会金 2,000円

正会員 12,000円、準会員 6,000円(但し、学生(医師を除く)2,000円)

但し、名誉会員、海外特別会員の会費は免除する。

2 本法人の賛助会員の年会費は、50,000円以上とする。

## 第2章 学術集会

### (学術集会)

第3条 本法人は、学術集会を年1回開催し、学術集会会長が主催する。

### (学術集会会長等の選任)

第4条 次々期学術集会会長は、理事会で推薦し、総会の承認をもって選任される。

2 次期学術集会会長及び次々期学術集会会長は、総会の承認を経て定時総会と同時に開催される学術集会の終了の翌日から、それぞれ学術集会会長及び次期学術集会会長となる。

### (学術集会会長等の任期)

第5条 学術集会会長等の任期は、前年度の学術集会終了の翌日から当該学術集会会長が担当する学術集会終了の日までとする。

### (理事会への出席)

第6条 前期学術集会会長、学術集会会長、次期学術集会会長及び次々期学術集会会長は、理事会に出席することができる。

### (学術集会での発表)

第7条 学術集会での発表の主演者及び共同演者は、原則として本法人の会員とする。

### 附 則

1. この細則は、理事会の決議によって変更することができる。

2. この細則は、平成23年12月5日から施行する。

# 一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会 入会資格及び年会費に関する細則

第1条 一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会（以下「本学会」という）定款第7条、第8条並びに定款施行細則第1条、第2条によりこの細則を定める。

## （入会資格及び手続き）

第2条 正会員として入会を希望する者は、下記の事項を具備することを要する。

- 1) 日本国の医籍登録番号を有すること
- 2) 所定の入会申込書に所要事項を記入、署名の上、本学会事務局へ提出すること
- 3) 代議員1名の推薦を得ること

第3条 準会員として入会を希望する者は、下記の事項を具備することを要する。

### ①トレーナー、理学療法士、等

- 1) 所定の入会申込書に所要事項を記入、署名の上、本学会事務局へ提出すること
- 2) スポーツ医科学に関する活動歴を提出すること
- 3) 関与する競技団体又はチーム等の推薦を得ること。事情により、所属する医療機関（長）、学校（部門長）等の推薦も可とする。但し、その場合は、下記4)の推薦代議員と重複しないこととする。
- 4) 代議員2名の推薦を得ること

### ②スポーツ医科学研究者（医師を除く）

- 1) 所定の入会申込書に所要事項を記入、署名の上、本学会事務局へ提出すること
- 2) スポーツ医科学に関する活動歴・業績を提出すること
- 3) 代議員2名の推薦を得ること

### ③学生（医師を除く）

- 1) 所定の入会申込書に所要事項を記入、署名の上、本学会事務局へ提出すること
- 2) 在学証明書を提出すること
- 3) 担当教授の推薦を得ること
- 4) 代議員2名の推薦を得ること

第4条 賛助会員として入会を希望する者は、下記の事項を具備することを要する。

- 1) 所定の入会申込書に所要事項を記入、署名押印の上、本学会事務局へ提出すること
- 2) 代議員2名の推薦を得ること

## （入会の承認）

第5条 第2条、第3条並びに第4条による所定の手続きを行なった者は、理事会の審議により入会の可否が決定される。

## （会費の納入）

第6条 年会費は、下記の通りとする。

正会員：12,000円、準会員：6,000円（但し、学生（医師を除く）：2,000円）、  
賛助会員：50,000円以上

第7条 会費は、当該年度に全額を納入しなければならない。

(会員の権利及び義務)

第8条 正会員及び準会員は下記の権利及び義務を有する.

(権利)

- 1) 本学会が刊行する機関誌及び図書等の優先的頒布を受けること
- 2) 学術集会, その他本学会が行う事業への参加ができること
- 3) 機関誌への投稿, 及び学術集会への出題・応募ができること
- 4) その他本学会の定款及び細則に定められた事項

(義務)

- 1) 会費を納入すること
- 2) 総会の議決を尊重すること
- 3) 住所, 氏名, 学会機関誌送付先等に変更のある場合は速やかに本学会事務局へ届出ること

第9条 賛助会員は下記の権利及び義務を有する.

(権利)

- 1) 本学会が刊行する機関誌及び図書等の優先的頒布を受けること
- 2) 学術集会への参加ができること

(義務)

- 1) 会費を納入すること
- 2) 総会の議決を尊重すること
- 3) 住所, 氏名, 学会機関誌送付先等に変更のある場合は速やかに本学会事務局へ届出ること

(休会及び手続き)

第10条 留学のために休会を希望する者は, 下記の事項を具備することを要する.

- 1) 所定の休会届に所要事項を記入, 署名の上, 休会事由となる公的な証明書を添えて本学会事務局へ提出すること
- 2) 休会事由が終了した際, 復会することを条件に休会を認めることとする
- 3) 休会中は会費の納入を免除する. 但し, その権利は一時的に喪失することとする
- 4) 復会する際は, 住所, 氏名, 学会機関誌送付先等を速やかに本学会事務局に届出ること

附 則

- 1 この細則の変更は理事会で行う.
- 2 この細則は平成23年12月5日から施行する.

## 名誉会員

青木 虎吉	青木 治人	赤松 功也	東 博彦	阿部 宗昭
井形 高明	生田 義和	石井 清一	伊勢亀富士朗	今井 望
今給黎篤弘	岡崎 壯之	荻野 利彦	越智 隆弘	城所 靖郎
黒澤 尚	河野 一郎	腰野 富久	榊田喜三郎	四宮 謙一
霜 礼次郎	白井 康正	高木 克公	高倉 義典	竹田 毅
田島 寶	田島 直也	立入 克敏	土屋 正光	富田 勝郎
鞆田 幸徳	中嶋 寛之	丹羽 滋郎	浜田 良機	林 浩一郎
藤澤 幸三	松井 宣夫	三浦 隆行	茂手木三男	守屋 秀繁
山本 博司	龍 順之助	渡辺 好博		

## 海外特別会員

Bernard R. Cahill      Wolf-Dieter Montag      W. Pforringer      George A. Snook

