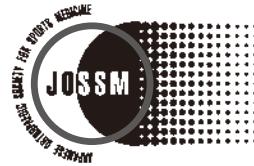


Japanese Journal of  
**ORTHOPAEDIC  
SPORTS  
MEDICINE**



一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会



# 目 次

<第39回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アンチエイジングのためのスポーツ」>

1. 序 文

筑波大学大学院人間総合科学研究科 宮川 俊平ほか …… 1

<第39回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アンチエイジングのためのスポーツ」>

2. 高齢者における運動器の健康とそのエビデンス

Epidemiological Evidence for Musculoskeletal Disorders

東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野 西脇 祐司 …… 3

<第39回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アンチエイジングのためのスポーツ」>

3. 骨代謝改善に果たすスポーツの役割

The Role of Physical Activity on Bone Metabolism

新潟リハビリテーション病院整形外科 山本 智章 …… 9

<第39回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アンチエイジングのためのスポーツ」>

4. 自転車運動による高齢者の健康づくり

Health Promotion with Cycling Exercise for Elderly Adults

名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科 高石 鉄雄 …… 13

<学術プロジェクト研究助成論文>

5. 学校プールでの安全な飛び込み方法の解明—最大頭部到達深度に関与する因子—

A Breakthrough of Safe Diving at School Swimming Pools

— A Factor Related with Maximum Head Depth —

筑波大学附属水戸地域医療教育センター整形外科 辰村 正紀ほか …… 18

<学術プロジェクト研究助成論文>

6. 超音波エラストグラフィを用いたアキレス腱の弾性の定量的評価

Quantitative Evaluation of Achilles Tendon Elasticity Using Ultrasound

Elastography

千葉大学大学院医学研究院整形外科学 山口 智志ほか …… 24

<学術プロジェクト研究助成論文>

7. スノーボード外傷のリスクを低減させるプロテクターの検討

Effect of Protective Gear on Snowboarding Injuries

揖斐厚生病院整形外科 若原 和彦ほか …… 29

8. 高校野球選手の肩痛に関連する身体所見の特徴  
Physical Characteristics of High School Baseball Players with Throwing Disorders  
弘前大学大学院医学研究科整形外科学講座 前田 周吾ほか …… 33
9. Early cocking 相の上肢姿勢がボール・リリース時の肩関節姿勢に与える影響  
Influence of the Upper Extremity Posture During the Early Cocking Phase on the Shoulder Orientation at Ball Release in Baseball Pitching  
信原病院・バイオメカニクス研究所 田中 洋ほか …… 37
10. 原テストにおける CAT と HFT は肩後方タイトネスの評価に有用である  
CAT and HFT in the Hara Test Are Useful to Evaluate Posterior Shoulder Tightness  
ベリタス病院リハビリテーション科 今井 直樹ほか …… 44
11. 高校バレーボール部男子部員の肩関節検診  
The Medical Check of Shoulder for High School Volleyball Players  
朝日大学歯学部スポーツ整形外科 塚原 隆司ほか …… 49
12. 外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下 Bankart 修復術後のスポーツ復帰評価  
Evaluation of Return to Sports Competition of the Athletes Received Arthroscopic Bankart Repair  
大阪府済生会吹田病院整形外科 平田 正純ほか …… 55
13. フットサル選手の足部形態と下肢傷害の関連性  
Relationship Between Foot Morphology and Lower Extremity Injury in Futsal Players  
仙台北部整形外科スポーツクリニックリハビリテーション科 澤口 悠紀ほか …… 59
14. FIFA The 11 + の検討  
—ポジトロン断層撮影 (PET) による下肢・下部体幹骨格筋活動の評価—  
Lower Extremity and Trunk Muscle Activity During FIFA 11 + Program Evaluated by Positron Emission Tomography  
金沢大学大学院整形外科 中瀬 順介ほか …… 64
15. 後外側束を温存した前十字靭帯補強術における前内側束の脛骨骨孔位置の検討  
The Investigation of Tibial Tunnel Position for Anteromedial Bundle Augmentation in Anterior Cruciate Ligament Injury  
朝日大学歯学部附属村上記念病院整形外科 山賀 篤ほか …… 69

16. 腓骨筋腱脱臼に対する上腓骨筋支帯修復による手術治療の経験  
Surgical Treatment of Soft Tissue Re-Attachment of the Retinaculum  
for Peroneal Tendon Dislocation  
札幌スポーツクリニック 佐藤 貴博ほか …… 73
17. 荷重による足部アーチの変化が足部スポーツ障害の発生に与える影響：  
大学サッカーチームの8年間の前向き研究  
Change of the Foot Arch by Weight Bearing Affects Foot Sports Injuries：  
A 8-Year Prospective Study in Male College Soccer Players  
貴島病院本院付属クリニック 藤高 紘平ほか …… 77
18. 腰椎疲労骨折の治療と復帰—治療開始3ヵ月が重要—  
Treatment and Return to Sports Activity of Stress Fracture of Lumbar Spine  
— Importance of First Three Month—  
医療法人大場整形外科 大場 俊二 …… 82
19. 膝前十字靭帯再建術後筋力の推移  
Recovery in Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction  
東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニック 林 大輝ほか …… 92



# 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: 石井

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.

# 序 文

遠藤 直人<sup>1)</sup> Naoto Endo

宮川 俊平<sup>2)</sup> Shumpei Miyakawa

スポーツが高齢者の運動器の機能を維持あるいは高めることを科学的に検証していく必要がありますが、このシンポジウムは「科学が文化国家の基礎である」という確信のもとで活動している日本学術会議との共催シンポジウムでした。このシンポジウムのシンポジストはスポーツがアンチエイジングに「有効」であることを研究し続けている研究者で構成されました。

福林徹氏は現在早稲田大学総合文化研究科教授ですが、高齢者だけでなくトップレベルのスポーツ選手に対する運動の効果を検証し続けてきています。そして高齢者において自宅で簡単にできる「スクワット、カーフレイズ、ニーエクステンション、シットアップ、ニーアップ」の5項目が運動機能の維持あるいは向上に有効であることを述べました。

西脇祐司氏は東邦大学医学部社会医学講座公衆衛生学分野教授ですが、高齢化社会の運動器に関する問題点を浮き彫りにし、それらの解決策として福林氏の提唱する5項目の運動が有効であることを裏付けられました。

山本智章氏は新潟リハビリテーション病院院長ですが、「骨質」の観点から高齢者の問題とされている「骨粗鬆症」と運動についての研究発表でした。運動の「骨折抑制効果」についてはまだ検証が不十分であることを述べられましたが、福林氏の提唱する5項目の運動の有効性については少しずつであるがエビデンスがでてきていることも付け加えられました。

高石鉄雄氏は名古屋市立大学システム自然科学研究科生体制御情報系教授ですが、自転車運動が運動機能維持あるいは乗り方や、走行場所によっては運動機能向上に効果があることを科学的な根拠に基づいて発表されました。

最後に愛知県厚生連海南病院第3呼吸器内科部長・同リハビリテーションセンター長の佐藤英文氏が高齢者重症呼吸器疾患の呼吸機能改善に対して「サポートスクワット」

の効果について述べられました。継続的にサポートスクワットを行なうことで呼吸機能の改善に効果があることを証明しました。

運動の種類ややり方によっては心疾患患者の心機能の向上にも効果があることが検証されていますが、内科的な疾患においても「運動の効果」が検証されつつあります。

今回の発表のように、高齢者における「運動」は運動機能の維持あるいは向上に効果があることが科学的に証明されてきたことは「事実」として受けとめてよいかと考えます。

まとめると朝起床時寝床から起きる前に

1. 血圧と体温、脈拍を測定して、運動してよい体調かどうかを確認する。

次に起き上がらずに

2. 両手を後頭部に回し、膝を立てて膝を左右にゆっくり振り体幹のストレッチを行なう。

3. そのまま臍をゆっくり引っ込ませながら、頭部を少し持ち上げて5秒間止め、元に戻しふたたび頭部を持ち上げる運動を10回行なう。

4. 膝を立てた姿勢で片方ずつ膝を伸ばす運動を5回ずつ行なう。

5. 横になり上に向いたほうの手を腰にあてがい、下になったほうの膝を軽度曲げて、上になったほうの足の挙上を5回ゆっくり行なう。反対側も行なう。

6. 寝床がベッドであれば座位の姿勢をとり、上肢のストレッチを行ない、下肢においては座位のままつま先立ちを10回ずつ行なう。

7. 立位姿勢をとり、スクワットとカーフレイズを10回ずつ行なう。

というような流れを作るとよい。オプションとして

8. 朝のラジオ体操（実際はテレビをみながら）を行なえ

宮川俊平  
〒305-8577 つくば市天王台1-1-1  
筑波大学大学院人間総合科学研究科  
TEL 029-853-2111

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再建医学講座整形外科学分野  
Niigata University Orthopedic Surgery  
2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科  
Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

る範囲で行なう。

9. 晴れている日は、ウォーキングや、普段乗り慣れている自転車でサイクリングを行なうと効果的である。

このように自身で計画して運動を行なえる人はよいのですが、そうでない人をどのようにして日々の運動を行なうようにできるかが問題かと思えます。

以下の調査は日本整形外科スポーツ医学会学術検討委員会で「転倒予防教室」等高齢者に日々の運動がどのくらい普及していて継続的に行なわれているかを市町村や医療施設、スポーツクラブ等にアンケート調査したものの一部です。

対象は役所33施設、保健センター5施設、NPO法人など28施設、企業(ドラッグストア等)13施設、医療施設13施設、その他15施設です。それぞれの施設を県別にみると東北：山形県・福島県、中部：新潟県・富山県・静岡県・岐阜県、関東：千葉県・埼玉県・神奈川県・茨城県・東京都・栃木県・群馬県・山梨県、関西：兵庫県・岡山県・三重県・大阪府、中国・四国：広島県・香川県、九州：沖縄県・福岡県・熊本県となり全国的な調査となりました。これらの施設の中で、転倒予防教室を主に行なっている施設は46施設、健康増進を主に行なっている施設は64施設、生活習慣病の予防について行なっている施設は21施設、高齢者介護を主に行

なっている施設は8施設、運動機能の向上について主に行なっている施設は4施設でした(重複回答あり)。公共団体、民間団体など高齢化社会に対応すべく準備をしつつあることがうかがわれます。指導者については、運動療法士が行なっている施設は28、作業療法士が行なっている施設が10、理学療法士が行なっている施設が29、柔道整復師が行なっている施設が12、鍼灸師が行なっている施設が12、看護師・保健師が行なっている施設が61でした。どの施設も一様に「指導者不足」を問題点としてあげていました。その中で介護のための研修を受けたことがないと答えた人が34名、受けたことがあると答えた人は73名でした。しかしそれぞれの施設において「研修能力はない」が50施設、「研修施設がある」と答えた施設が23施設でした。総じて指導者不足と指導者育成のシステムが整っていないという問題が浮き彫りになりました。

今回のシンポジウムからわかるように運動療法のエビデンスが実証されてきましたが、現場においてこれらを理解して指導する人や、指導者養成のシステムがまだ構築されていないことがこのアンケート調査からうかがえ、このエビデンスをいかに普及させていくかが今後の課題となると思われます。

# 高齢者における運動器の健康とそのエビデンス

## Epidemiological Evidence for Musculoskeletal Disorders

西脇 祐司 Yuji Nishiwaki

### ● Key words

運動器, 高齢者, 疫学研究

### ● 要旨

超高齢社会の先頭を走るわが国では、高齢者自身が自立した生活を営み、社会生活に積極的に参画することが求められる。しかしながら、その阻害要因としての運動器障害に対する国民の意識は低い。筆者らは、地域住民を対象とした疫学研究により、膝痛や姿勢といった運動器の健康が将来のADL維持に重要であることを報告してきたが、こうしたエビデンスはまだまだ少ない。また、運動器の機能維持手段としての運動介入についてのエビデンスも十分でないのが現状である。運動器の健康維持のための介入プログラムの開発に加えて、運動・スポーツを継続していく啓発活動やその環境整備も重要である。

### はじめに

わが国における65歳以上の高齢者が人口に占める割合は、2012年9月に24%、3,000万人を超え<sup>1)</sup>、国立社会保障・人口問題研究所による出生中位推計では、2035年33.4%、2060年には39.9%に達するとされる<sup>2)</sup>。その一方、少子化のため高齢者を支える20~64歳の人口が少なく、1965年には65歳以上の高齢者1人を9.1人が支える「胴上げ型」であったものが、2012年には2.4人で支える「騎馬戦型」に、さらに2055年には1.2人で支える「肩車型」の社会が想定されている<sup>3)</sup>。

こうした社会においては、高齢者自身が自立した生活を営み、社会生活に積極的に参画することが求められる。しかしながら、その阻害要因としての運動器障害に対する国民の意識は低い。たとえば、日本整形外科学会

が提唱する「ロコモティブシンドローム(ロコモ)」であるが、メタボリック症候群に比較すればまだその認知率は低い。市区町村が実施する骨粗鬆症検診の受診者数も全国で約28万人にとどまると推定されている<sup>4)</sup>。その根底には、歳を取ったら足、腰が弱るのは仕方がない、といった諦観があることは否めない。医療従事者側にも、高齢者の膝痛、腰痛などに対して、「歳ですからね」といった対応がこれまでなかったとはいえないであろう。

運動器の疾患・障害は、歩行能力低下に直結し、歩行能力低下はまた虚弱や老年症候群の入り口となる。近年の報告によれば、障害生存年数(Years Lived with Disability)に寄与する疾病ランキングにおいて、腰痛が1位、頸部痛が4位、ほかの筋骨格系疾患が6位、転倒が10位、変形性関節症が11位に位置づけられていた<sup>5)</sup>。しかしながらこうした運動器の重要性についてはまだ一般的にはあまり知られていないのが現状である。

西脇祐司  
〒143-8540 東京都大田区大森西5-21-16  
東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野  
TEL 03-3762-4151

東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野  
Division of Environmental and Occupational Health, Department of Social Medicine,  
Faculty of Medicine, Toho University

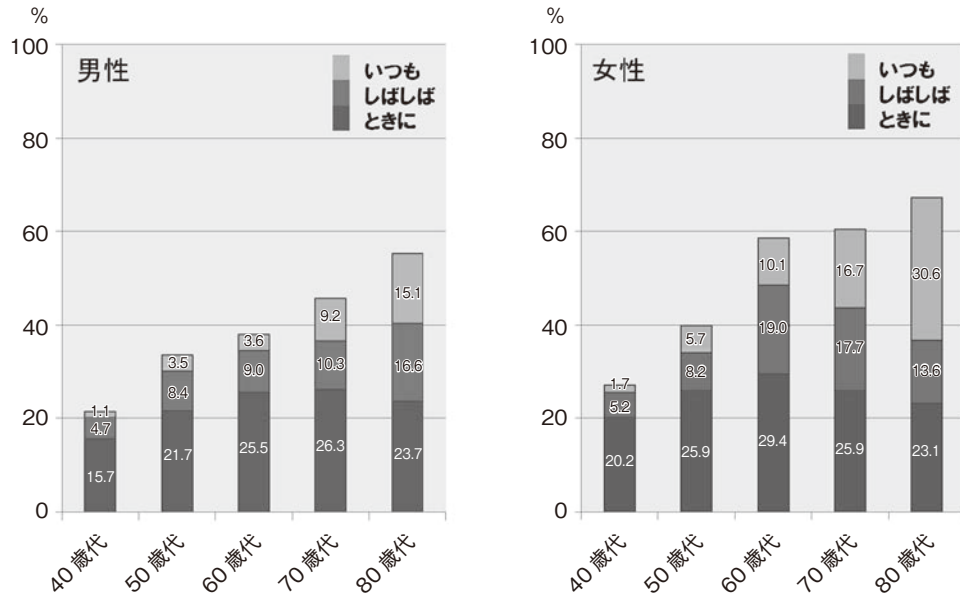
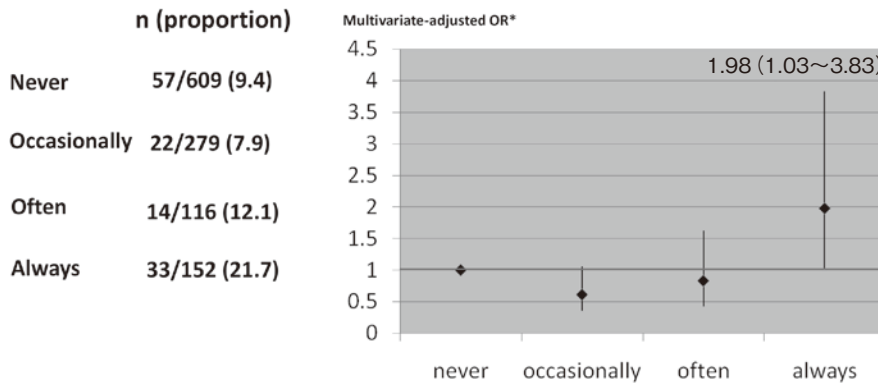