## 理事

○麻生 邦一	大塚 隆信	加藤 公	木村 雅史	久保 俊一
酒井 宏哉	◎高岸 憲二	田中 康仁	帖佐 悦男	筒井 廣明
福林 徹	別府 諸兄	○松本 秀男	宮川 俊平	山下 敏彦

◎理事長      ○副理事長

## 監事

齊藤 明義      山本 晴康

## 代議員

相澤 充	青木 光広	青木 喜満	麻生 邦一	麻生 伸一
阿部 信寛	阿部 均	雨宮 雷太	飯澤 典茂	池田耕太郎
池田 浩夫	池田 浩	石橋 恭之	一戸 貞文	井手 淳二
井樋 栄二	伊藤 恵康	稲垣 克記	井上 雅之	入江 一憲
岩佐 潤二	岩噌 弘志	岩本 英明	岩本 幸英	内尾 祐司
内山 英司	内山 善康	大久保 衛	大谷 俊郎	大塚 隆信
大槻 伸吾	大野 和則	大場 俊二	大庭 英雄	大森 豪
岡田知佐子	岡村 良久	小倉 雅	奥脇 透	尾崎 敏文
柏口 新二	片岡 洋一	加藤 公	金谷 文則	金岡 恒治
亀山 泰	川上 照彦	川口 宗義	喜久生明男	北岡 克彦
木下 裕光	木下 光雄	金 勝乾	木村 雅史	久保 俊一
栗山 節郎	河野 秀樹	後藤 英之	小林 龍生	小林 良充
斉藤 明義	齋藤 知行	齊藤 英知	西良 浩一	佐伯 和彦
酒井 直隆	酒井 宏哉	阪本 桂造	桜庭 景植	鮫島 康仁
塩谷 英司	柴田 陽三	清水 克時	清水 邦明	清水 卓也
清水 正人	下條 仁士	常德 剛	白倉 賢二	新城 宏隆
進藤 裕幸	菅谷 啓之	杉田 健彦	杉本 和也	杉本 勝正
鈴木 啓之	副島 修	副島 崇	園田 昌毅	高尾 良英
高岸 憲二	高杉紳一郎	高橋 敏明	高原 政利	瀧川宗一郎
竹内 良平	竹下 満	竹田 秀明	田島 吾郎	立花 陽明
田中 寿一	田中 康仁	谷 俊一	帖佐 悦男	塚原 隆司
月坂 和宏	月村 泰規	辻野 昭人	土屋 明弘	土谷 一晃
土屋 弘行	筒井 廣明	津村 暢宏	藤 哲	遠山 晴一
戸祭 正喜	鳥居 俊	内藤 正俊	中川 晃一	中川 照彦
中川 泰彰	中島 育昌	中山正一郎	成田 哲也	成田 寛志
乗松 敏晴	馬場 久敏	林 英俊	林 正典	林 光俊
原 邦夫	樋口 潤一	平岡 久忠	平沼 憲治	平野 篤
福島 重宣	福田 亜紀	福田 潤	福林 徹	藤井 康成
藤谷 博人	古府 照男	古谷 正博	別府 諸兄	星川 吉光
布袋屋 浩	洞口 敬	堀川 哲男	堀部 秀二	本庄 宏司
前田 朗	増島 篤	益田 和明	松浦 哲也	松末 吉隆
松本 秀男	松本 学	丸毛 啓史	三浦 裕正	三木 英之
水田 博志	三谷 玄弥	三橋 成行	緑川 孝二	南 和文
宮川 俊平	武藤 芳照	宗田 大	村 成幸	村上 秀孝
村上 元庸	森 淳	森川 嗣夫	森澤 豊	安井 夏生
安田 稔人	山賀 寛	山上 亨	山岸 恒雄	山崎 哲也
山下 敏彦	山田 均	山村 俊昭	山本 謙吾	山本 晴康
柚木 脩	横江 清司	吉川 玄逸	吉田 宗人	吉矢 晋一
和田 佑一	渡邊 幹彦	渡會 公治		

(193名；敬称略，50音順)

## 2011年度 各種委員会委員

◎担当理事 ○委員長 ●アドバイザー

### 総務委員会

◎/○松本 秀男 ●高岸 憲二  
麻生 邦一 筒井 廣明 藤 哲 別府 諸兄

### 財務委員会

◎/○麻生 邦一  
青木 光広 大谷 俊郎 副島 修

### 編集委員会

◎山下 敏彦 ○中川 泰彰  
阿部 均 池田 浩 石橋 恭之 西良 浩一 副島 崇  
高橋 敏明 高原 政利 竹内 良平 鳥居 俊 中山正一郎  
森澤 豊

### 学術検討委員会

◎宮川 俊平 ○藤谷 博人  
青木 光広 井手 淳二 小林 良充 渡邊 幹彦

### 広報委員会

◎酒井 宏哉 ○亀山 泰 ●川上 照彦  
大槻 伸吾 金岡 恒治 杉本 勝正 戸祭 正喜 山崎 哲也

### 国際委員会

◎別府 諸兄 ○金谷 文則  
稲垣 克記 清水 邦明 菅谷 啓之 堀部 秀二 丸毛 啓史

### 教育研修委員会

◎久保 俊一 ○水田 博志 ●大久保 衛 ●武藤 芳照 ●柏口 新二  
岩本 英明 岡村 良久 園田 昌毅 遠山 晴一 松浦 哲也

### 社会保険委員会

◎木村 雅史 ○中川 照彦 ●土屋 正光 ●斉藤 明義  
小林 龍生 齋藤 知行 桜庭 景植 立花 陽明 土屋 明弘  
洞口 敬

### メンバーシップ委員会

◎大塚 隆信  
後藤 英之 辻野 昭人 本庄 宏司 三橋 成行 吉田 宗人

### ガイドライン策定委員会

◎田中 康仁      ●帖佐 悦男  
新井賢一郎      杉本 和也      森      淳      安田 稔人      山本恵太郎

### 定款等検討委員会

◎加藤      公      ●吉矢 晋一  
入江 一憲      白倉 賢二      杉田 健彦      高杉紳一郎      三浦 裕正

### 学会活性化検討委員会

◎筒井 廣明      ○石橋 恭之  
岩本 英明      金森 章浩      桜庭 景植      田中 寿一

# 学会開催のお知らせ

## 第20回よこはまスポーツ整形外科フォーラム

会 期：平成24年6月10日(日)9:30～17:00(受付開始8:45)