図1 膝関節痛の有訴率(長野県 K町, 2008年)



\*年齢, 性別, 学歴, 婚姻状況, 重大疾患の既往, 喫煙で調整済みのOR

図2 運動器障害と将来の要介護・ADL低下との関連  
追跡期間3年, ADL低下には入所, 要介護・支援の認定, Katz ADLでの部分介助以上の依存を含む。

### 運動器の健康に関する疫学的エビデンス

筆者らは, このような背景のもと, 運動器の健康に関する疫学調査をいくつかのフィールドで実施してきた。運動器の健康を保つことが, 将来のADLやQOL維持に重要であることを示すことが最終的な目標である。ここではこのうち, 膝痛, 脊柱後弯変形, 筋骨格系慢性疼痛に関する疫学エビデンスについて触れる。

#### 1. 膝痛

膝痛は高齢者にはありふれたものであり, とくに女性においては大変多い訴えの1つである。2008年に長野県K町の40歳以上の住民およそ2,700名に調査した時の膝痛有訴率に関する結果を図1に示す。60歳以上の女性においては約6割の者が何らかの膝痛を抱えていることがわかる。しかしながら, この膝痛が将来のADLにどの程度の影響を及ぼすかについてのエビデンスはほとんどないのが現状であった。そこで, 群馬県T市K町在住でベースライン時点でADLが保たれている65歳以上の



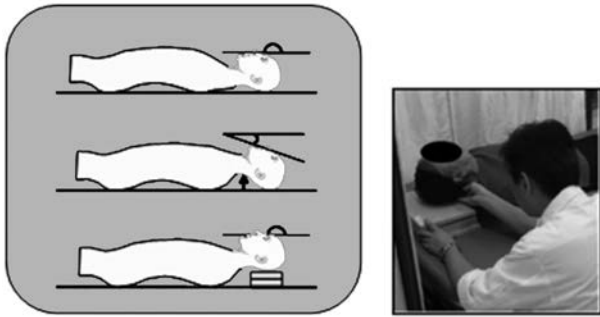


図3 Occiput-to-table distance法による後弯変形の測定

1,265名を3年間追跡し、アウトカムとの関連を調査した。ここでは、施設への入所、要介護・支援の認定、Katz基本ADLの少なくとも1つの項目で部分介助以上の依存の発生のいずれかが起きた場合をアウトカムの発生とした。図2に結果を示す。ベースライン時点でいつも膝痛があると回答した者は、膝痛がなかった者を基準にすると、年齢、性別、教育歴、婚姻状況、重大疾患の既往、喫煙で調整してもなお、およそ2倍アウトカムを生じやすかった<sup>6)</sup>。

## 2. 脊柱後弯姿勢

つぎに普通の姿勢の重要性についての研究結果を示す。ここでは、姿勢の中でもとりわけ後弯変形に着目した。通常、胸椎部後弯があると、仰臥位に寝た時に後頭部が下がり、顔面がのけぞった形になる(図3)。これを顔面が床と水平になるまで後頭部にブロックを入れていき、その時の必要ブロック数をもって後弯の程度を表そうとした方法がOcciput-to-table distance (OTD)法である<sup>7)</sup>。Kadoらは、1.7cmのブロックを使用しているが、われわれは日本人の体格を考慮し、1.5cmのブロックを使用している。対象は、65歳以上の地域在住高齢者で追跡開始時にADL低下のない792名(男333, 女459)である。アウトカムとしては、4.5年の追跡期間中のADL低下および死亡とした。ここで、ADL低下とは、膝痛の研究と同様に要介護・要支援状態の発生、Katz基本ADLの少なくとも1つの項目で半介助以上、施設入所のいずれかでもあればADL低下と定義した。ロジスティック回帰分析により、年齢、性別、婚姻状態、教育歴、重大疾患の既往、喫煙を調整した。結果として、OTDで3ブロック以上を脊柱後弯ありと定義した場合、将来の複合アウトカム(ADL低下+死亡)の発生リスクを増加させた<sup>8)</sup>。0ブロック(後弯なし)を基準とした場合の調整済みオッズ比(95% CI)は、1.86(1.05~3.30)

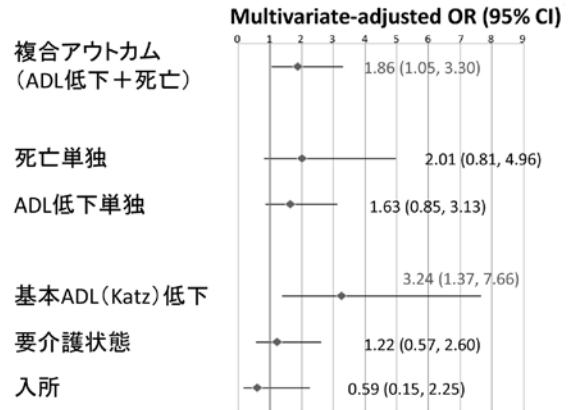


図4 脊柱の後弯変形とアウトカム

Occiput-to-table distance (OTD)法で3ブロック以上を後弯ありと定義した。年齢、性別、婚姻状況、教育歴、重大疾患(脳卒中、心筋梗塞、狭心症、肺気腫、慢性気管支炎、糖尿病、がん)の既往、喫煙を調整した多変量ロジスティックモデルによる解析。

であった。個別のアウトカムに対する脊柱後弯の調整済みオッズ比は、図4に示した通りで、Katz基本ADL低下との間に統計学的に有意な関連を認めた(3.24(1.37~7.66))。死亡単独や要介護状態とは統計学的に有意な関連を示さなかったが、オッズ比は上昇しており、今後追跡期間の延長に伴いアウトカムイベントの発生が多くなると、統計学的に有意となる可能性がある。

## 3. 筋骨格系慢性疼痛

国民生活基礎調査によると、腰痛、肩こり、関節痛など筋骨格系の慢性疼痛が自覚症状の上位を占めるにも関わらず、日本では全国レベルの調査はほとんど実施されてこなかった。そこで、わが国における筋骨格系の慢性疼痛に関する疫学調査を実施した<sup>9)</sup>。対象は日本の人口構成にあわせて全国から無作為抽出した18歳以上の郵送調査パネル11,507名である。先行研究に倣い、(1)疼痛が1ヵ月以内にあった、(2)痛みの強さは、「まったく痛みは感じない」を1、「想像しうる最悪の痛み」を10とした10段階のうちの5以上、(3)痛みの頻度が週2日以上、(4)痛みの持続が6ヵ月以上、を満たす場合に慢性疼痛ありと定義した。その結果、筋骨格系慢性疼痛の有訴率は15.4%で、男性より女性に多く、30~50歳代が他の年齢層より高かった(図5)。疼痛部位は、腰、頸、肩、膝とその周囲が高頻度にみられた。有訴者の42%が治療をうけており、その70%で治療期間が1年以上と長期化していた。症状改善は69%に得られたが、残る3

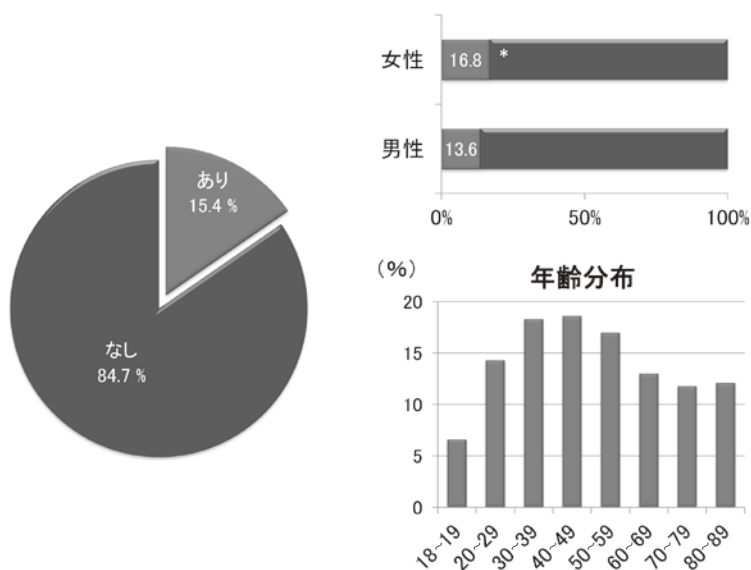


図5 筋骨格系慢性疼痛の有訴率 (全体, 性別, 年齢別)

割は不変・悪化しており、治療に対する満足度は低かった。有訴者では失業・退学、休職・休学、転職の割合(男女)が高く、また基本ADLが障害され(男性)、IADLスコアが低かった(女性)。SF-36の各スコアを慢性疼痛の有無で比較すると、すべてのスコアで有訴者が統計学的に有意に低かった。

これまで運動器に関する研究報告は圧倒的にクリニカルベースの研究であり、地域保健の現場での疫学エビデンスは極めて限局的だった。わが国においても、上記に示したような調査結果を含め、ようやく運動器の重要性に関する population-based な疫学的エビデンスが蓄積してきたところであるが、まだまだ物足りないのが現状である。

### 運動介入のエビデンス

前述のとおり、高齢者のQOL、ADLの維持に運動器の健康が重要な役割をもつことのエビデンスが少しずつ報告されてきた。そして、運動機能の維持手段としては、運動介入がその中心的役割を担うことについては想像に難くない。しかしながら、そのエビデンスについては、どこまで十分なものがあるのだろうか。筆者は、平成21年度厚生労働省老人保健健康推進事業推進費等補助金「介護予防に係る総合的な調査研究事業」の「介護予防に関する科学的知見の収集及び分析委員会」(委員長、慶應義塾大学教授 武林亨)のメンバーとして、公表された知見を包括的に収集し、系統的な分析を行なった。

本稿では、このうち「運動器の機能向上」に関する知見の収集および分析結果の一部をご紹介します。

誌面の関係で、方法の詳細は他報告<sup>10, 11)</sup>に譲るが、この委員会では高齢者への「運動」介入が運動器の機能に関連するアウトカム改善に効果があるか否かの検証を目的とした。主要アウトカムとしては、要支援・要介護状態の発生、ADL (instrumental ADLを含む)、QOLとした。さらに二次的アウトカムとして、①転倒・骨折、②関節症・関節痛・腰痛、③サルコペニア(筋肉減少症)、④生活体力(日本語を対象とした論文に限定)とした。文献検索の結果4,852件がヒットしたが、最終的な吟味の結果119論文(英文107, 和文12)がレビュー対象論文となった。アウトカム別にみると、①ADL(QOL, 死亡, 生活体力含む)50, ②転倒・骨折40, ③サルコペニア10, ④関節・腰痛19であった。

#### 1. ADL, IADL を総合的なスコアで評価した研究

ADLないしIADLを総合的なスコアで評価したRCT論文11本中、ADL, IADLを1次エンドポイントとした論文は7本であった(表1)。さらにこのうち、介入効果があるとされたのは3本であった。Binderらは、軽度から中等度の虚弱性のある地域在住高齢者(78歳以上)に対して、週3回の強度の運動(柔軟、軽いレジスタンス運動、バランス、第2相からレジスタンス運動の追加、第3相から持久運動の追加)を付加した場合の介入効果を報告した<sup>12)</sup>。Penninxらは、地域在住の変形性膝関節症をかかえる60歳以上の高齢者に対して運動療法を行

表1 ADL, IADL を総合的なスコアで評価した研究 (ADL, IADL を1次エンドポイントとしたRCTに限定)

対象者： 地域在住か 施設入所者か？	対象者： Populationか High Riskか？	介入プログラム： 自宅ベースか 施設ベースか？	ADL (IADL) スコアへの効果
地域在住	ハイリスク	自宅への訪問	効果あり
地域在住	ハイリスク	施設	なし
施設入所者	ハイリスク	施設	なし
地域在住	ハイリスク	自宅+施設	なし
施設入所者	ハイリスク	施設	なし
地域在住	ハイリスク	自宅+施設	効果あり
地域在住	ハイリスク	施設	効果あり

ない、18ヵ月間にわたる週3回の有酸素運動、レジスタンス運動のどちらも基本 ADL の障害予防に効果があったと報告した<sup>13)</sup>。Gitlinらは、地域在住の ADL 障害をすでに認める70歳以上の高齢者に、訪問および電話により半年間、作業療法、理学療法の指導(バランス、筋力増強、転倒からの回復法に加えて、教育や問題解決法、居住環境の変更などについても含む)を行ない、介入直後およびその後6ヵ月時点においても、介入群では対照群に比して ADL (とくに入浴、トイレ) および IADL の改善が大きかったとした<sup>14)</sup>。

## 2. その他のアウトカムに関する論文

転倒・骨折をアウトカムとした論文については、安全でかつ効果的に転倒を減少させるとする報告が多かったが、骨折などけがに結び付く転倒を減少させることを示したエビデンスは少なかった。次に、サルコペニアをアウトカムとした論文については、骨格筋量、筋力の増加には、十分量の筋力トレーニングが効果的であることが示唆された。最後に、関節・腰痛をアウトカムとした論文については、関節痛を有する高齢者に対する筋力運動、有酸素運動、ストレッチ体操などの有効性が示唆された。

## 3. 結果の解釈と今後の研究の方向性

結果の解釈にあたってはいくつかの視点に留意する必要がある。1つに、efficacy と effectiveness の相違、すなわち研究下(理想的な環境下)で実施され効果を得た介入プログラムが、実際の介護予防事業のマンパワーや時間的制約の中で同等の成果を得るかどうかの視点である。2つには、参加者の特性も考慮する必要がある。研究への参加者は一般に健康志向が強かったり、あるいはコンプライアンスが高く熱心に取り組みややすいなど、実際の介護予防事業の現場とは乖離している可能性もあ

る。3つには、効果の持続性の視点も重要である。通常観察期間は短いことが多く、さらに観察を継続すると介入効果が消失する可能性も指摘されている。その他、効果のあった研究のほうが投稿されやすい、あるいは採用されやすいといった publication bias の問題もある。どんなに効果のある介入プログラムであっても、ほんとうに来て欲しい人は参加せず、呼びかけて出てくるのはいつも同じ人といった特定高齢者事業に係わる現場の保健師さんの声も聞かれる。現場の意見との対話をもちながら、今後の介護予防に役立つ科学的知見を作りあげていく姿勢が重要と考えられた。

## おわりに

運動器の健康が将来の精神的健康や認知機能に影響を与えるとの推察もなされている。そう考えると、超高齢社会の先頭を走るわが国においては、運動器の健康維持が最重要課題の1つであるといっても過言ではない。そのためには、運動器機能維持のための手段を整える必要があるわけだが、その基盤となるエビデンスは決して十分なものではない。また、せっかくよい介入プログラムでも、地域在住高齢者に受け入れて実施してもらわないことには意味がない。図6は、65歳以上の地域住民の調査結果である。男女ともおよそ7割の高齢者には、週1回も運動・スポーツの習慣がない。介入プログラムの開発に加えて、運動・スポーツ継続のための啓発や環境整備も重要である。