場 所：パシフィコ横浜会議センター3階(301+302)

〒220-0012 横浜市西区みなとみらい1-1-1

TEL：045-221-2155

JR, 市営地下鉄 桜木町駅より徒歩12分, バス7分, タクシー5分

みなとみらい線 みなとみらい駅より徒歩3分

横浜駅よりタクシー7分

会 長：三橋 成行(藤沢市民病院 整形外科部長)

会 費：ドクター 5,000円

コ・メディカル 3,000円

学生 2,000円(学生証をご提示ください)

※参加申込は、当日会場にて行います。

学会内容：(午前) 一般演題

パネルディスカッション

「コンタクトスポーツと医科学サポート」

(午後) ランチョンセミナー

「投球障害肩の診断とリハビリテーション治療」

昭和大学藤ヶ丘リハビリテーション病院 整形外科 教授 筒井 廣明 先生  
特別講演 日整会教育研修講演

「ラグビー日本代表チームにおけるメディカルサポート」

久留米大学 整形外科 村上 秀孝 先生

パネルディスカッション

「スポーツと腰痛」

日本医師会 認定健康スポーツ医(資格継続単位)

専門認定理学療法士制度(資格継続単位)

健康運動指導士・健康運動実践指導者(資格継続単位)

日本リハビリテーション学会 専門医(資格継続単位)

学会 HP：<http://ysof.umin.jp/index.htm>

---

## 第25回 日本臨床整形外科学会学術集会・関西

会 期：平成24年7月15日(日), 16日(月・海の日)

会 場：神戸国際会議場  
神戸市中央区港島中町6-9-1  
TEL：078-302-5200

会 長：西岡 淳一

URL：http://jcoa25.jtbcom.co.jp/

内 容：1. 教育研修講演  
2. シンポジウム  
3. パネルディスカッション  
4. 一般演題

※演題募集は終了しました.

問い合わせ先：〒530-0001 大阪市北区梅田3-3-10 梅田ダイビル4F  
株式会社JTBコミュニケーションズ コンベンション事業局内  
TEL：06-6348-1391 FAX：06-6456-4105 E-mail：jcoa25@jtbcom.co.jp

---

## 第37回日本足の外科学会・学術集会のおしらせ

名 称：第37回日本足の外科学会・学術集会  
会 期：平成24年10月18日(木)、19日(金)  
会 場：ザ・プリンス箱根(〒250-0592 神奈川県足柄下郡箱根町元箱根144)  
会 長：仁木 久照(聖マリアンナ医科大学整形外科学講座 准教授)  
テーマ：「足の外科医が目指すもの、求められるもの」

演題募集期間：平成24年4月11日(水)～6月6日(水)

主題予定(一部指定演題あり)：

1. 成人期扁平足の基礎と臨床
2. 先天性内反足の手術療法—いま、次世代に伝えるもの—
3. 生物学的製剤時代におけるリウマチ足の治療
4. 距骨下関節 up to date
5. 足の外科におけるインストゥルメンテーション手術
6. 高齢者外反母趾に対する手術
7. 足の外科における超音波検査の治療への応用
8. 足の外科における創外固定の応用
9. 新鮮踵骨骨折に対する最小侵襲手術
10. リスフラン関節損傷の診断と治療
11. 足関節周辺インピンジメント症候群の病態、診断、治療
12. 難治性足部スポーツ障害の治療
13. 変形性足関節症の手術療法
14. 足の外科と DVT (深部静脈血栓症)
15. 診断、治療に難渋した足根骨癒合症
16. 足の外科における保険診療
17. 足の外科における関節外鏡視下手術

詳細は下記ホームページをご覧ください。

学術集会ホームページ URL：<http://www.congre.co.jp/jssf2012/>

学会・運営事務局：聖マリアンナ医科大学整形外科学講座内  
〒216-8511 神奈川県川崎市宮前区菅生2-16-1  
TEL：044-977-8111(内線3435) FAX：044-977-9683  
E-mail：37jssf@marianna-u.ac.jp

# 事務局からのお知らせ

## American Journal of Sports Medicine (AJSM) の購読について

日本整形外科スポーツ医学会の会員は、American Journal of Sports Medicine (AJSM：年12冊発行)を特別優待価格で購読することができます。

	一般価格	特別優待価格
AJSM購読	\$183.-	\$102.-
オンライン購読	一般向けサービスなし	\$ 30.-

AJSM購読、オンライン購読のどちらにお申し込みいただいても、1972年の創刊号以降の全刊行物にアクセスが可能です。

特別優待価格での購読を希望される会員のかたは、事務局あてメールにて購読希望である旨をご連絡ください。追ってお申し込みについてのご案内をお送りしますので、各自購入手続を進めてください。

## 会員登録情報の変更について

勤務先、自宅などが変更となりました際は、お早めに事務局あてメールにてご連絡ください。ご連絡がない場合、学会誌をはじめ事務局からのご案内がお手元に届かないことがありますのでご了承ください。

## 学会ホームページおよびメールアドレスのドメイン変更について

2011年12月の一般社団法人化に伴って、学会ホームページおよび事務局メールアドレスのドメインを2012年1月20日より下記に変更いたしましたので、ご登録を変更してください。

学会ホームページ <http://jossm.or.jp/>

事務局メールアドレス [info@jossm.or.jp](mailto:info@jossm.or.jp)

### ■事務局連絡先

一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会 事務局  
〒102-8481 東京都千代田区麹町5-1 弘済会館ビル  
株式会社コングレ内

TEL：03-3263-5896 / FAX：03-5216-3115

E-mail：info@jossm.or.jp

## 編集後記

積雪が多かった長い冬が終わり、ようやく暖かくなってきました。桜前線も少しずつ北上しています。人々も新しい方向に向かって、新生活に入りつつあります。

忘れもしない、昨年(2011年)の3月11日、東日本一帯が大災害が襲いました。誰しもが、かつて経験した事のない規模の大災害に見舞われました。突然、人生が変わってしまった人が多く見受けられました。悲しみ、戸惑い、その中から人々は、少しずつお互いを励ましあいながら、助け合い前進しようとしています。

我々は、医師という立場から、現地に赴き様々な医療活動を行ったり、できる限りの援助を今も行っています。現地では、未だに瓦礫処理が進まず、福島では放射能の汚染の危機が続いています。

その中で、若者たちは元気にスポーツに熱中できる様になりました。第84回春の高校野球選抜大会での石巻工業高校の阿部主将の宣誓は、人々の絆を表現した、心に残る見事なものでありました。東北の人たちの、人を思いやる気持ちと、粘り強く、我慢強い態度には、頭が下がる思いです。このような人たちと同じ国に生きているという誇りを我々も感じるものであります。

今回の本学会誌は、ACL再建術の術後評価の特集から6題の論文があります。膝、肩、腰などの鏡視下手術や、野球の投球解析、ラグビーの安全度評価など、様々な角度からの力のこもった、これからの繋がりそうな論文が目立ちました。これらの論文の総数は16を数えました。まだまだ、研究を継続し、スポーツ医学を発展させて欲しいものです。

医師というものは、人一倍、人と関わり合いを持ち、人のために尽くしたいと考えている事と思います。プロの選手を筆頭に、沢山の選手が災害の現場を訪れて、スポーツを通じて自分の気持ちを伝え、必死に人々を励まそうとする姿には、心を打たれます。その選手たちに治療や予防という観点から、我々が関わっていたとすれば、診療や研究にも力が入ります。我々が専門とするスポーツ医学という分野を通して、様々な形で関わり合いを持ってたら幸いと思っています。

(文責・阿部 均)

JAPANESE JOURNAL OF ORTHOPAEDIC SPORTS MEDICINE  
2012・VOL.32 NO.2

CHIEF EDITOR  
YASUAKI NAKAGAWA,M.D.

### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

HITOSHI ABE,M.D.	HIROSHI IKEDA,M.D.	YASUYUKI ISHIBASHI,M.D.
KOICHI SAIRYO,M.D.	TAKASHI SOEJIMA,M.D.	TOSHIAKI TAKAHASHI,M.D.
MASATOSHI TAKAHARA,M.D.	RYOHEI TAKEUCHI,M.D.	SUGURU TORII,M.D.
SHOICHIRO NAKAYAMA,M.D.	YUTAKA MORISAWA,M.D.	

THE JAPANESE ORTHOPAEDIC SOCIETY FOR SPORTS MEDICINE  
%o Congress Corporation, Kohsai-kaikan Bldg., 5-1 Kojimachi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8481 JAPAN

## 「日本整形外科スポーツ医学会雑誌」VOL.32 NO.2

2012年5月31日 発行

発行／一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会

### 編集委員会(2011年度)

◎山下 敏彦					
◎中川 泰彰	阿部 均	池田 浩	石橋 恭之		
西良 浩一	副島 崇	高橋 敏明	高原 政利		
竹内 良平	鳥居 俊	中山正一郎	森澤 豊		
		(◎担当理事	○委員長)		



# 急性疼痛<sup>\*</sup>に新たな選択肢

<sup>\*</sup>手術後、外傷後並びに抜歯後の消炎・鎮痛

# CELECOX



非ステロイド性消炎・鎮痛剤 (COX-2選択的阻害剤) 薬価基準収載

## セレコックス錠

100mg  
200mg

製薬、処方せん医薬品 (注意—医師等の処方せんにより使用すること) セレコキシブ錠

## 急性疼痛<sup>\*</sup>の 効能・効果追加

<sup>\*</sup>手術後、外傷後並びに  
抜歯後の消炎・鎮痛

### 【警告】

外国において、シクロオキシゲナーゼ (COX)-2選択的阻害剤等の投与により、心筋梗塞、脳卒中等の重篤で場合によっては致命的な心血管系血栓塞栓性事象のリスクを増大させる可能性があり、これらのリスクは使用期間とともに増大する可能性があることと報告されている。《用法・用量に関連する使用上の注意》、「慎重投与」、「重要な基本的注意」、「重大な副作用」、「臨床成績」の項参照

### 【禁忌 (次の患者には投与しないこと)】

(1) 本剤の成分又はスルホニアミドに対し過敏症の既往歴のある患者  
(2) アスピリン喘息 (非ステロイド性消炎・鎮痛剤等による喘息発作の誘発) 又はその既往歴のある患者 (3) 消化性潰瘍のある患者 (「慎重投与」の項参照) (4) 重篤な肝障害のある患者 (5) 重篤な腎障害のある患者 (6) 重篤な心機能不全のある患者 (7) 冠動脈バイパス再建術の周術期患者 (8) 妊娠末期の婦人 (「妊婦、産婦、授乳婦等への投与」の項参照)

### 【効能・効果】 下記疾患並びに症状の消炎・鎮痛

関節リウマチ、変形性関節症、腰痛症、肩関節周囲炎、頸肩腕症候群、腱・腱鞘炎  
手術後、外傷後並びに抜歯後の消炎・鎮痛

【用法・用量】 関節リウマチ 通常、成人にはセレコキシブとして1回100～200mgを1日2回、朝・夕食後に経口投与する。変形性関節症、腰痛症、肩関節周囲炎、頸肩腕症候群、腱・腱鞘炎 通常、成人にはセレコキシブとして1回100mgを1日2回、朝・夕食後に経口投与する。手術後、外傷後並びに抜歯後の消炎・鎮痛 通常、成人にはセレコキシブとして初回のみ400mg、2回目以降は1回200mgとして1日2回経口投与する。なお、投与間隔は6時間以上あけること。頓用の場合は、初回のみ400mg、必要に応じて以降は200mgを6時間以上あけて経口投与する。ただし、1日2回までとする。