## 文 献

- 1) 総務省統計局：統計からみた我が国の高齢者(65歳以上)―「敬老の日」にちなんで―  
<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi630.htm>

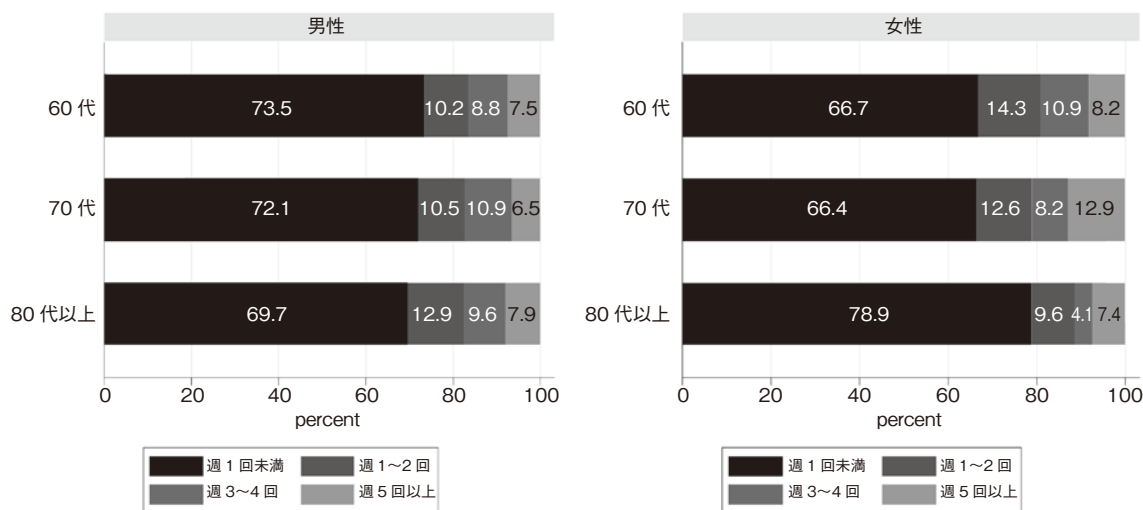


図6 65歳以上の地域在住住民の運動・スポーツ習慣(群馬県T市K町, 2011年)

- 2) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口(平成24年1月推計).  
<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sH2401top.html>
- 3) 厚生労働省：社会保障・税一体改革大綱説明資料.  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r985200000297nt-att/2r98520000029akc.pdf>
- 4) 厚生労働省：平成23年度地域保健・健康増進事業報告の概況.  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/c-hoken/11/dl/gaikyo.pdf>
- 5) Vos T et al : Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010 : a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet, 380 : 2163-2196, 2012.
- 6) Nishiwaki Y et al : Knee pain and future self-reliance in older adults : evidence from a community-based 3-year cohort study in Japan. J Epidemiol, 21 : 184-190, 2011.
- 7) Kado DM et al : Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women : a prospective study. J Am Geriatr Soc, 52 : 1662-1667, 2004.
- 8) 西脇祐司ほか：介護予防と脊柱後弯姿勢. 整・災外, 55 : 1651-1657, 2012.
- 9) Nakamura M et al : Prevalence and characteristics of chronic musculoskeletal pain in Japan. J Orthop Sci, 16 : 424-432, 2011.
- 10) 財団法人日本公衆衛生協会：高齢者保健福祉施策の推進に寄与する調査研究事業 介護予防に係る総合的な調査研究事業報告書, 2010.
- 11) 西脇祐司ほか：介護予防における運動の有用性. 体育の科学, 60 : 669-673, 2010.
- 12) Binder EF et al : Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults : results of a randomized, controlled trial. J Am Geriatr Soc, 50 : 1921-1928, 2002.
- 13) Penninx BW et al : Physical exercise and the prevention of disability in activities of daily living in older persons with osteoarthritis. Arch Intern Med, 161 : 2309-2316, 2001.
- 14) Gitlin LN et al : A randomized trial of a multicomponent home intervention to reduce functional difficulties in older adults. J Am Geriatr Soc, 54 : 809-816, 2006.

# 骨代謝改善に果たすスポーツの役割

## The Role of Physical Activity on Bone Metabolism

山本 智章 Noriaki Yamamoto

### ● Key words

Bone metabolism : Physical activity : Osteoporosis : Mechanical stress

### ● 要旨

骨代謝および骨強度と運動負荷とは密接な関係を有しており、スポーツ活動は生涯にわたって健全な骨格の形成や維持に重要である。

細胞レベルでは骨細胞がメカニカルセンサーの役割をもつことが知られており、骨組織の恒常性にとって適切なメカニカルストレスは重要である。

成長期におけるスポーツは最大骨量獲得に大きく関係しているが中高年では若年者に比較して運動負荷への反応性が低下している。高齢者では運動処方によるリスクも注意すべきであり、衝撃荷重や長い時間の運動負荷は困難なため効果が得られにくい。

宇宙環境や長期臥床に生じる急速な骨量減少は正常な骨代謝の維持に適切な運動負荷が不可欠であることを示しており、日常生活での活動性の低下が骨代謝動態に影響して骨粗鬆症を進行させている。スポーツ活動は力学的負荷による直接的な骨代謝改善効果に加えて、筋力増強、関節機能改善やバランス能の向上など、総合的に骨折予防に寄与することが可能と思われる。スポーツの役割についてさらなる研究が必要となる。

### はじめに

骨粗鬆症性骨折は高齢化の進行する日本において急速に増加しており、骨折によって自立した身体機能の喪失やその後の生命予後にまで影響することから、骨折を予防するための取り組みが健康長寿のカギともいえる。骨代謝および骨強度と運動負荷とは密接な関係を有しており、各世代におけるスポーツ活動は骨代謝を改善して健全な骨格の形成や維持に重要である。本稿では骨代謝へ

のスポーツの関わりについて各世代での研究報告の文献的考察をするとともにわれわれの研究について紹介する。

### 基礎的背景

骨組織は破骨細胞と骨芽細胞の連動した代謝活動によって維持されており、このような組織レベルでの活動をリモデリングおよびモデリングと呼んでいる。メカニカルストレスと骨組織について動物実験では運動負荷による骨量増加と廃用モデルによる骨萎縮がさまざまな実験

山本智章  
〒950-3304 新潟市北区木崎761  
新潟リハビリテーション病院整形外科  
TEL 025-388-2111/FAX 025-388-3010  
E-mail nirehp.yamamoto@aiko.or.jp

新潟リハビリテーション病院整形外科  
Department of Orthopedic Surgery, Niigata Rehabilitation Hospital

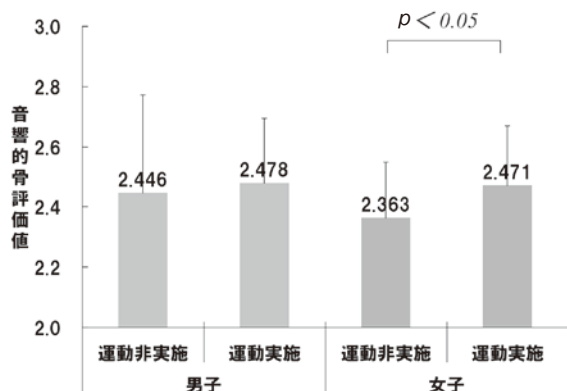


図1 運動・の有無と骨量(小学5年生男女158名)

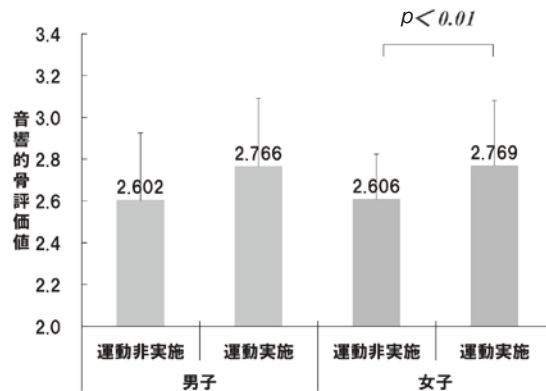


図2 運動・の有無と骨量(中学2年生男女154名)

表1 女子大学生過去の運動習慣と骨密度・筋力・BMI

習慣的な運動	中, 高とも運動なし	中, 高のいずれかで運動	中, 高とも運動
大腿骨骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )	0.86	0.90*	0.93**
握力 (kg)	26.2	27.9	29.4**
脚筋力 (Nm)	91.0	96.7*	110.1**
BMI	20.1	21.4*	22.1***

\*\*\* $p < 0.01$  \*\* $p < 0.05$  \* $p < 0.1$

Saito T et al : Weight gain in childhood and bone mass in female college students. J Bone Miner Metab, 23 : 69-75, 2005

によって示されている<sup>1)</sup>。細胞レベルでは骨細胞がメカニカルセンサーの役割をもつことが知られており、骨組織の恒常性にとって適切なメカニカルストレスは重要である<sup>2)</sup>。これらのメカニズムはFrostによってmechanostat理論として紹介され、骨組織は力学的環境に応じて骨形成、骨吸収を調節して合目的な構造に変化することが知られている<sup>3)</sup>。Rubinらは骨に加わるストレインの大きさ、頻度、方向性によって骨組織は異なる応答が出現することを実験的に示した<sup>4)</sup>。宇宙飛行士における骨量減少は早い段階から指摘されており、同様に長期間のベッドレスト試験では骨量減少が報告されている<sup>5)</sup>。

### 成長期の骨代謝への影響

骨格の成長は①長管骨の骨端成長軟骨板での長軸成長、②骨幹部骨膜での横径成長、③内部での骨密度の増加に大別される。成長期におけるスポーツは最大骨量獲得に大きく関係しており、とくに横径および骨密度の増加に関与する<sup>6)</sup>。成長期の運動習慣と骨密度増加との関係についてわれわれは学校における運動器検診の際に

QUS(定量的超音波法)による踵骨骨密度検査を実施した。小学5年生158名、中学2年生154名についてともに男子は有意な差はなかったものの女子において部活などの運動習慣ありの群で有意に高いことが示された(図1, 2)。同様にSaitoらの研究で女子大学生横断調査の結果から腰椎および大腿骨近位部の骨密度測定(DXA法; QDR-4500)を行ない過去の運動習慣との関連性を調査すると、中学生または高校生のときのスポーツ活動の有無が現在の骨密度の有意な差として報告されている<sup>7)</sup>。女子については中学生の時期の運動習慣が最大骨量の獲得に大きな影響をもつことが示唆された(表1)。

スポーツの種目についての研究ではNilssonらは強い衝撃をもたらすスポーツにおいて大腿骨骨密度がより高いことが報告され、テニスやスカッシュなど片側性の運動負荷では利き腕で高値を示し、骨膜での骨形成の増加が生じることが示されている<sup>8)</sup>。

### 中高年期の骨代謝への影響

女性は40代後半から骨密度の減少が開始し閉経期には加速して骨粗鬆症のリスクが高まる。加齢に伴う骨密度低下が日常的な運動で防止できるかについては運動の種類や年齢によって骨密度増加が得られたとの報告と効果がなかったとの報告もあり、若年者に比較して運動負荷への反応性が低下していることが考えられる<sup>9)</sup>。また高齢者では運動処方による転倒や骨折、関節障害のリスクも注意すべきであり、衝撃荷重や長い時間の運動負荷は困難なため効果が得られにくい<sup>10)</sup>。宇宙環境や長期臥床に生じる急速な骨量減少は正常な骨代謝の維持に適切な運動負荷が不可欠であることを示しており、日常生活での活動性の低下が骨代謝動態に影響して骨粗鬆症を進行させている。スポーツ活動は力学的負荷による直接的

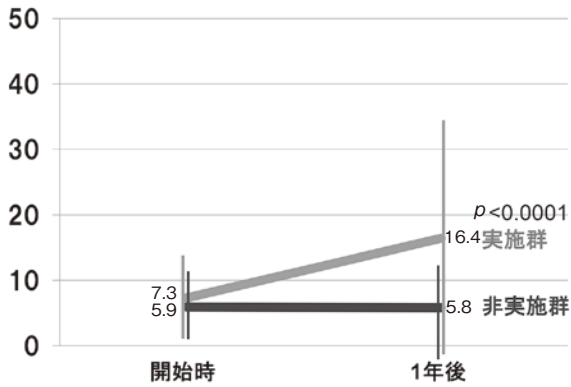


図3 開眼片脚立ち時間の変化

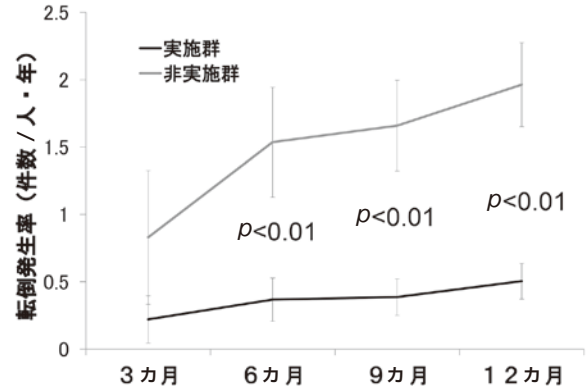


図4 1年間の転倒発生率 (件数/人・年)

表2 地域高齢者の要介護に関する因子

要介護・要支援状態	オッズ比	p値
地域行事の参加の有無	0.52	0.039*
畳から立ち上がれるか	1.71	0.014*
同居家族の人数	0.86	0.025*
BMI	1.09	0.059
平均血圧	0.98	0.087
家族・友人の相談に乗るか	0.51	0.026*
骨密度	0.97	0.002*

\* $p < 0.05$

な骨代謝改善効果に加えて、筋力増強、関節機能改善やバランス能の向上など、総合的に骨折予防に寄与することが可能と思われる。Sakamotoらは開眼片脚立ち訓練が高齢者の運動療法として転倒予防に有用であることを報告しており<sup>11)</sup>、骨密度や筋力維持の効果についての研究が期待される。

われわれは医療機関通院中の75歳以上の後期高齢者のうち、開眼片脚起立時間が両側15秒以下で文書にて同意の得られた人を対象にした開眼片脚起立訓練実施者(1日3回左右各1分間を毎食前)と非実施者と2群に施設ごとに対象者を登録し、1年間の調査を行なった。実施群144名(年齢 $79.4 \pm 3.96$ 歳)、非実施群110名(年齢 $79.9 \pm 3.68$ 歳)が登録し、開始時開眼片脚起立時間はそれぞれ $7.3 \pm 6.6$ 秒、 $5.9 \pm 5.1$ 秒、1年後の最終評価ではそれぞれ $16.4 \pm 28.2$ 秒、 $5.8 \pm 8.4$ 秒であった(図3)。試験期間中に脱落した被験者は実施群40名、非実施群22名であった。3ヵ月ごとの平均転倒回数は実施群0.08-0.13-0.17-0.25、非実施群で0.20-0.56-0.55-0.81と実施群で少ない傾向がみられた(図4)。

さらに地域住民における10年間の追跡調査を実施した。平成14年度に地域高齢者895名の身体機能、骨密

度(踵QUS)および問診票のデータをもとに平成23年度に確認された要介護・要支援状態などの転帰に関するデータを組み合わせて、定量的にロジスティック回帰分析を行なった。説明変数として用いられた選択にはステップワイズ法を用い、要介護・要支援状態の有無に関する因子を検討したところ、①地域行事の参加の有無、②年齢、③畳から立ち上がれるか、④同居家族の人数、⑤家族・友人の相談に乗るか、⑥骨密度が要介護・要支援状態の有無に対して有意に関連していた(表2)。このことから高齢者における運動機能(畳からの立ち上がり能力)と骨密度の維持が介護予防に重要であることが示唆された。

## 結 語

機械的ストレスが骨細胞の働きに影響することから適切な運動負荷が正常な骨代謝に重要である。小児期の骨格成長や最大骨量の獲得、中高年での骨量維持にスポーツの果たす役割は大きく、各年代での運動量や個々のスポーツ種目についての効果の差などさらなる研究が必要と思われる。高齢者においてさまざまなリスクを回避しつつ活動性を維持して身体機能を向上させることが求められ、バランス機能を意識した運動処方が重要である。

## 文 献

- 1) Turner CH et al : Mechanical loading thresholds for lamellar and woven bone formation. J Bone Miner Res, 9 : 87-97, 1994.
- 2) Klein-Nulend J et al : Mechanosensation and transduction in osteocytes. Bone, 54 : 182-190, 2013.