### 【用法・用量に関連する使用上の注意】

(1) 本剤を使用する場合は、有効最小量を可能な限り短期間投与することに留め、長期にわたり漫然と投与しないこと。《重要な基本的注意》の項参照 (2) 慢性疾患 (関節リウマチ、変形性関節症等) に対する使用において、本剤の投与開始後2～4週間を経過しても治療効果が改善が認められない場合は、他の治療法の選択について考慮すること。 (3) 急性疾患 (手術後、外傷後並びに抜歯後の消炎・鎮痛) に対する使用において、初回の投与量が2回目以降と異なることに留意すること。また、患者に対し服用方法について十分説明すること。 (4) 本剤の1年を超える長期投与時の安全性は確立されておらず、外国において、本剤の長期投与により、心筋梗塞、脳卒中等の重篤で場合によっては致命的な心血管系血栓塞栓性事象の発現を増加させるとの報告がある。《国内では1年を超える臨床経験がない。》

【使用上の注意】 (抜粋) 1. 慎重投与 (次の患者には慎重に投与すること) (1) 心血管系疾患又はその既往歴のある患者 (「重要な基本的注意」の項参照) (2) 心機能障害のある患者 (3) 高血圧症のある患者 (4) 消化性潰瘍の既往歴のある患者 (5) 非ステロイド性消炎・鎮痛剤の長期投与による消化性潰瘍のある患者で、本剤の長期投与が必要であり、かつミソプロストールによる治療が行われている患者 (6) 気管支喘息のある患者 (7) 肝障害又はその既往歴のある患者 (8) 腎障害又はその既往歴のある患者 (9) 高齢者 2. 重要な基本的注意 (1) 本剤の投与により、心筋梗塞、脳卒中等の重篤で場合によっては致命的な心血管系血栓塞栓性事象が発現するおそれがあるため、観察を十分に行い、これらの徴候及び症状の発現には十分に注意すること。《副作用の項参照》 (2) 本剤には血小板に対する作用がないので、心血管系疾患予防の目的でアスピリンの代替薬として使用しないこと。抗血小板療法を行っている患者については、本剤投与に伴い、その治療を中止してはならない。 (3) 国内で患者を対象に実施した臨床試験ではCOX-2に対して選択性の高い本剤と選択性の低い非ステロイド性消炎・鎮痛剤による消化管の副作用発現率に差は認められなかった。特に、消化管障害発生のリスクファクターの高い患者への投与に際しては副作用の発現に十分な観察を行うこと。 (4) 本剤の投与により、中毒性表皮壊死融解症 (Toxic Epidermal Necrolysis: TEN)、皮膚粘膜眼症候群 (Stevens-Johnson症候群) 等の重篤で場合によっては致

命的な皮膚症状が発現するおそれがあり、多くの場合、これらの事象は投与開始後1カ月以内に発現しているため、治療初期には特に注意すること。《副作用》の項参照 (5) 慢性疾患 (関節リウマチ、変形性関節症等) に対し本剤を用いる場合には、次の事項を考慮すること。 (1) 定期的あるいは必要に応じて臨床検査 (尿検査、血液検査、腎機能検査、肝機能検査、心電図検査及び便潜血検査等) を行い、異常が認められた場合には、休薬や投与中止等の適切な処置を行うこと。 (2) 消炎・鎮痛剤による治療は原因療法ではなく、対症療法であることに留意すること。また、薬物療法以外の療法も考慮すること。 (6) 慢性疾患 (手術後、外傷後並びに抜歯後の消炎・鎮痛) に対し本剤を用いる場合には、次の事項を考慮すること。 (1) 急性炎症及び疼痛の程度を考慮し、投与すること。 (2) 原則として長期投与を避けること。 (3) 原因療法があればこれを行い、本剤を漫然と投与しないこと。 (7) 他の消炎・鎮痛剤 (心血管系疾患予防の目的で使用するアスピリンを除く) との投与は避けることが望ましい。 (8) 本剤で報告されている薬理作用により、感染症を不顕性化するおそれがあるため、感染症の発現に十分に注意し慎重に投与すること。 (9) 浮動性めまい、回転性めまい、傾倒等が起こることがあるため、自動車の運転等危険を伴う作業に従事する場合には注意させること。 3. 相互作用 本剤は、主として薬物代謝酵素CYP2C9で代謝される。また、本剤はCYP2D6の基質ではないが、CYP2D6の阻害作用を有する。併用注意 (併用に注意すること) ACE阻害剤 (エナプ、リザルム、イミダプリル塩酸塩、テモカプリル塩酸塩等)、アンジオテンシンII受容体拮抗剤 (カンデサルタンシキセチル、バルサルタン、ロサルタンカリウム等)、フロセミド、チアジド系利尿剤 (トクメチアジド、ヒドロクロロチアジド等)、アスピリン、リチウム、フルコナゾール、フルバスタチン、クマンシン系抗凝固剤 (ワルファリン)、パロキセチン、デキストロメトラン、制酸剤 (アルミニウム製剤、マグネシウム製剤等) 4. 副作用 ○関節リウマチ及び変形性関節症 国内臨床試験では、関節リウマチ及び変形性関節症患者の安全性評価症例1734例中、臨床検査値異常を含む副作用発現症例は426例 (24.6%) であった。 (承認時: 2007年1月) ○腰痛症、肩関節周囲炎、頸肩腕症候群及び腱・腱鞘炎 国内臨床試験では、腰痛症、肩関節周囲炎、頸肩腕症候群及び腱・腱鞘炎患者の安全性評価症例1304例中、臨床検査値異常を含む副作用発現症例は451例 (34.6%) であった。 (効能・効果追加時: 2009年6月) ○手術後、外傷後並びに抜歯後の消炎・鎮痛 国内臨床試験では、手術後患者、外傷後患者及び抜歯後患者の安全性評価症例861例中、臨床検査値異常を含む副作用発現症例は113例 (13.1%) であった。 (効能・効果追加時: 2011年12月) (1) 重大な副作用 ① ショック、アナフィラキシー様症状 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>): ショック、アナフィラキシー様症状、呼吸困難、血管浮腫、血管炎、気管支痙攣等の重篤な過敏症の発現が報告されているので、このような症状が認められた場合は投与を中止し、適切な処置を行うこと。 ② 消化性潰瘍 (0.2%)、消化管出血 (0.1%未満)、消化管穿孔 (頻度不明<sup>注</sup>): 消化性潰瘍、消化管出血、消化管穿孔の発現が報告されているので、吐血、下血 (メレナ) 等の症状が認められた場合は投与を中止し、適切な処置を行うこと。 ③ 心筋梗塞、脳卒中 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>): 心筋梗塞、脳卒中等の重篤で場合によっては致命的な心血管系血栓塞栓性事象が報告されているので、このような症状が認められた場合は投与を中止し、適切な処置を行うこと。 ④ 心不全、うつ血性心不全 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>): 心不全、うつ血性心不全の発現が報告されているので、このような症状が認められた場合は投与を中止し、適切な処置を行うこと。 ⑤ 肝不全、肝炎 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>)、肝機能障害 (0.1%未満)、黄疸 (頻度不明<sup>注</sup>): 肝不全、肝炎、AST (GOT)、ALT (GPT)、ビリルビン等の上昇、黄疸の発現が報告されているので、定期的に肝機能検査を行うなど観察を十分に行い、異常が認められた場合は投与を中止するなど、適切な処置を行うこと。 ⑥ 再生不良性貧血、汎血球減少症、無顆粒球症 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>): 再生不良性貧血、汎血球減少症、無顆粒球症、白血球減少症、血小板減少症の発現が報告されているので、このような異常が認められた場合は投与を中止し、適切な処置を行うこと。 ⑦ 急性腎不全、間質性腎炎 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>): 急性腎不全、間質性腎炎等の重篤な腎障害の発現が報告されているので、定期的に腎機能検査を行うなど観察を十分に行い、異常が認められた場合は投与を中止するなど、適切な処置を行うこと。 ⑧ 中毒性表皮壊死融解症 (Toxic Epidermal Necrolysis: TEN)、皮膚粘膜眼症候群 (Stevens-Johnson症候群)、多形紅斑、剥脱性皮膚炎 (いずれも頻度不明<sup>注</sup>): 中毒性表皮壊死融解症、皮膚粘膜眼症候群、多形紅斑、剥脱性皮膚炎等の重篤で場合によっては致命的な皮膚症状の発現が報告されているので、観察を十分に行い、発疹、粘膜炎等もしくは他の過敏症に関連する徴候が認められた場合は直ちに投与を中止し、適切な処置を行うこと。 注) 外国の臨床試験成績及び外国の市販後の自発報告に基づき記載のため頻度不明とした。