- 3) Frost HM : Bone "mass" and the "mechanostat" : a proposal. *Anat Rec*, 219 : 1-9, 1987.
- 4) Rubin CT et al : Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcif Tissue Int*, 37 : 411-417, 1985.
- 5) Lebranc AD et al : Bone mineral loss and recovery after 17 weeks of bed rest. *J Bone Miner Res*, 5 : 843-850, 1990.
- 6) Barnekow-Bergkvist M et al : Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood. *Scand J Med Sci Sports*, 16 : 447-455, 2006.
- 7) Saito T et al : Weight gain in childhood and bone mass in female college students. *J Bone Miner Metab*, 23 : 69-75, 2005.
- 8) Nilsson BE et al : Bone density in athletes. *Clin Orthop Relat Res*, 77 : 179-182, 1971.
- 9) Rittweger J et al : Can exercise prevent osteoporosis? *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 6 : 162-166, 2006.
- 10) Korpelainen R et al : Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD : a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int*, 17 : 109-118, 2006.
- 11) Sakamoto K et al : Effects of unipedal standing balance exercise on the prevention of falls and hip fracture among clinically defined high-risk elderly individuals : a randomized controlled trial. *J Orthop Sci*, 11 : 467-472, 2006.



# 自転車運動による高齢者の健康づくり

## Health Promotion with Cycling Exercise for Elderly Adults

高石 鉄雄 Tetsuo Takaishi

### ● Key words

脚筋力, 脚パワー, 起居

### ● 要旨

起居能力の維持は、生涯にわたる自立にとって重要である。しかし、平地歩行では、起居に関わる脚筋群に十分な負荷がかからない。一方、自転車運動は起居動作と同じ脚筋群が主働筋である。自転車による運動習慣をもつことが起居能力の低下を予防するとの仮説に基づき、自転車クラブに所属する高齢者の起居に関わる体力およびその走行実態を横断的に調査した。その結果、彼らが普段行なっている自転車走行には、高強度と評価される運動場数が多数含まれること、彼らが同年代の日本人に比べ高い膝伸展筋力および起居能力等をもつことが明らかになった。したがって、高齢者が日常的にスポーツ用自転車に乗ることは、起居能力を維持するうえで有効といえる。

### はじめに

加齢に伴う下肢運動機能の低下は、転倒による骨折のみならず引きこもりの原因となり、認知症の進行を加速する。したがって、日常的な起居動作、階段や坂道での歩行に支障が出る前に脚筋力低下予防のための運動習慣をもつことは、生涯にわたる自立にとって有効となる。

筆者らは、クロスバイク、ロードバイクなどのスポーツ用自転車を使って日常的に自転車走行を実践している高齢自転車愛好者を対象に、自転車走行時の運動実態(走行時心拍数、走行速度、ペダル回転数など)、体力レベルおよび血液の状態を横断的に調査した<sup>1)</sup>。その結果、アンチエイジングのための運動として自転車運動が有効である可能性を見出したので、本稿ではその中の口

コモティブシンドロームに関わる項目に新たな知見を加え、その概要を示す。

### 対象と方法

#### 1. 対象者

高齢者を中心とするサイクリングクラブに所属する男女17名(男性11名:69.6±4.7歳, 164.1±4.0cm, 59.2±6.1kg; 女性6名:66.3±4.9歳, 159.0±6.7cm, 52.3±7.3kg)を対象とした。クラブの活動目的は、健康づくりや自転車を通じた交流であり、被験者の中に自転車競技イベントへの参加を目的として日常的にトレーニングを継続している人、および自転車通勤をしている人はいない。健康づくり運動あるいは走行自体を楽しむ余暇活動としての自転車歴は11.4±8.9年(2~40年)、近隣(片

高石鉄雄  
〒467-8501 名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑1  
名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科  
TEL/FAX 052-872-5839  
E-mail takaishi@nsc.nagoya-cu.ac.jp

名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科  
Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University

道3km以内)への日常的な買い物を除く1週間あたりの走行日数は $2.2 \pm 1.3$ 日(1~5日), 走行距離は $27.6 \pm 14.8$ km(12~50km)であった。その際に使用する自転車は, クロスバイク, ロードバイク, マウンテンバイクなど, 7段以上の変速機を搭載したスポーツ車であった。自転車以外の運動習慣のある者は, 男性ではジムでのトレーニング1時間 $\times$ 2日/週:2名, 水泳1時間 $\times$ 2日/週:1名, 女性では, 水泳1時間 $\times$ 2日/週:1名, バレーボール2時間 $\times$ 1日/週:1名であった。

## 2. 体力・運動機能測定

### 1) 全身持久性

自転車エルゴメータ(232C, コンビ)を用いた漸増負荷法テストを行ない, 最大酸素摂取量と最大心拍数を測定した。呼吸ガスデータの測定, 記録にはポータブルガスモニター(AR-1, アルコシステム)を使用した。

### 2) 下肢運動機能

自転車エルゴメータ(Powermax V, コンビ)を使用し, 4種類の固定負荷(体重 $\times$ 0.025~0.125kp)に対する短時間(10秒間)最大速度のペダリングを行なわせ, 得られた負荷とペダル回転数との関係から自転車運動における最大無酸素パワーを算出した<sup>2)</sup>。また, 筋力測定器(テンションメーターD, 竹井機器)を使って膝関節角度 $90^\circ$ にて等尺性最大膝伸筋力を測定した。さらに, 起居動作に関わる運動機能評価のため, 高さ40cmの椅子を使って30秒椅子立ち上がりテスト<sup>3)</sup>を行なった。

### 3) 脚筋横断面積

MRI測定装置(Magnetom Symphony 1.5T, Siemens)を用いて被験者の左右大腿部筋横断面を撮影し<sup>4)</sup>, 先行研究<sup>5)</sup>に従い, 大腿部の伸筋群(大腿四頭筋)と屈筋群(大腿二頭筋, 半腱様筋, 半膜様筋, 大内転筋, 長内転筋)の筋横断面積を計測した。

## 3. 自転車走行の実態

一般道路上に2種類のコース(A:全長約25km, B:約30km)を設定し, 走行実態調査を実施した。同走行では, 各被験者が普段単独で走っている際の走行速度, 運動の強さ, 疲労感などを再現するよう依頼し, その間の心拍数, 走行速度, ペダル回転数をサイクルコンピュータ(S710i, Polar)を使って5秒ごとに記録した。また, 各コースについて無作為に抽出した3名の被験者の自転車ハンドル部分にデータメモリ式GPS(Geko 201, Garmin)を装着し, 緯度, 経度および高度を3秒ごとに記録した。

## 4. 走行中の力学的強度

走行実態調査で得られた各種測定データを基に体重

60kgの男性および52kgの女性が, a. 停止からの発進, b. 平地定速走行からの坂道(勾配6%)走行, c. 定速走行からの急加速を再現し, その力学的強度を測定した。測定には, クランク軸トルク測定装置(SRM)を備えたロードバイク(車重9.2kg)を使用した。

## 5. 統計処理

本研究は対照群をもたない。このため, 既存の資料および先行研究に報告されている健常成人についての各種データとの間で独立2群による $t$ 検定を行ない, その大小関係について検討した。ただし, 最大無酸素性パワーについては該当するものが見当たらないため両脚による起居動作に関わる脚パワー測定値との比較とした。危険率5%未満を統計的有意とした。

## 結 果

### 1. 体力・運動機能

体重あたりの最大酸素摂取量, 最大膝伸筋力および30秒椅子立ち上がりテストの成績は, いずれも本被験者が30%以上高値を示し, 比較資料<sup>3,6,7)</sup>との間に有意な違いが認められた(表1)。

大腿部伸筋群および屈筋群の筋横断面積のうち, 比較資料<sup>5)</sup>のあった右脚についての測定結果を表2に示した(資料データは, 本研究被験者と同等となるよう身長 $2$ 乗での補正後)。大腿部伸筋群については男女とも本被験者が有意に高値を示したが, 屈筋群については有意差を認めなかった。

### 2. 走行実態調査における運動強度など

実態調査走行における心拍数, 走行速度およびペダル回転数の変化の典型例(1名分)を図1に示した。また, 表3には, 各コース上のほぼ平坦な道を一定速度で走行している際の心拍数, 相対的心拍数強度(%HRR), 走行速度, ペダル回転数および走行全区間における最高心拍数とその心拍数強度を示した。

### 3. 走行中の力学的強度

測定した男女のうち男性について, a. 停止からの発進, b. 平地定速走行からの坂道走行, c. 定速走行からの急加速をそれぞれ再現した際のクランクに垂直方向の力と時間との関係を図2に示した。図内のペダル回転数とパワーは, 矢印が示す範囲(クランク2回転分)の平均値を示す。なお, 女性被験者について, 発進, 坂道, 加速の際の仕事率はそれぞれ140W, 190W, 280Wであった。

表1 運動能力

		自転車愛好家 (a)	資料データ (b)	平均値比 (a/b)
最大酸素摂取量/体重 (ml/kg/min)	男	40.3±4.3**	30.5±7.9 <sup>6)</sup>	1.32
	女	37.7±2.4**	24.6±5.5 <sup>6)</sup>	1.53
最大無酸素性パワー/体重 (W/kg)	男	10.6±1.8	比較資料なし	
	女	8.8±2.3	比較資料なし	
最大膝伸展筋力/体重 (kg/kg)	男	0.83±0.09**	0.64±0.12 <sup>7)</sup>	1.30
	女	0.75±0.13**	0.50±0.10 <sup>7)</sup>	1.50
30秒椅子立ち上がり (回)	男	30.8±3.1**	20.9±4.8 <sup>3)</sup>	1.47
	女	30.1±3.2**	21.2±5.0 <sup>3)</sup>	1.42

\*\* :  $p < 0.01$  vs. 資料

表2 筋横断面積

		自転車愛好家 (a)	資料データ※ (b)	平均値比 (a/b)
大腿部伸筋群横断面積 (cm <sup>2</sup> )	男	55.6±6.7**	50.7±5.6	1.10
	女	47.2±5.2*	41.8±5.7	1.13
大腿部屈筋群横断面積 (cm <sup>2</sup> )	男	60.0±14.6	55.9±8.5	1.07
	女	49.7±5.2	44.9±9.6	1.11

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$  vs. 資料 ※資料データ<sup>5)</sup>に対する身長<sup>2</sup>による補正值

表3 自転車走行プロフィール

	男	女	全体
走行速度 (km/時)	24.1±1.8	22.6±0.6	23.5±1.6
ペダル回転数 (回転/分)	65.8±17.7	73.0±6.3	68.3±13.9
心拍数 (拍/分)	139.4±12.3	138.2±12.3	138.9±11.5
心拍数強度 (% HRR)※	71.2±11.5	66.8±11.4	69.6±12.9
最高心拍数 (拍/分)	156.1±13.1	161.7±5.3	158.0±11.2
最高心拍数強度 (% HRR)※	89.2±8.9	93.1±6.1	90.6±7.6

※HRR : Heart Rate Reserved (心拍数予備量 : 最大心拍数-安静時心拍数)

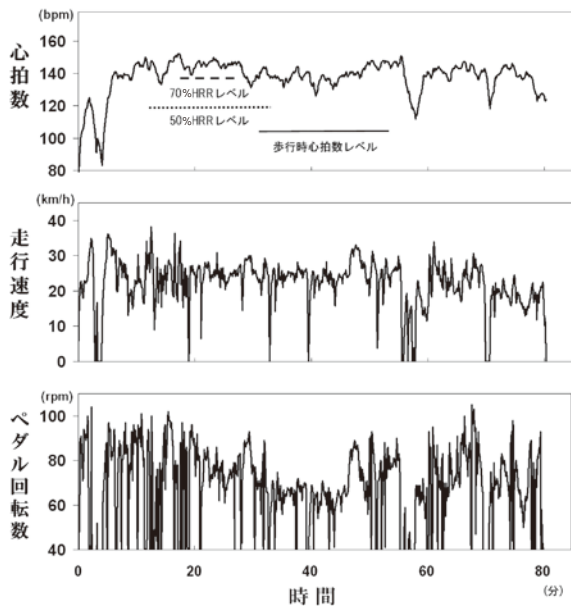


図1 走行中の心拍数, 速度, ペダル回転数変化の1例

## 考 察

従来わが国では中高年の身近な健康づくり運動としてウォーキングが推奨され, その実践者も多い<sup>8)</sup>. しかし, 過度の肥満がなく年齢相応の体力レベルをもつ人では, ウォーキング中の運動強度は軽度からせいぜい中等度 (50% HRR) 程度である<sup>9-11)</sup>. これに対し, 今回の自転車走行実態調査では, 競技志向のない高齢者であっても70% HRRの心拍数強度で平地を連続走行していること, また走行中の最大心拍数強度は90% HRRに達することが明らかになった (表3). これらの結果は, スポーツ用自転車による運動習慣をもつ高齢者が日常的に高強度の自転車運動を実践していることを示すと同時に, 彼らが一般高齢者に比べて30%以上高い最大酸素摂取量を保持していることと整合性をもつ.

日常的な有酸素運動の効果については, 中等度運動より

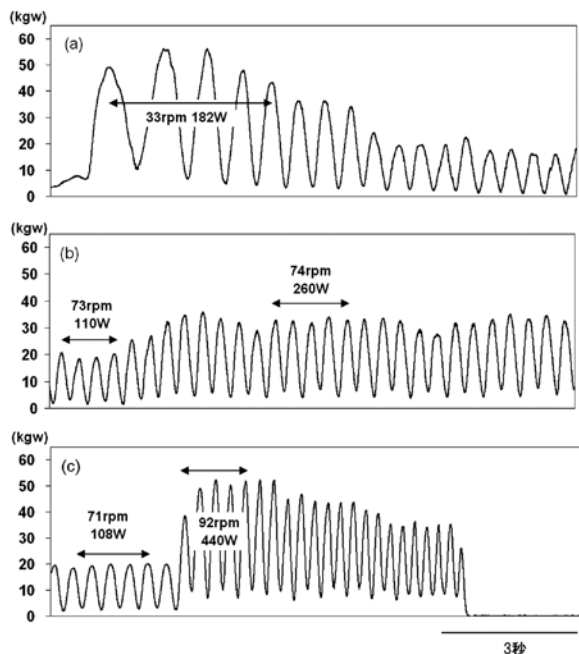


図2 クランクに対して垂直方向の力の変化  
 (a) 停止からの発進  
 (b) 平地定速走行からの坂道走行  
 (c) 定速走行からの急加速

も活発な運動を実践している人のほうが死亡率は低い<sup>12)</sup>、活発な身体活動が多いほどメタボリック症候群の発症割合が低い<sup>13)</sup>などの報告がある。したがって、自転車運動にはウォーキングを超えるメタボリック症候群予防効果が期待される。

次に、本研究により、スポーツ用自転車による運動習慣のある高齢者の体重あたりの膝伸展筋力は同年齢の平均値<sup>7)</sup>を有意に上回ること、さらにその数値は男性では30～40歳、女性では20～30歳の平均値に匹敵することが明らかになった。また、本被験者のCS-30の成績は同年齢の一般高齢者の平均を有意かつ大幅に上回り、男女ともその値は20～29歳の平均値<sup>3)</sup>とほぼ同値であった。日常生活における種々の動作を円滑に行なうには、筋力よりも脚パワーが重要な要素となる<sup>14)</sup>。CS-30は、膝関節、股関節の伸展に関わる筋力のみならず、脚パワー、バランス能力、筋持久力など、下肢の総合的な運動機能を反映する。スポーツ用自転車に乗る高齢者の下肢の総合的な運動機能が高く保たれていることを示す本調査結果は、要介護高齢者が増加の一途をたどるわが国にとって注目に値する。

筆者らは、自転車愛好家がこのような高い脚筋力・筋パワーを保持している理由について検討するため、走行実態調査において確認された走行場面を種々のデータを

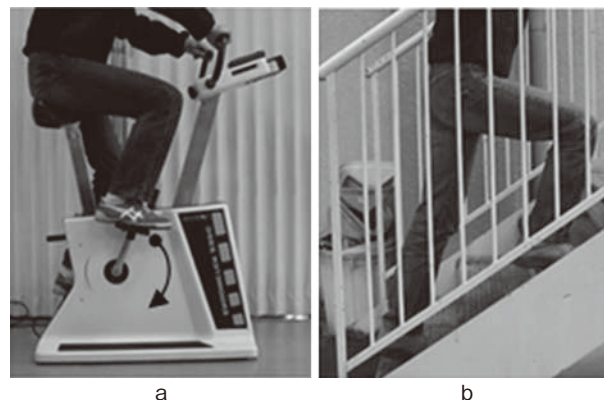


図3

基に再現し、その力学的強度を求めた(図2)。

通常、体重60kgの人が平地を歩く際の仕事率は40～50Wである。これに対し、図2の男性被験者では、発進時には182W、坂道では260W、信号の変わり目を想定した急加速では瞬間的に440Wを確認した。自転車運動におけるこれらのパワー発揮では、膝を深く曲げた状態からの脚・膝伸展動作(図3a)が必要となる。この際の関節可動域は、階段を2段ずつ上る際(図3b)あるいは両脚スクワットとほぼ同様であり、平地を歩く際には決してみられない運動形態といえる。

本研究ではさらに、被験者の大腿部筋横断面をMRI撮影し、その筋横断面積が男女ともに一般高齢者に対して有意に大きいことを確認した。ここで、大腿部伸展筋群横断面積の違いが約12%であったにも関わらず、体重当たりの膝伸展筋力が男性で30%、女性では50%大きかったことは注目に値する。

この理由として次のことが考えられる。たとえば図2bの坂道走行(矢印部分)では左右のペダルを交互に約35kg重の力で踏み下ろしている。これは両脚同時に行なえば70kg重の力発揮となり、ペダル回転数(膝関節角速度)も含めて考えた場合、体重60kgの人が20kgのバーベルを背負って1秒間に1.2回のスクワットを行なう動作に相当する。なお、図には表れていないが、この被験者は坂道の直前でギアチェンジを行ない、1回の筋力発揮レベルを意識的に小さくしてペダルの踏み下ろし速度を維持させており(ただし、走行速度は時速約24kmから18kmに低下)、元のギアのまま時速18kmでこの坂を上れば45kg重超の力発揮を要し、その継続にはかなりの努力が必要となる。高齢者が筋力トレーニングを行なった場合、生理的要因(筋肥大)よりも神経的要因の改善が大きいことが報告されている<sup>15)</sup>。日常的な自転車走行において適切なギアを選択して走り続けるこ

と、急な加速(図2c)を行なうことは、高齢者の活動性改善に有効とされる下肢のパワートレーニング<sup>16)</sup>を日常的に行なっているに等しく、このことが本被験者の優れた下肢運動機能の保持に貢献していると考えられる。

なお、筆者らは、例数は少ないが自転車による運動習慣のない同年齢層の一般高齢者でも勾配5%、長さ120m程度の坂道を時速12kmで走行できることを確認している<sup>17)</sup>。しかし、意識的に取り入れない限りそのような筋力発揮を反復する機会は日常生活にほとんどない。自転車による運動習慣は、呼吸循環機能、下肢の神経筋機能を定期的に賦活する意味において重要と考える。

本研究の高齢者は、スポーツ自転車におけるサドル位置の設定方法<sup>18)</sup>を参考に、安全性を保てる範囲で可能な限り高くサドル位置を設定していた。これは、サドルに座った状態ではつま先が地面によやく触れる程度である。サドルが低いまま膝を深く曲げた状態で大きな力を発揮することは、膝関節の障害につながる。ギア選択の幅が広いスポーツ用自転車に適切なサドル位置で乗ることが、多様な健康づくり効果をもたらすと考えられる。

## 文 献

- 高石鉄雄ほか：自転車による運動習慣のある中高齢者の自転車走行中の運動強度および体力・健康レベル。体力科学, 62 : 331-341, 2013.
- Takaishi T et al : Neuromuscular, metabolic, and kinetic adaptations for skilled pedaling performance in cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 30 : 442-449, 1998.
- 中谷敏昭ほか：30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30テスト)成績の加齢変化と標準値の作成。臨スポーツ医, 20 : 349-355, 2003.
- 秋間 広ほか：MRIによるヒトの膝伸筋・膝屈筋における形態的特性および生理学的断面積当りの筋張力。体力科学, 44 : 267-278, 1995.
- 金 俊東ほか：加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響。体力科学, 49 : 589-596, 2000.
- 首都大学東京体力標準値研究会：新・日本人の体力標準値Ⅱ。不昧堂出版, 東京 : 2007.
- 平澤有里ほか：健常者の等尺性膝伸展力。理療ジャーナル, 38 : 330-333, 2004.
- 内閣府大臣官房政府広報室：体力・スポーツに関する世論調査報告書, 2010.
- Bassey EJ et al : Factors affecting the heart rate during self-paced walking. *Eur J Appl Physiol*, 48 : 105-115, 1982.
- Withers RT et al : Self-selected exercise intensity during household/garden activities and walking in 55 to 65-year-old females. *Eur J Appl Physiol*, 97 : 494-504, 2006.
- 高石鉄雄ほか：位置情報記録式GPS装置と心拍数記録装置を用いた高齢者のウォーキング指導の提案。日公衛誌, 36 : 172-183, 2009.
- Lee IM et al : Associations of light, moderate, and vigorous intensity physical activity with longevity. *Am J Epidemiol*, 151 : 293-299, 2000.
- Laaksonen DE et al : Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care*, 25 : 1612-1618, 2002.
- Bean JF et al : A comparison of leg power and leg strength within the InCHIANTI study : which influences mobility more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58 : 728-733, 2003.
- Moritani T et al : Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*, 58 : 115-130, 1979.
- Miszko TA et al : Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58 : 171-175, 2003.
- 高石鉄雄ほか：自転車走行による高齢者の脚筋力づくりの可能性。体力科学, 57 : 879, 2008.
- 中村博司ほか：自転車で健康になる, 日本経済新聞出版社, 東京 : 2009.

# 学校プールでの安全な飛び込み方法の解明 —最大頭部到達深度に関与する因子—

## A Breakthrough of Safe Diving at School Swimming Pools — A Factor Related with Maximum Head Depth —

辰村 正紀<sup>1-3)</sup> Masaki Tatsumura      成田 崇矢<sup>3,4)</sup> Takaya Narita  
大久保 雄<sup>5)</sup> Yu Okubo                      金岡 恒治<sup>3,6)</sup> Koji Kaneoka

### ● Key words

飛び込み, 衝突予防, 手関節背屈

### ● 要旨

プールへの不適切な飛び込みにより水底で頭部を強打して脊髄損傷などの重大事故が発生することが知られている。学校プールでの安全な飛び込み方法を明らかにすることを目的に飛び込み入水後の挙動が頭部到達深度に与える影響を調査した。男性6名, 女性4名を対象として入水後の挙動として手関節を背屈位する試技と中間位にする試技の2通りでプールへ飛び込んだ際の最大深度を測定した。入水後に手関節を背屈させた場合には頭部最大深度は男女とも中間位よりも浅くなった。プールへ飛び込む際には入水後に手関節を背屈させることで頭部最大到達深度が浅くなるため, 重大事故の原因となる水底における衝突を減少させることができると考える。

辰村正紀  
〒310-0015 水戸市宮町3-2-7  
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター  
TEL 029-231-2371  
E-mail tatsumura@md.tsukuba.ac.jp

- 1) 筑波大学附属水戸地域医療教育センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University  
Hospital Mito Medical Center
- 2) いちはら病院整形外科  
Department of Orthopaedic, Ichihara Hospital
- 3) 日本水泳連盟医事委員会  
Medical Comitee, Japan Swimming Federation
- 4) 健康科学大学理学療法学科  
School of Physical Therapy, Health Science University
- 5) 埼玉医科大学理学療法学科  
School of Physical Therapy, Faculty of Health and Medical Care, Saitama Medical  
University
- 6) 早稲田大学スポーツ科学学術院  
Faculty of Sport Science, Waseda University

表1 対象者の年齢および身長・体重

平均身長(男子)	平均身長(女子)
176.0cm	159.8cm
平均体重(男子)	平均体重(女子)
69.3kg	49.0kg
平均年齢(男子)	平均年齢(女子)
20.5歳	19.5歳

## 背 景

スポーツにおける重大事故の1つである脊髄損傷の発生頻度は100万人中1.95人とされ<sup>1)</sup>、水中への飛び込みは外傷性脊髄損傷の約4%を占めている<sup>2,3)</sup>。脊椎・脊髄損傷を伴うスポーツ障害のうち水泳の飛び込みは脊髄損傷の原因としてはスポーツの中で最も頻度が高く<sup>1,4)</sup>、その占める割合は10~44%と非常に高率である<sup>3,5~7)</sup>。また飛び込みによる脊髄損傷は若年者に多く男性に多いとされる<sup>3,8,9)</sup>。飛び込み後の水底における衝突により脊椎・脊髄を損傷すると85%で手術が必要で41%が不可逆性の神経症状が残存すると報告されている<sup>9)</sup>。本邦における学校管理下で生じた水の事故のうち第1級障害と認定されたものの原因の75%がスタート・飛び込みであると報告されている。飛び込み後の水底の衝突は不可逆性の重大事故に至る可能性が非常に高いため<sup>10)</sup>、まずは衝突を予防することが重要であるといえる。

プールへの飛び込みによる水底での衝突事故発生には、水深などの環境要因、飲酒や性別が男性であるなど個体要因、入水後の手関節背屈動作などの技術的要因、指導体制・監視体制など管理要因が関与するとされる<sup>11~13)</sup>。

適切な環境および適切な方法で水中に飛び込むことで飛び込み後に生じる頭部と水底との衝突は防ぐことができるかと考えるが、学校プールは溺水予防などの観点から背が届く深さで設計されるため、全国の既存プールには水深1.0~1.2m程度の施設がかなり多いと報告されている<sup>14)</sup>。

そこで既存のプールで安全に飛び込むための適切な方法を調査するために飛び込む際の姿勢に注目した。過去にわれわれは頭部最大到達深度に影響する因子として水面との入水角度が関与することを報告しているが、入水後の挙動との関連は報告されていない。

## 目 的

学校プールでの安全な飛び込み方法をより明確にするために、プールへの飛び込み時の頭部最大到達深度に

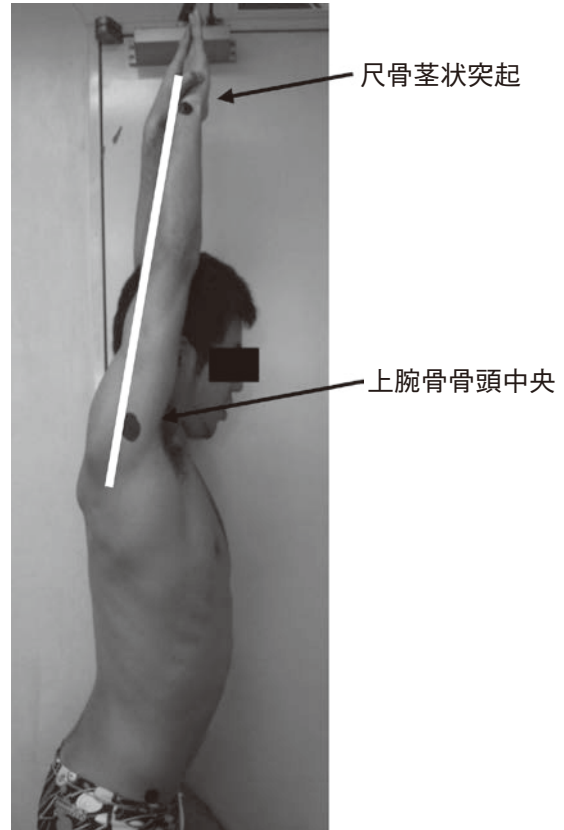


図1 体表マーカを尺骨茎状突起と上腕骨骨頭中央上の皮膚に貼付

影響を与える入水後の挙動を明らかにすることを目的とした。とくに手関節背屈動作に着目しプールへの飛び込みの入水後に手関節を背屈させると頭部最大到達深度が浅くなるかどうか検証することを目的に本研究を行った。

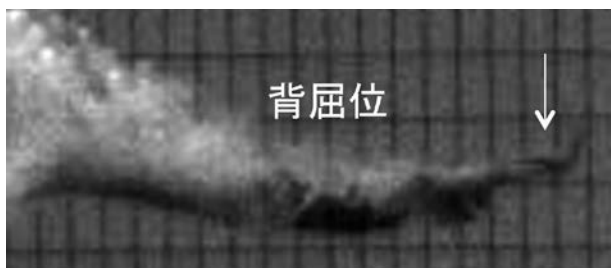
## 方 法

対象は競泳競技経験をもつ男性6名、女性6名のうち、試技中に水底(4m)に接触し分析不可能となった女性2名を除く男性6名、女性4名とした。被験者の平均年齢は男性20.5歳、女性19.5歳、平均身長は男性176.0cm、女性159.8cm、平均体重は男性69.3kg、女性49.0kgであった(表1)。

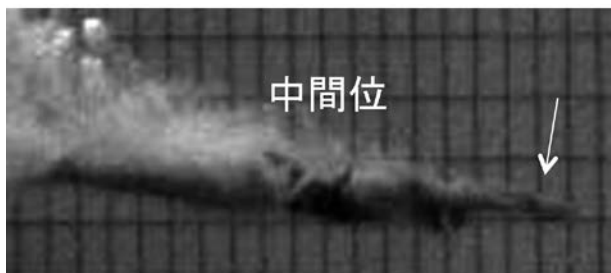
測定にあたり体表マーカを尺骨茎状突起と上腕骨骨頭中央の直上の皮膚に貼り付けた(図1)。被験者には水面から35cm上に設置された飛び込み台から、150cm離れた部分へ入水し、最大深度に達するまでは入水時の姿勢を保つように指示した。ハイスピードカメラ(DETECT社製)を1台は水面に設置、もう1台を水中に設置した。



図2 上腕骨骨頭中央と尺骨茎状突起と水面のおりなす角度を入水角とした



(a)



(b)

図3 入水後に手関節を背屈させる試技(a)と中間位に保つ試技(b)

指先が水面に接した瞬間の上腕骨骨頭中央と尺骨茎状突起と水面のおりなす角度を水面のカメラによる画像から測定し入水角度と定義した(図2)。またそれぞれの試技の指先が水面に接する直前の0.02秒の上腕骨骨頭中央の移動量より移動速度を算出し、入水速度と定義した。水中カメラでプールへ飛び込んだ後に頭部が達した最も深い部分を撮影し、頭部最大到達深度と定義した。また、入水後に手関節を背屈させる試技と中間位に保つ試技(図3)を各2回ずつ行ない、入水角度、入水速度、頭部最大到達深度を求めた。統計学的手法としてはpaired t testを用い、 $p < 0.05$ をもって有意差ありと判断した。

表2 手関節背屈位及び中間位における入水角度

男子：背屈位 60.1°*	女子：背屈位 59.1°
男子：中間位 61.0°*	女子：中間位 57.6°*
*：N.S.	*：N.S.