●その他の使用上の注意等につきましては、製品添付文書をご参照ください。

製造販売 **アステラス製薬株式会社**  
東京都板橋区蓮根3-17-1  
【資料請求先】 本社 / 東京都中央区日本橋本町2-3-11

販売提携 **ファイザー株式会社**  
〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7  
資料情報センター

2012年2月作成。265×180mm



プロトンポンプインヒビター

処方せん医薬品<sup>※</sup>

薬価基準収載

**タケプロン**<sup>®</sup>

(ランソプラゾールカプセル&口腔内崩壊錠、注射用ランソプラゾール)

カプセル 15・30

OD錠 15・30

静注用 30mg

処方せん医薬品<sup>※</sup>

薬価基準収載

**ランサップ**<sup>®</sup> 400・800

(ランソプラゾールカプセル、日本薬局方アモキシシリンカプセル、日本薬局方クラリスロマイシン錠)

処方せん医薬品<sup>※</sup>

薬価基準収載

**ランピオン**<sup>®</sup> パック

(ランソプラゾールカプセル、日本薬局方アモキシシリンカプセル、日本薬局方メトロニダゾール錠)

注) 注意—医師等の処方せんにより使用すること

効能・効果、用法・用量、禁忌(原則禁忌を含む)、  
使用上の注意等については添付文書をご参照  
ください。

〔資料請求先〕



武田薬品工業株式会社

〒540-8645 大阪市中央区道修町四丁目1番1号  
<http://www.takeda.co.jp/>

2011年1月作成



慢性疼痛/抜歯後疼痛治療剤

劇薬 処方せん医薬品\*



# トラムセツト<sup>®</sup>配合錠



Tramcet<sup>®</sup> Combination Tablets

トラマドール塩酸塩/アセトアミノフェン配合錠

薬価基準収載

\*注意一医師等の処方せんにより使用すること

効能・効果、用法・用量、警告・禁忌を含む使用上の注意等については、添付文書をご参照ください。



骨粗鬆症治療薬

# フォサマック<sup>®</sup>錠35mg

Fosamac<sup>®</sup> Tablets 35mg

日本薬局方 アレンドロン酸ナトリウム錠

劇薬・処方せん医薬品・注意—医師等の処方せんにより使用すること

〈薬価基準収載〉

【効能・効果】、【用法・用量】、【用法・用量に関連する使用上の注意】、【禁忌を含む使用上の注意】は、製品添付文書をご参照ください。



製造販売元 [資料請求先]  
**MSD株式会社**

〒102-8667 東京都千代田区九段北 1-13-12 北の丸スクエア  
<http://www.msd.co.jp/>

# 9つの 疾患・症状に 効果のある 経皮鎮痛消炎剤



※詳細は、効能・効果の項目をご参照下さい。



経皮鎮痛消炎剤 ケトプロフェン 2% 【薬価基準収載】  
**モーラステープ® 20mg**

経皮鎮痛消炎剤 ケトプロフェン 2% 【薬価基準収載】  
**モーラステープL® 40mg**

### 【禁忌】(次の患者には使用しないこと)

- 本剤又は本剤の成分に対して過敏症の既往歴のある患者  
(「重要な基本的注意」の項(1)参照)
- アスピリン喘息(非ステロイド性消炎鎮痛剤等による喘息発作の誘発)又はその既往歴のある患者[喘息発作を誘発するおそれがある。]
- チアプロフェン酸、スプロフェン、フェニチン並びにオキシベンゾン及びオクトクリレンを含有する製品(サンスクリーン、香水等)に対して過敏症の既往歴のある患者[これらの成分に対して過敏症の既往歴のある患者では、本剤に対しても過敏症を示すおそれがある。]
- 光線過敏症の既往歴のある患者  
[光線過敏症を誘発するおそれがある。]

### 【効能・効果】

- 下記疾患並びに症状の鎮痛・消炎
  - 腰痛症(筋・筋膜性腰痛症、変形性脊椎症、椎間板症、腰椎捻挫)、変形性関節症、肩関節周囲炎、腱鞘炎、腱周炎、上腕骨上顆炎(テニス肘等)、筋肉痛、外傷後の腫脹・疼痛
  - 関節リウマチにおける関節局所の鎮痛

### 【効能・効果に関連する使用上の注意】

- 本剤の使用により重篤な接触皮膚炎、光線過敏症が発現することがあり、中には重度の全身性発疹に進展する例が報告されているので、疾病の治療上の必要性を十分に検討の上、治療上の有益性が危険性を上回る場合にのみ使用すること。
- 損傷皮膚には本剤を使用しないこと。

### 【用法・用量】

1日1回患部に貼付する。

### 【使用上の注意】

- 慎重投与(次の患者には慎重に使用すること)
  - 気管支喘息のある患者[アスピリン喘息患者が潜在しているおそれがある。](「重大な副作用」の項(2)参照)
  - 妊娠後期の女性(「妊婦、産婦、授乳婦等への投与」の項参照)
- 重要な基本的注意
  - 本剤又は本剤の成分により過敏症(紅斑、発疹・発赤、腫脹、刺激感、痒痒等を含む)を発現したことがある患者には使用しないこと。
  - 接触皮膚炎又は光線過敏症を発現することがあり、中には重度の全身性発疹に至った症例も報告されているので、使用前に患者に対し次の指導を十分に行うこと。(「重大な副作用」の項(3)(4)参照)
    - 紫外線曝露の有無にかかわらず、接触皮膚炎を発現することがあるので、発疹・発赤、痒痒感、刺激感等の皮膚症状が認められた場合には、直ちに使用を中止し、患部を遮光し、受診すること。なお、使用後数日を経過して発現する場合があるので、同様に注意すること。
    - 光線過敏症を発現することがあるので、使用中は天候にかかわらず、戸外の活動を避けるとともに、日常の外出時にも、本剤貼付部を衣服、サポーター等で遮光すること。なお、白い生地や薄手の服は紫外線を透過させるおそれがあるので、紫外線を透過させにくい色の衣服などを着用すること。また、使用後数日から数カ月を経過して発現す

- 本剤による治療は対症療法であるので、症状に応じて薬物療法以外の療法も考慮すること。また、投与が長期にわたる場合には患者の状態を十分に観察し、副作用の発現に留意すること。
- 関節リウマチにおける関節局所の鎮痛に本剤を使用する場合は、以下の点に注意すること。
  - 関節リウマチに対する本剤による治療は対症療法であるので、抗リウマチ薬等による適切な治療が行われ、なお関節に痛みが残る患者のみに使用すること。
  - 関節痛の状態を観察しながら使用し、長期にわたり連続と連用しないこと。また、必要最小限の枚数にとどめること。

### 3. 相互作用

【併用注意】(併用に注意すること)

○トレキザート

### 4. 副作用

○腰痛症、変形性関節症、肩関節周囲炎、腱鞘炎、腱周炎、上腕骨上顆炎、筋肉痛、外傷後の腫脹・疼痛  
総症例1,156例中副作用が報告されたのは57例(4.93%)であり、発現した副作用は、発疹11件、発赤9件、痒痒感18件、刺激感5件等の接触皮膚炎54件(4.67%)、貼付部の膨疹、動悸、顔面及び手の浮腫各1件(0.09%)などであった。(承認時)

○関節リウマチ

総症例525例中副作用が報告されたのは45例(8.57%)であり、発現した副作用は、接触性皮膚炎17件、適用部位痒痒感12件、適用部位紅斑6件、適用部位発疹6件、適用部位皮膚炎3件等であった。(効能追加承認時)  
ほかに医師などの自発的報告により、ショック、アナフィラキシー様症状、喘息発作の誘発(アスピリン喘息)、光線過敏症の発現が報告されている。

### (1) 重大な副作用

- ショック(頻度不明)、アナフィラキシー様症状(0.1%未満)  
ショック、アナフィラキシー様症状(蕁麻疹、呼吸困難、顔面浮腫等)があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認められた場合には使用を中止し、適切な処置を行うこと。
- 喘息発作の誘発(アスピリン喘息)(0.1%未満)  
喘息発作を誘発することがあるので、乾性気管支炎、呼吸困難等の初期症状が発現した場合は使用を中止すること。気管支喘息患者の中には約10%のアスピリン喘息患者が潜在していると考えられているので留意すること。なお、本剤による喘息発作の誘発は、貼付後数時間で発現している。(【禁忌】の項(2)参照)
- 接触皮膚炎(5%未満、重篤例は頻度不明)  
本剤貼付部に発現した痒痒感、刺激感、紅斑、発疹発赤等が悪化し、腫脹、浮腫、水疱びらん等の重篤の皮膚炎症状や色素沈着、色素脱失が発現し、さらに全身に皮膚炎症状が拡大し重篤化することがあるので、異常が認められた場合には直ちに使用を中止し、患部を遮光し、適切な処置を行うこと。なお、使用後数日を経過してから発現することもある。
- 光線過敏症(頻度不明)  
本剤の貼付部を紫外線に曝露することにより、強い痒痒感を伴う紅斑、発疹、刺激感、腫脹、浮腫、水疱びらん等の重篤の皮膚炎症状や色素沈着、色素脱失が発現し、さらに全身に皮膚炎症状が拡大し重篤化することがあるので、異常が認められた場合には直ちに使用を中止し、患部を遮光し、適切な処置を行うこと。なお、使用後数日から数カ月を経過してから発現することもある。