本研究は早稲田大学倫理審査委員会の承認(2011-092)を得たうえで、すべての被験者に対して本研究の趣旨・内容および危険性を書面・口頭にて十分に説明し、同意を得たうえで行なった。

## 結 果

入水角度は男性の手関節背屈位時が60.1°、中間位が61.0°。女性の背屈位が59.1°、中間位が57.6°であった(表2)。背屈時と中間位では男女とも有意差を認めなかった。これにより入水角度は手関節の掌背屈動作によらず一定であり、本実験では頭部最大到達深度に影響は及ぼさない同一条件であることを確認した。

手関節動作の姿位による頭部到達深度に関しては、男性で手関節中間位における頭部最大到達深度は平均259.0cmであったのに対し、手関節背屈位では平均143.6cmと有意に浅かった(図4)。女性でも同様に手関節中間位における頭部最大到達深度は平均161.0cmであったのに対し、手関節背屈位では平均110.3cmと有意に浅かった(図5)。

入水速度と頭部到達深度に関しては男性および女性とも正の相関を示さなかった(図6, 7)。

## 考 察

近年の報告ではプールにおける脊椎損傷の発生が減



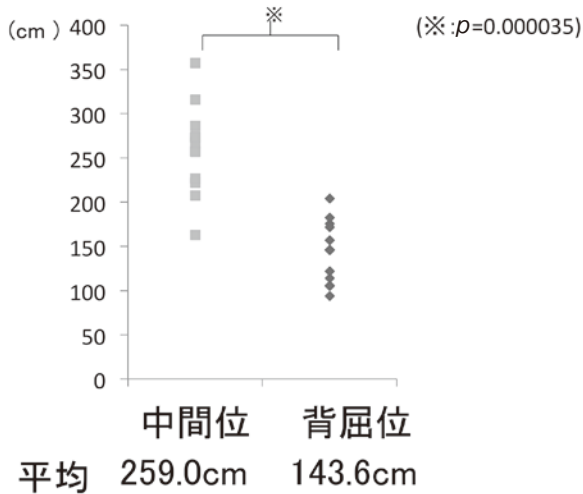


図4 手関節肢位と頭部最大到達深度(男子)

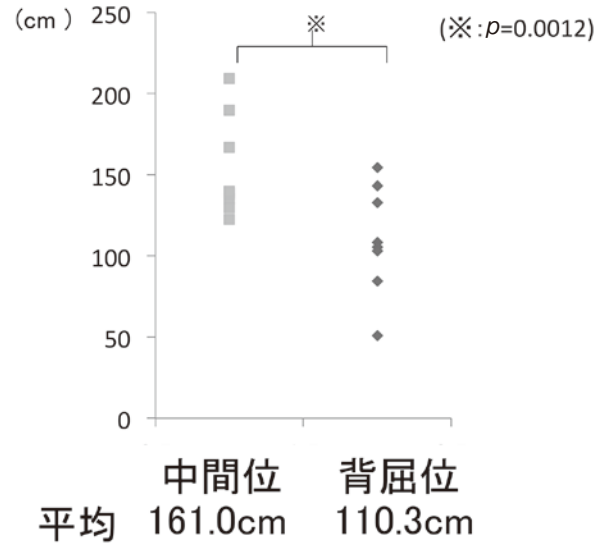


図5 手関節肢位と頭部最大到達深度(女子)

少傾向であり<sup>3)</sup>、不用意な飛び込みによって脊椎・脊髄損傷が発生する可能性があることが啓発され、各予防策が一定の効果を発揮していると考えられる。一方でいまだに近年でも課外活動もしくは授業中にプールでの飛び込み時に水底で衝突する事故が報告され、根絶にはいたっていない<sup>15, 16)</sup>。

公益財団法人日本水泳連盟が平成17年に発行したプール水深とスタート台に関するガイドライン<sup>14)</sup>によると、安全に配慮された飛び込みスタートを行なう場合のスタート台の高さのガイドラインは水深1.00~1.10m未満のプールで0.25±0.05m、水深1.10~1.20m未満のプールで0.30±0.05m、水深1.20~1.35m未満のプールで0.35±0.05mとされている。このガイドライン内では、必ずしも十分な水深がないプール施設での事故発生の危険性を適切・合理的な飛び込みスタート方法によって回避できることを前提としており、多くの施設で水深1.0~1.2mのプールを採用していることを踏まえれば、飛び込みは適切な方法で行なうことが最も重要であり、衝突事故の最大の予防となる。

また今回の実験中に頭部最大到達深度の測定ができなかった対象から除外されたが、手関節中間位では水深4mのプールの水底に接触するものがあった。日本水泳連盟ガイドラインでは如何なる飛び込みであっても安全であるのは水深3.0m以上と明記されている<sup>14)</sup>が、手関節の姿勢が不適切な場合には4mの水深であっても頭部が水底に衝突する可能性があることがわかった。

神館らによると同じ入水角度でも被験者によって頭部最大到達深度がばらつくため、入水角度以外の因子が

到達深度へ関与することを示唆しており<sup>17)</sup>、本研究により手関節角度の関与があり、水底での衝突を回避するためには手関節を背屈することが重要であることが証明された。

手関節を背屈することによる生じる上方への揚力により、あたかも船が舵をきる時のように進行方向を変えることができる。本研究の手関節背屈の有効性に加え、われわれの先行研究<sup>17)</sup>による飛び込み入水角を30°未満とすることを徹底することで、水底で生じる不幸な衝突事故をさらに減少させることができると考える。

飛び込み入水後の手関節背屈は単純な動作であり、学童でも行なえる容易なものである。指導の際に手関節の肢位を背屈させることの重要性を広く伝えたい。

## 結 語

プールへの飛び込みの際には手関節中間位に比べ手関節背屈により飛び込み時の頭部最大到達深度が有意に小さくなるため、重大事故の原因となる水底における衝突を減少させることができる。

## 文 献

- 1) Katoh S et al : Sports-related spinal cord injury in Japan (from the nationwide spinal cord injury registry between 1990 and 1992). Spinal Cord, 34 : 416-421, 1996.

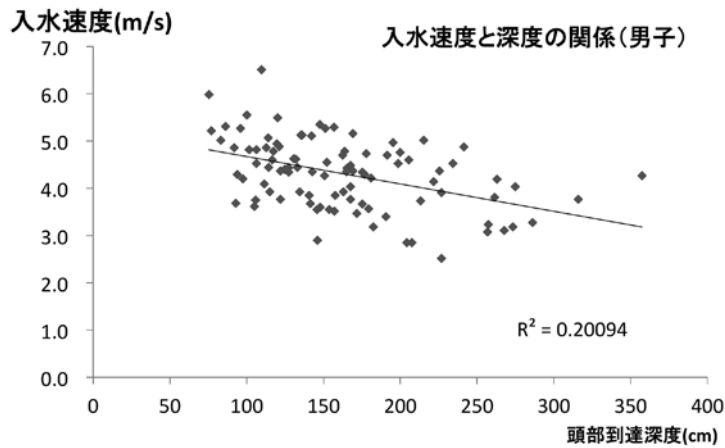


図6 入水速度と頭部最大到達深度(男子)

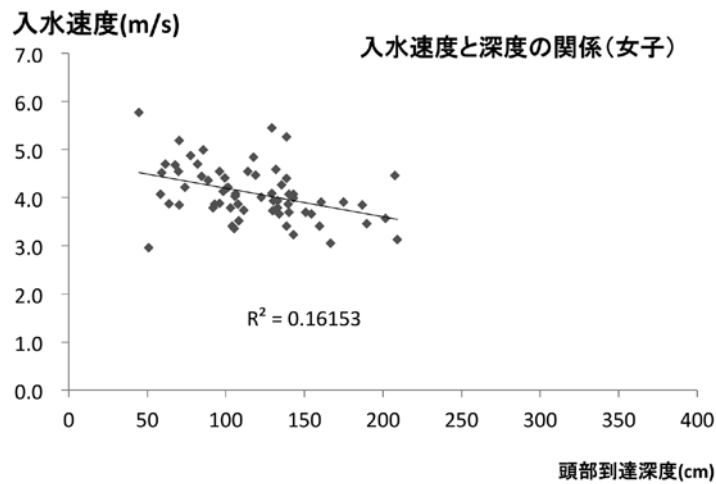


図7 入水速度と頭部最大到達深度(女子)

- 2) Fredø HL et al : The epidemiology of traumatic cervical spine fractures : a prospective population study from Norway. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 20 : 85, 2012.
- 3) Chen Y et al : Causes of spinal cord injury. Top Spinal Cord Inj Rehabil, 19 : 1-8, 2013.
- 4) Aito S et al : Traumatic spinal cord injuries : evidence from 30 years in a single centre. Spinal Cord, 52 : 268-271, 2014.
- 5) Amorim EC et al : Spine trauma due to diving : main features and short-term neurological outcome. Spinal Cord, 49 : 206-210, 2011.
- 6) Boran S et al : A 10-year review of sports-related spinal injuries. Ir J Med Sci, 180 : 859-863, 2011.
- 7) Shingu H et al : A nationwide epidemiological survey of spinal cord injuries in Japan from January 1990 to December 1992. Paraplegia, 33 : 183-188, 1995.
- 8) Chan-Seng E et al : Cervical spine injuries from diving accident : a 10-year retrospective descriptive study on 64 patients. Orthop Traumatol Surg Res, 99 : 607-613, 2013.
- 9) Ye C et al : Pattern of sports- and recreation-related spinal cord injuries in Beijing. Spinal Cord, 47 : 857-860, 2009.
- 10) 独立行政法人日本スポーツ振興センター : 学校にお

- ける水泳事故防止必携(新訂二版), 2006.
- 11) 金岡恒治ほか: 脊髄損傷事故予防の実際. Orthopaedics, 14 : 1-7, 2001.
  - 12) Barss P et al : Risk factors and prevention for spinal cord injury from diving in swimming pools and natural sites in Quebec, Canada : a 44-year study. Accid Anal Prev, 40 : 787-797, 2008.
  - 13) DeVivo MJ et al : Prevention of spinal cord injuries that occur in swimming pools. Spinal Cord, 35 : 509-515, 1997.
  - 14) 公益財団法人日本水泳連盟: プール水深とスタート台に関するガイドライン. 2005.
  - 15) 独立行政法人日本スポーツ振興センター: 学校管理下の災害<平成25年版>. 2013.
  - 16) 独立行政法人日本スポーツ振興センター: 学校の管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点<平成24年版>. 2013.
  - 17) 神館盛充ほか: 水中への飛び込み入水角度と頭部最大到達深度の関係. 日臨スポーツ医学会誌, 22 : 30-35, 2014.

# 超音波エラストグラフィーを用いた アキレス腱の弾性の定量的評価

## Quantitative Evaluation of Achilles Tendon Elasticity Using Ultrasound Elastography

山口 智志	Satoshi Yamaguchi	山本 陽平	Yohei Yamamoto
府川 泰輔	Taisuke Fukawa	赤津 頼一	Yorikazu Akatsu
高橋 和久	Kazuhisa Takahashi	佐粧 孝久	Takahisa Sasho

### ● Key words

Ultrasound elastography : Achilles tendon

### ● 要旨

定量的エラストグラフィー (Strain ratio : SR) によるアキレス腱の弾性を計測し、再現性と有効性を検討した。対象は20~60歳代の正常被験者50名100足である。2名の検者による検者内再現性 ICC (1, 3) は0.87~0.93, 検者間再現性 ICC (2, 2) は0.75と良好だった。Bモードによる定性的な腱変性の評価法で、変性がある腱のSR (0.68) は変性がない腱 (0.36) と比べて高値であり、腱が軟らかかった ( $p < 0.001$ )。年代別のSRは、30歳代ではSRが低値で、腱が硬かった。他の年代では差がなかった。SR計測は、アキレス腱変性の定量的評価法として有用な可能性がある。

### はじめに

アキレス腱の変性は、アキレス腱障害や腱断裂などの原因となる。アキレス腱変性の画像診断には超音波診断や magnetic resonance imaging が用いられ、アキレス腱障害の予測や診断に有用なことが示されている<sup>1)</sup>。しかし、これまでの評価法は目視による定性的評価であり、腱変性の定量的評価法はない。

エラストグラフィーは、組織の弾性を計測する超音波検査法である。エラストグラフィーによる腱の弾性の

計測は、アキレス腱変性の評価に有用であることが示唆されている<sup>2~4)</sup>。しかし、従来のエラストグラフィーはやはり定性的評価であり、定量的評価は行なわれていない<sup>5, 6)</sup>。

近年、既知の弾性率をもつ音響カプラーを基準として組織の弾性を定量化する技術が開発された<sup>7)</sup>。本研究の目的は、アキレス腱に対する定量的エラストグラフィーの1) 計測再現性、2) 従来の腱変性の評価法との相関、3) 年代による計測値の差、を明らかにすることである。

山口智志  
〒260-8677 千葉市中央区亥鼻1-8-1  
千葉大学大学院医学研究院整形外科  
TEL 043-226-2117

千葉大学大学院医学研究院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

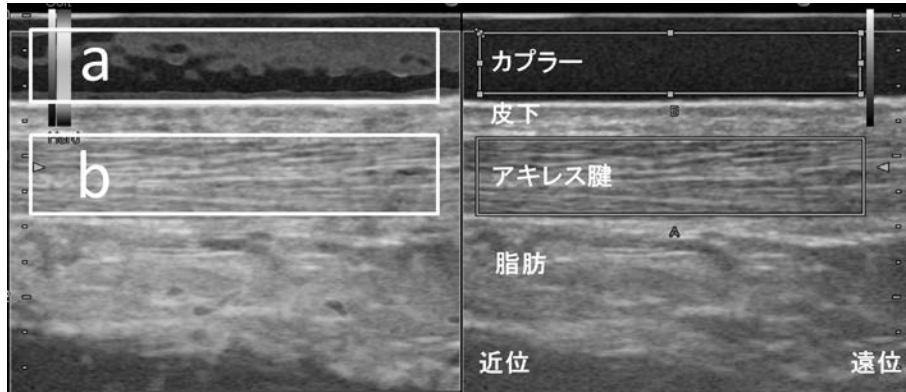


図1 アキレス腱矢状断のBモード(右)とエラストグラフィー(左)画像  
 エラストグラフィーは、実際には組織のひずみを示す青(硬)-赤(軟)のカラー  
 マップとなっている。a:カプラーの関心領域。b:アキレス腱の関心領域。  
 $SR=b$ のひずみ値/aのひずみ値。

## 対象と方法

### 対象

対象は、アキレス腱痛の既往がない50名100足である。20~60歳代まで男女各5名ずつ、合計で女性25名、男性25名(平均45歳)とした。アキレス腱断裂、障害の既往、糖尿病、高脂血症、関節リウマチなどの炎症性疾患、内分泌疾患、ステロイド使用歴のある者は除外した。週1回以上の定期的運動習慣のある者も除外した。

### エラストグラフィー

計測姿勢は、被検者がベッド上で腹臥位となり、足部をベッドの縁に出し自然下垂位とした<sup>5)</sup>。計測断面は腱の矢状断、部位は筋腱移行部から踵骨付着部までの中央1/3とした<sup>5)</sup>。超音波診断装置(Hi Vision Preirus, 日立アロカメディカル)、6~14MHzリニアプローブ(EUP-L65, 日立アロカメディカル)と音響カプラー(EZU-TECPL1, 日立アロカメディカル)を使用した。カプラーは既知のヤング率( $22.6 \pm 2.2 \text{ kPa}$ )をもつエラストマーであり<sup>7)</sup>、プローブに装着して使用した。プローブを用いて約2Hzでアキレス腱を垂直に圧迫すると、組織のひずみをカラーマップ化した画像が表示される(図1)。画面上で、アキレス腱とカプラーに関心領域を設定すると、各領域内のひずみ値が計測される。腱のひずみ値をカプラーのひずみ値で除することにより、腱の弾性を定量化した(strain ratio: SR)。

同時に、従来行われている、カラーマップの目視による定性的評価(grade 1:青-緑/硬, grade 2黄/中間, grade 3:赤/軟)も行なった<sup>6)</sup>。

### Bモードによる腱変性の評価

エラストグラフィーと同様の計測姿勢、断面を使用した。腱の変性を目視による3段階で評価した(grade 1:正常, grade 2:肥厚, grade 3:腱内の低エコー領域)<sup>8)</sup>。

### 検討1a:各腱に対してSR計測を1回のみ行なった場合の検者内再現性

1名の熟練した整形外科医が計測を行なった。SRの計測を各腱につき4回行ない、級内相関係数(Intraclass correlation coefficient: ICC(1, 1))と標準誤差を求めた<sup>9)</sup>。

### 検討1b:各腱に対してSR計測を3回行ない、平均を代表値とした場合の検者内、検者間再現性

この検討のみ、他の検討とは別に対象を設定した。アキレス腱痛の既往がない25名50足(男性16名、女性9名、平均年齢28(21~38)歳)を対象とした。2名の熟練した整形外科医が計測を行なった。前述の結果より、各腱につき3回計測を行ない、平均値を代表値とすることにより十分な再現性が得られることが推測された<sup>10)</sup>。2名の検者が、SRの計測を各腱につき3回ずつ行ない、平均を代表値とした。各検者の検者内再現性(ICC(1, 3))と検者間再現性(ICC(2, 2))、標準誤差を求めた<sup>9)</sup>。

### 検討2:SR計測と、従来の定性的な腱変性の評価法との相関

対象は検討1と同様である。各腱につき、1名の検者がSRの計測を、別の検者がBモード評価、定性的エラストグラフィーを行なった。定性的エラストグラフィー、Bモード評価ともに、grade 3の腱はなかったため、grade 1と評価された腱のSRとgrade 2の2群でSRを

表1 各腱につき3回測定を行ない，平均を代表値としたときの検者内，検者間再現性. カッコ内は95%信頼区間.