●その他の使用上の注意については添付文書をご参照下さい。

●「禁忌を含む使用上の注意」の改訂に十分ご留意ください。

2012年1月作成

旭化成ファーマ

骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載

# テリボン® 皮下注用56.5 $\mu$ g

注射用テリパラチド酢酸塩

処方せん医薬品\*

Teribone<sup>®</sup>Inj. 56.5 $\mu$ g

\*注意—医師等の処方せんにより使用すること



「効能・効果」、「用法・用量」、「禁忌を含む使用上の注意」、「効能・効果に関連する使用上の注意」、「用法・用量に関連する使用上の注意」等については製品添付文書をご参照ください。

製造販売元(資料請求先)

旭化成ファーマ株式会社

〒101-8101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地

URL: <http://www.asahikasei-pharma.co.jp>

2011.11

骨粗鬆症治療剤

Elcitonin<sup>®</sup>Inj. 20S Elcitonin<sup>®</sup>Inj. 20S Dispo

劇薬、処方せん医薬品\* (エルカトニン注射液)

\*注意—医師等の処方せんにより使用すること

「効能・効果」「用法・用量」「禁忌を含む使用上の注意」等、詳細については製品添付文書をご参照下さい。

製造販売元(資料請求先)  
旭化成ファーマ株式会社  
医薬学術部: 〒101-8101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地  
URL: <http://www.asahikasei-pharma.co.jp>

2011.11

骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載

# エルシトニン®注20S エルシトニン®注20S ディスポ

Elcitonin<sup>®</sup>Inj. 20S Elcitonin<sup>®</sup>Inj. 20S Dispo

劇薬、処方せん医薬品\*

(エルカトニン注射液)

\*注意—医師等の処方せんにより使用すること

「効能・効果」「用法・用量」「禁忌を含む使用上の注意」等、詳細については製品添付文書をご参照下さい。

製造販売元(資料請求先)

旭化成ファーマ株式会社

医薬学術部: 〒101-8101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地

URL: <http://www.asahikasei-pharma.co.jp>

2011.11

# Protection & Healing

しっかり守って、きれいに治す。

胃炎・胃潰瘍治療剤

薬価基準収載

日本薬局方 レバミピド錠

## ムコスタ®錠100mg

Mucosta<sup>®</sup> tablets 100mg

胃炎・胃潰瘍治療剤

薬価基準収載

レバミピド顆粒

## ムコスタ®顆粒20%

Mucosta<sup>®</sup> granules 20%



製造販売元  
大塚製薬株式会社  
東京都千代田区神田町2-9

資料請求先  
大塚製薬株式会社  
信頼性保証本部 医薬情報センター  
〒108-8242 東京都港区港南2-16-4  
品川グランドセントラルタワー

〔禁忌(次の患者には投与しないこと)〕

本剤の成分に対し過敏症の既往歴のある患者

〔効能・効果〕及び〔用法・用量〕

〔効能・効果〕	〔用法・用量〕
胃潰瘍	通常、成人には1回レバミピドとして100mg(ムコスタ錠100mg:1錠、ムコスタ顆粒20%:0.5g)を1日3回、朝、夕及び就寝前に経口投与する。
下記疾患の胃粘膜病変(びらん、出血、発赤、浮腫)の改善 急性胃炎、慢性胃炎の急性増悪期	通常、成人には1回レバミピドとして100mg(ムコスタ錠100mg:1錠、ムコスタ顆粒20%:0.5g)を1日3回経口投与する。

〔使用上の注意〕—抜粋—

副作用

調査症例10,047例中54例(0.54%)に臨床検査値の異常を含む副作用が認められている。このうち65歳以上の高齢者3,035例では18例(0.59%)に副作用がみられた。副作用発現率、副作用の種類においても高齢者と非高齢者と差は認められなかった。(ムコスタ錠100の承認時及び再審査終了時)

以下の副作用には別途市販後に報告された自発報告を含む。

重大な副作用

1. ショック、アナフィラキシー様症状(頻度不明\*): ショック、アナフィラキシー様症状があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。
2. 白血球減少(0.1%未満)、血小板減少(頻度不明\*): 白血球減少、血小板減少があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。
3. 肝機能障害(0.1%未満)、黄疸(頻度不明\*): AST(GOT)、ALT(GPT)、 $\gamma$ -GTP、Al-Pの上昇等を伴う肝機能障害、黄疸があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。

\*: 自発報告において認められた副作用のため頻度不明。

◇その他の使用上の注意等は、添付文書をご参照ください。

(09.10作成)



新発売



骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載

リカルボン錠 50mg

ミノドロン酸水和物錠

RECALBON

刺薬、処方せん医薬品<sup>※1</sup>

注) 薬価等の処方せんにより使用すること

●効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等、  
詳細は製品添付文書をご参照ください。

資料請求先



小野薬品工業株式会社

〒541-8564 大阪市中央区久太郎町1丁目8番2号

111001



末梢性神経障害性疼痛治療剤

リリカ<sup>®</sup> カプセル 25mg・75mg・150mg

プレガバリンカプセル

PREGABALIN CAPSULE

処方せん医薬品 注意—医師等の処方せんにより使用すること

薬価基準収載

製造販売

ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7

製品情報お問い合わせ先：製品情報センター 学術情報ダイヤル

☎0120-664-467

販売提携

エーザイ株式会社

〒112-8088 東京都文京区小石川4-6-10

製品情報お問い合わせ先：お客様ホッパイン

☎0120-419-497

●効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等につ  
いては添付文書をご参照ください。

2011年6月作成



骨粗鬆症治療剤(活性型ビタミンD<sub>3</sub>製剤)  
劇薬 処方せん医薬品<sup>※</sup>

薬価基準収載

**エディロール<sup>®</sup>カプセル** 0.5 $\mu$ g  
0.75 $\mu$ g  
**EDIROL<sup>®</sup>**

エルデカルシトールカプセル  
注) 注意—医師等の処方せんにより使用すること

® 中外製薬株式会社登録商標

※「効能・効果」、「用法・用量」、「禁忌を含む使用上の注意」等詳細については、添付文書をご参照ください。



製造販売元 [資料請求先]



**中外製薬株式会社**  
〒103-8324 東京都中央区日本橋室町2-1-1

Roche ロシュ グループ



発売 [資料請求先]

**大正富山医薬品株式会社**  
〒170-8635 東京都豊島区高田3-25-1

2012年4月作成