	検者1	検者2
Strain ratio (平均±標準偏差)	0.36±0.14	0.39±0.12
検者内再現性 (ICC (1, 3))	0.93 (0.89~0.96)	0.87 (0.80~0.92)
標準誤差	0.06	0.07
検者間再現性 (ICC (2, 2))	0.75 (0.56~0.86)	
標準誤差	0.09	

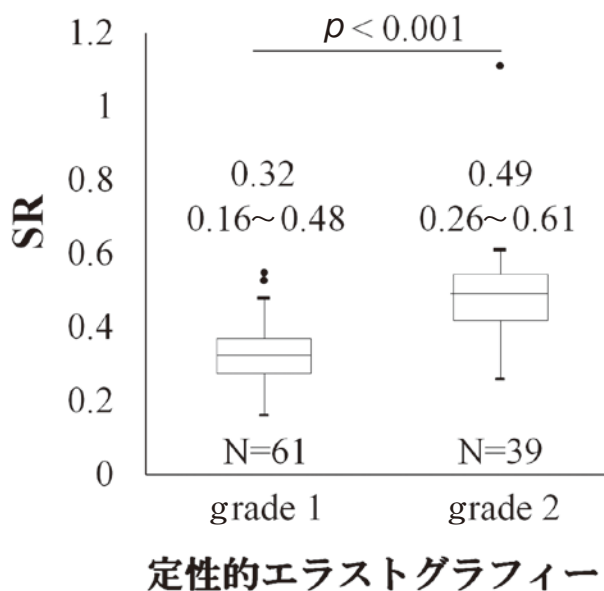


図3 定性的エラストグラフィとSRとの相関 Wilcoxon signed-rank test.

比較した. Wilcoxon signed-rank testを用いた ( $p < 0.05$ ).

### 検討3: SR値の年代別の比較

対象および検者は検討1と同様である. 20~60歳代の5群間でSR値を比較した. Kruskal-Wallis test および post hoc test (Steel-Dwass test)を用いた ( $p < 0.05$ ).

## 結 果

### 検討1a

各腱につき1回のみ計測を行なった場合の検者内再現性 (ICC (1, 1))は0.63 (95%信頼区間, 0.54~0.71) だった. 標準誤差は0.10だった.

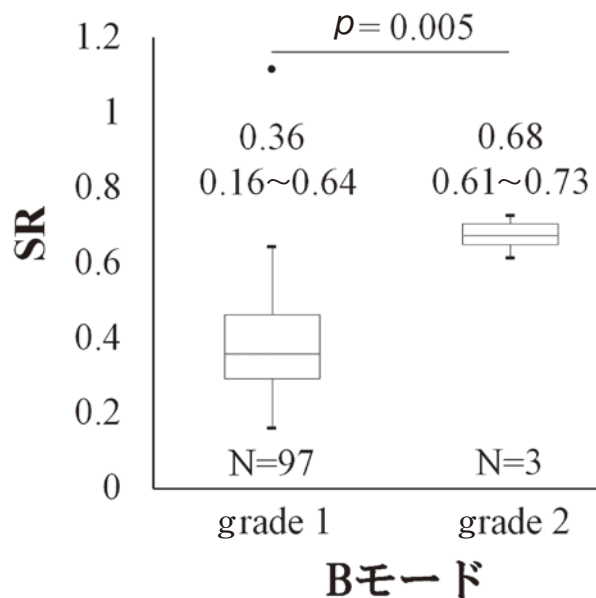


図2 Bモードによる腱変性の評価とSRとの相関 グラフ内の数値は各 grade のSRの平均値と範囲. 箱ひげ図のひげは最大値, 最小値, 箱は第1四分位, 中央値, 第3四分位, 点は外れ値. Wilcoxon signed-rank test.

### 検討1b (表1)

各腱につき3回計測を行ない, 平均を代表値とした場合, 検者内再現性 (ICC (1, 3))は検者1, 2でそれぞれ0.93 (0.89~0.96), 0.87 (0.80~0.92)と向上した. 検者間再現性は (ICC (2, 2))0.75 (0.56~0.86)であった (表1).

### 検討2 (図2, 3)

Bモード評価で, 正常の grade 1だった腱のSR中央値は0.36だった. 変性のある grade 2では0.68であり, grade 1の腱と比べて有意にSRが高く, 腱が軟らかかった ( $p = 0.005$ , 図2). grade 3と評価された腱はなかった.

定性的エラストグラフィで, 腱が硬い grade 1だった腱のSR中央値は0.32だった. grade 2では0.49であり, grade 1の腱と比べて有意にSRが高く, 腱が軟らかかった ( $p < 0.001$ , 図3). grade 3と評価された腱はなかった.

### 検討3 (図4)

無症状のアキレス腱100足の平均SRは0.40だった. 各年代のSR中央値は, 30歳代を除いて0.37~0.46であり差がなかった. 30歳代のSRは0.27であり, 他の年代より有意に低値で, 腱が硬かった ( $p < 0.001$ , 図4).

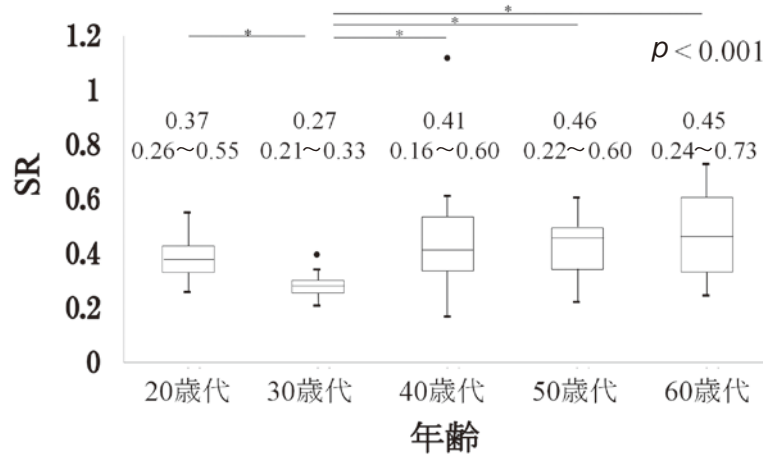


図4 年代別のSR. Kruskal-Wallis test. \*は post hoc test (Steel-Dwass test)  $p < 0.05$ .

### 考 察

本研究は、音響カプラーを用いた定量的エラストグラフィ（SR測定）によるアキレス腱の硬さの計測が、十分な再現性をもつことを示した。また、SRは従来行なわれていた腱変性の定性的評価法と相関があることを示した。定量的エラストグラフィは、アキレス腱変性の定量的評価法として有用な可能性がある。

各腱につき1回のみ計測を行なった場合の検者内再現性は substantial<sup>11)</sup> だった。各腱につき3回計測を行ない、平均を代表値とすると、検者内再現性は almost perfect であり、検者間再現性も excellent だった。Sconfienzaら<sup>12)</sup> は、足底腱膜に対する定性的エラストグラフィの検者間再現性は excellent ( $\kappa$  値 0.80~0.88) であったと報告した。また、Drakonakiら<sup>13)</sup> は、Kager's fat pad を基準としたアキレス腱のSR計測の検者内再現性は 0.66~0.78、検者間再現性は 0.51 と報告した。複数回計測を行なうことにより再現性が向上し、またアキレス腱疾患で変性が生じる可能性のある Kager's fat pad ではなく、音響カプラーを用いることにより、病態に影響されることなくアキレス腱の弾性を評価できると考える。

SRは従来の超音波によるアキレス腱変性の評価法と相関があり、従来法で変性のある腱はSRが高く、軟らかかった。Lalithaら<sup>4)</sup> は、健常者とアキレス腱障害患者の腱の弾性を定性的エラストグラフィで評価し、アキレス腱障害患者では腱が軟らかいことを示した。また、Klauserら<sup>3)</sup> は屍体足による検討で、組織学的な腱の変性と定性的エラストグラフィの grading が相関することを示した。本研究の結果は、これらの研究と同様だっ

た。一方、Sconfienzaら<sup>14)</sup> は、アキレス腱障害患者では逆に腱が硬くなるとしている。この不一致の原因は不明だが、後者の研究はアスリートを対象にしており、患者背景の違いが腱の弾性に影響しているかもしれない。腱の弾性と変性との関連をさらに明らかにするためには、腱の弾性の定量的評価が有用かもしれない。

30歳代のアキレス腱は、他の年代と比べ硬かった。Nakagawaら<sup>15)</sup> は、ウサギによる実験で、成熟例のアキレス腱は幼若、老齢のもの比べて引っ張り強度が強く、これは高い活動性に対する生理的な適応だと述べている。本研究の結果も同様の機序による結果とも考えられる。しかし、エラストグラフィで計測しているのは短軸方向の弾性であり、計測値と長軸方向の力学特性との関連については今後検討が必要である。

本研究で、Bモード評価では100足中3足のみで腱の変性がある grade 2 と評価されたが、定性的エラストグラフィでは39足で grade 2 と評価された。Klauserら<sup>3)</sup> は、Bモードで検出することができない軽度の腱変性およびコラーゲン配列の乱れを、エラストグラフィを用いることにより同定できる可能性があることを示唆した。本研究でのBモード grade 1、定性的エラストグラフィ grade 2 の被験者も、Bモードで検出できない初期の腱変性があった可能性がある。

本研究の限界として、対象がスポーツ習慣のない健常者のみであることがあげられる。本研究ではSRの標準値を明らかにするために健常者を対象としたが、本手法がスポーツ選手やアキレス腱障害患者の腱の評価に適用できるかについては、今後の検討が必要である。

## 結 語

- ・音響カプラーを用いたSR計測によるアキレス腱の硬さの定量的評価は、高い検者内、検者間再現性をもっていた。
- ・SRは、従来の定性的な腱変性の評価法と相関した。
- ・SRは、30歳代では低値であり腱が硬かったが、その他の年代では差がなかった。
- ・SR計測は、アキレス腱変性の定量的評価法として有用かもしれない。

## 文 献

- 1) Khan KM et al : Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. *Br J Sports Med*, 37 : 149-153, 2003.
- 2) De Zordo T et al : Real-time sonoelastography : findings in patients with symptomatic achilles tendons and comparison to healthy volunteers. *Ultraschall Med*, 31 : 394-400, 2010.
- 3) Klauser AS et al : Achilles tendon assessed with sonoelastography : histologic agreement. *Radiology*, 267 : 837-842, 2013.
- 4) Lalitha P et al : Musculoskeletal applications of elastography : a pictorial essay of our initial experience. *Korean J Radiol*, 12 : 365-375, 2011.
- 5) De Zordo et al : Real-time sonoelastography findings in healthy Achilles tendons. *AJR Am J Roentgenol*, 193 : 134-138, 2009.
- 6) Frey H : Realtime elastography. A new ultrasound procedure for the reconstruction of tissue elasticity. *Radiologe*, 43 : 850-855, 2003.
- 7) Fujihara Y et al : Development of acoustic coupler for Elastography. *MEDIX*, 55 : 40-44, 2011.
- 8) Archambault JM et al : Can sonography predict the outcome in patients with achillodynia? *J Clin Ultrasound*, 26 : 335-339, 1998.
- 9) Shrout PE et al : Intraclass correlations : uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*, 86 : 420-428, 1979.
- 10) Eliasziw M et al : Statistical methodology for the concurrent assessment of interrater and intrarater reliability : using goniometric measurements as an example. *Phys Ther*, 74 : 777-788, 1994.
- 11) Landis JR et al : The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 : 159-174, 1977.
- 12) Sconfienza LM et al : Real-time sonoelastography of the plantar fascia : comparison between patients with plantar fasciitis and healthy control subjects. *Radiology*, 267 : 195-200, 2013.
- 13) Drakonaki EE et al : Real-time ultrasound elastography of the normal Achilles tendon : reproducibility and pattern description. *Clin Radiol*, 64 : 1196-2202, 2009.
- 14) Sconfienza LM et al : Sonoelastography in the evaluation of painful Achilles tendon in amateur athletes. *Clin Exp Rheumatol*, 28 : 373-378, 2010.
- 15) Nakagawa Y et al : Age-related changes in biomechanical properties of the Achilles tendon in rabbits. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73 : 7-10, 1996.



# スノーボード外傷のリスクを低減させる プロテクターの検討

## Effect of Protective Gear on Snowboarding Injuries

若原 和彦<sup>1)</sup> Kazuhiko Wakahara 石丸 大地<sup>2)</sup> Daichi Ishimaru

### ● Key words

スノーボード外傷, プロテクター, ヒップパッド, リストガード,

### ●要旨

目的:本研究の目的は,スノーボード外傷のリスクを低減しうるプロテクターを同定することである。

方法:2007~2010年の間のスノーボード外傷患者4,176人を対象とした。アンケート調査と外傷診断名から,高頻度スノーボード外傷を同定し,多重ロジスティック回帰分析を用いて高頻度外傷に対する各種プロテクターのオッズ比を算出した。

結果:8種類の外傷が高頻度外傷として同定された。多重ロジスティック回帰分析の結果,ヒップパッドとニーパッドが高頻度スノーボード外傷のオッズ比を有意に低下させていた(ヒップパッド:オッズ比,0.80,ニーパッド:オッズ比,0.44)。

結論:ヒップパッド,ニーパッドは,スノーボード外傷のリスクを減少させる可能性がある。

### はじめに

1998年の長野オリンピック以降,スノーボードは劇的に競技人口が増加し,現在では若者を中心に人気の高いウィンタースポーツの1つである。スノーボードの普及とともに,スノーボード外傷が急激に増加したのにも関わらず,現在のところ有効な外傷予防対策は確立されていない。これまでのスノーボード外傷に関する研究のなかで,リストガードおよびヘルメットの手関節外傷,頭部外傷に対する予防効果が報告されている<sup>1,2)</sup>。一方で,リストガードの装着によって上肢近位部の外傷が増

加するといった,プロテクター装着に伴う二次的外傷の懸念も指摘されており<sup>3)</sup>,特定の外傷リスクを低減させるプロテクターが,必ずしもスノーボード外傷全体のリスクを低減させるわけではないと考えられる。本研究の目的は,スノーボード外傷の予防対象として高頻度のスノーボード外傷の種類を同定し,高頻度スノーボード外傷のリスクを低減しうるプロテクターを明らかにすることである。

### 方 法

2007/2008~2009/2010年の3期のスノーボードシーズ

若原和彦  
〒501-0696 揖斐郡揖斐川町三輪2547-4  
揖斐厚生病院整形外科  
TEL 0585-21-1111

1) 揖斐厚生病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Ibi Kousei Hospital  
2) 岐阜大学医学系研究科整形外科  
Gifu University, Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine

表1 高頻度スノーボード外傷

	n	%
総スノーボード外傷数	4,176	—
橈骨遠位端骨折	730	17.5
頭部外傷(頭部挫傷, 脳震盪)	349	8.4
鎖骨骨折	296	7.1
上腕骨骨折	236	5.7
肩関節脱臼	212	5.1
脊椎骨折	140	3.4
肘関節脱臼	132	3.2
肩鎖関節脱臼	93	2.2

ンで岐阜県奥美濃地域のスキーリゾートで受傷したスノーボード外傷患者4,176人を対象とした。スノーボード外傷患者に対して、年齢、性別、スノーボードの技術レベル、プロテクター装着の有無および、その種類(ヘルメット・リストパッド・エルボーパッド・スパイナルパッド・ヒップパッド・ニーパッド)、受傷原因(転倒、障害物との衝突、人との衝突、ジャンプの着地失敗)、スノーボード経験値(スノーボードの総経験シーズン数)、滑走スロープの種類、滑走スタンス、スノーボードスクール参加の有無等を含む詳細なアンケート調査を依頼し、診断名とともにスノーボード外傷患者のデータベースを作成した。同データベースを用いて、まず第一に高頻度スノーボード外傷(全体の2%以上の割合を占めるスノーボード外傷)を同定し、同外傷を受傷したスノーボーダーを高頻度外傷群とした。高頻度外傷患者群と同時期にアンケート調査を受けた外傷を受傷していないスノーボーダー862人をコントロール群とした。

Fisher's exact testを用いて、2群間の年齢、性別、技術レベル、スノーボード経験シーズン、スノーボード経験日数を比較し、Pearson's chi-square testを用いて2群間の各種プロテクター装着率を比較した。高頻度外傷のリスクを減らす因子を調査するために多重ロジスティック回帰分析を用いた。最初に、各種プロテクター、リスク因子(年齢、性別、スノーボード技術、経験値)に対して、それぞれ単変量解析を行ない、 $p < 0.20$ であった因子を高頻度外傷に対する潜在的なリスク因子と設定した。各因子間での多重共線性を the variance inflation factor valueを用いて評価したが、多重共線性は認められなかった。引き続き、高頻度外傷に対する潜在的なリスク因子を独立変数として選択し、forward stepwise methodsによる多重ロジスティック回帰分析を行なった。ホスマー・レメシヨウの検定結果は $p = 0.70$ であり良好であったが、判別率的中率は57.4%であった。実測値に対しての予測値が $\pm 3SD$ を超えるような外れ値は存在

表2 高頻度スノーボード外傷群プロフィール (n=3,050)

		% (n)		p value <sup>a</sup>
		高頻度外傷群 (n=2,188)	コントロール群 (n=862)	
年齢(歳)	<20	279 (12.8)	135 (15.7)	0.115
	20~30	1,558 (71.2)	595 (69.0)	
	>30	308 (14.1)	118 (13.7)	
性別	不明	57 (2.6)	0 (0.0)	<0.01
	男性	1,499 (68.5)	648 (75.2)	
	女性	689 (31.5)	214 (24.8)	
技術レベル	初級	914 (41.8)	350 (40.6)	0.67
	中級	1,012 (46.3)	416 (48.3)	
	上級	231 (10.6)	96 (11.1)	
	不明	31 (1.4)	0 (0.0)	
	1	309 (14.1)	86 (10.0)	
総経験シーズン数(年)	2~5	1,080 (49.4)	422 (49.0)	<0.0001
	6~10	600 (27.4)	244 (28.3)	
	>10	124 (5.7)	102 (11.8)	
	不明	75 (3.4)	8 (0.9)	
	1~10	888 (40.6)	294 (34.1)	
総経験日数(日)	11~50	689 (31.5)	322 (37.4)	<0.01
	51~100	266 (12.2)	90 (10.4)	
	>100	226 (10.3)	58 (6.7)	
スノーボードスクール参加の有無	はい	119 (5.4)	98 (11.4)	0.81
	いいえ	252 (11.5)	102 (11.8)	
プロテクター着用	ヘルメット	1,936 (88.5)	760 (88.2)	0.263
	エルボーパッド	107 (4.9)	34 (3.9)	
	リストガード	75 (3.4)	14 (1.6)	
	脊椎パッド	57 (2.6)	26 (3.0)	
プロテクター着用	ヒップパッド	139 (6.4)	66 (7.7)	0.95
	ニーパッド	783 (35.8)	412 (47.8)	
	不明	274 (12.5)	212 (24.6)	

しなかった。すべての統計解析に、the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows, version 16.0 (SSPS, Chicago, III)を用いた。

## 結 果

4,176人のスノーボード外傷のうち、高頻度スノーボード外傷として8種類の外傷が同定された(表1)。最も頻度が高い外傷は橈骨遠位端骨折(全外傷の17.5%)であり、続いて頭部外傷(8.4%)、鎖骨骨折(7.1%)であった。高頻度外傷群とコントロール群のプロフィール

表3 高頻度スノーボード外傷に対するオッズ比 (n=3,050)

		単変量解析		多重ロジスティック 回帰分析	
		OR <sup>a</sup> (95% CI <sup>a</sup> )	p value	OR (95% CI)	p value
年齢(歳)	<20	1.00		1.00	
	20~30	1.27 (1.01~1.59)	0.12	1.33 (1.05~1.68)	<0.05
	>30	1.27 (0.94~1.70)		1.41 (1.04~1.91)	
	不明	—		—	
性別	男性	1.00		1.00	
	女性	1.39 (1.16~1.67)	<0.001	1.28 (1.06~1.55)	<0.01
技術レベル	初級	1.00		—	
	中級	0.93 (0.79~1.10)	0.67	—	—
	上級	0.92 (0.71~1.21)		—	
	不明	—		—	
総経験シーズ ン数(年)	1	1.00		1.00	
	2~5	0.71 (0.55~0.93)		0.79 (0.60~1.03)	
	6~10	0.68 (0.52~0.91)	<0.00001	0.78 (0.58~1.05)	<0.01
	>10	0.34 (0.24~0.48)		0.39 (0.27~0.56)	
	不明	—		—	
スノーボード スクール参加 の有無	はい	1.00		—	
	いいえ	1.03 (0.81~1.32)	0.81	—	—
ヘルメット	はい	1.25 (0.844~1.857)	0.26	—	—
	いいえ	1.00		—	
エルボーパッド	はい	2.149 (1.21~3.82)	<0.01	3.69 (2.03~6.74)	<0.01
	いいえ	1.00		1.00	
リストガード	はい	0.86 (0.54~1.38)	0.53	—	—
	いいえ	1.00		—	
脊椎パッド	はい	0.82 (0.60~1.11)	0.20	0.82 (0.57~1.19)	0.29
	いいえ	1.00		1.00	
ヒップパッド	はい	0.61 (0.52~0.71)	<0.00001	0.80 (0.66~0.97)	0.02
	いいえ	1.00		1.00	
ニーパッド	はい	0.44 (0.36~0.54)	<0.00001	0.44 (0.34~0.55)	<0.01
	いいえ	1.00		1.00	

<sup>a</sup>: OR, オッズ比; CI, 信頼区間

を表2に示す。表3に、単変量解析・多重ロジスティック回帰分析による高頻度外傷に対するスノーボーダーの特徴との関係を示す。高頻度外傷を対象として行われた単変量解析により、年齢、性別、スノーボード総シーズン数、エルボーパッド・ヒップパッド・ニーパッドの着用が、高頻度外傷に対する潜在的なリスク因子として同定された。続いて行われた多重ロジスティック回帰分析により、ヒップパッドとニーパッドの着用が高頻度スノーボード外傷に対するオッズ比を低下させていることが明らかとなった(ヒップパッド:オッズ比, 0.80 95%信頼区間, 0.66~0.97, ニーパッド:オッズ比, 0.44 95%信頼区間, 0.34~0.55)。一方、エルボーパッドの着用は、高頻度外傷に対するオッズ比を増加させていた(オッズ比, 3.69 95%信頼区間, 2.03~6.74)。

## 考 察

今回、われわれは高頻度スノーボード外傷のリスクを低減できるプロテクターを同定することが、スノーボード外傷を効率的に予防し、スノーボードをできるだけ安全なスポーツにすることにつながるという観点から、本研究を行なった。結果として、ヒップパッド・ニーパッドの着用が高頻度スノーボード外傷のリスクを減少させることが明らかとなった。一方で、エルボーパッドの着用は、高頻度外傷に対するオッズ比を増加させていた。

スノーボード中のヘルメット、リストガード着用が、それぞれ頭部外傷、手関節外傷に対して予防効果があると報告されているが、同プロテクターの2次的効果による上肢外傷の増加、頸椎外傷の増加は、議論の対象となっている<sup>3~5)</sup>。本研究では、スノーボード外傷の予防対象として、高頻度スノーボード外傷を設定し、単変量解析・多重ロジスティック回帰分析を行なうことにより、前述のようなプロテクターによる2次的効果も含めて、包括的にスノーボード外傷全体のリスクを低減させるプロテクターを同定することが可能であった。興味深いことに、ヒップパッド・ニーパッドがその候補として同定された。スノーボーダーは、バランスを崩して転倒する際に、前後方向に転倒しやすく、その際、後頭部を打撲したり、防御反応から手関節を地面について橈骨遠位端骨折を受傷したりすると考えられている<sup>6)</sup>。スノーボーダーはブーツがスノーボードに固定されており、スノーボードを支点として転倒するため、スノーボードから距離が離れた上肢にかかる外力はより大きくなると考えら

れる。われわれの研究結果は、ヒップパッド・ニーパッドを着用することで、直接に頭部や手関節を地面に打撲する前にヒップパッドやニーパッドが地面に接触して外力を緩衝し、スノーボード外傷のリスクを下げていることを示唆する。一方で、エルボーパッドが高頻度外傷に対する高リスク因子であることが示唆された。これは、エルボーパッドが肘関節に対する外傷予防効果を有するかもしれないが、エルボーパッドが外力を肘関節より近位の上肢に対して移行させることで、肘関節より近位の肩関節脱臼や鎖骨骨折などの外傷を増加させている可能性がある。つまりエルボーパッドはプロテクターとして正常に作用していない可能性を示唆している。今後も、スノーボードの安全性向上のため、高頻度外傷に対するプロテクターの外傷予防効果に対して、さらなる調査・検討が必要であると考えられる。

## 結 語

スノーボードにおける高頻度外傷に対し、ヒップパッド・ニーパッドの着用が、外傷リスクを低減する可能性がある。

## 文 献

- 1) Sulheim S et al : Helmet use and risk of head injuries in alpine skiers and snowboarders. JAMA, 295 : 919-924, 2006.
- 2) Hagel B et al : The effect of wrist guard use on upper-extremity injuries in snowboarders. Am J Epidemiol, 162 : 149-156, 2005.
- 3) Russell K et al : The effect of wrist guards on wrist and arm injuries among snowboarders : a systematic review. Clin J Sport Med, 17 : 145-150, 2007.
- 4) Hagel BE et al : Effectiveness of helmets in skiers and snowboarders : case-control and case cross-over study. BMJ, 330 : 281, 2005.
- 5) Deibert MC et al : Skiing injuries in children, adolescents, and adults. J Bone Joint Surg Am, 80 : 25-32, 1998.
- 6) Pino EC et al : Snowboard injuries. Am J Sports Med, 17 : 778-781, 1989.

# 高校野球選手の肩痛に関連する身体所見の特徴

## Physical Characteristics of High School Baseball Players with Throwing Disorders

前田 周吾 <sup>1)</sup>	Shugo Maeda	津田 英一 <sup>1)</sup>	Eiichi Tsuda
平賀 康晴 <sup>1)</sup>	Yasuharu Hiraga	山本 祐司 <sup>1)</sup>	Yuji Yamamoto
岡村 良久 <sup>2)</sup>	Yoshihisa Okamura	石橋 恭之 <sup>1)</sup>	Yasuyuki Ishibashi

### ● Key words

投球障害, 原テスト, 野球選手

Throwing disorders : Hara physical test : Baseball players

### ● 要旨

高校野球選手146名のメディカルチェック(MC)を行ない, 投球時の肩痛を有する選手に特徴的な身体所見を検討した。投球時の肩痛の有無をアンケート調査し, 原テスト11項目, 僧帽筋下部筋力, ゼロポジション外旋筋力, 体幹・下肢タイトネスとの関連をロジスティック回帰分析で検討した。肩痛に有意に関連する因子は僧帽筋下部線維筋力低下(オッズ比5.4,  $p=0.007$ )であった。投球時の肩痛に関連する身体所見は僧帽筋下部線維筋力低下であり, 高校野球選手のMCではとくに注意すべき所見である。

### はじめに

投球動作は高速かつ複雑な全身運動であり, 下肢・体幹によって生み出された力を効率よく上肢に伝達する運動連鎖が重要である。そのため肩甲胸郭関節, 下肢, 体幹の機能異常があると効率のよい運動連鎖が障害され, 肩関節, 肘関節に過剰な負荷が加わり投球障害が発生するとされている<sup>1-3)</sup>。したがって投球障害の評価や治療では肩甲帯, 胸郭, 体幹, 下肢の機能不全を抽出し, 改善することが重要である。本研究の目的は高校野球選手のメディカルチェック(MC)で原テスト, 肩関節周囲筋力, 体幹・下肢タイトネス, 投球時の肩痛を評価し, 投球時の肩痛を有する選手に特徴的な身体所見を検討することである。

### 対象と方法

対象は2013年1月から3月のシーズンオフにMCを受けた青森県高校野球選手146名とした。全例男性で, 学年は3年生1名, 2年生58名, 1年生87名であり, ポジションは投手56名, 捕手12名, 内野手49名, 外野手29名であった。MC前にアンケート調査で現在の肩痛の有無を確認し, 疼痛の程度はvisual analogue scale (VAS)で評価した。MCは練習前に行ない, 肩関節理学所見として原テスト, 肩関節周囲筋力, 体幹・下肢タイトネスを調査した。

原テストは以下の11項目であり, 整形外科医師が評価し, 原, 大沢らの判定基準に準じて判定した<sup>4,5)</sup>。① scapula spine distance (SSD), ② combined abduction

前田周吾  
〒036-8562 弘前市在府町5  
弘前大学大学院医学研究科整形外科学講座  
TEL 0172-39-5083

- 1) 弘前大学大学院医学研究科整形外科学講座  
Department of Orthopaedic Surgery, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 2) 青森県立あすなろ医療療育センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Asunaro Medical and Health Care Center

表1 原テスト11項目と陽性基準

原テスト項目	陽性の基準
SSD	立位で棘突起列と肩甲骨棘内側縁の距離の左右差が1横指以上
CAT	仰臥位で検者が肩甲骨を固定し、他動的な外転角度が投球側で低下
HFT	仰臥位で検者が肩甲骨を固定し、他動的な水平屈曲角度が投球側で低下
EET	坐位で肘関節屈曲位より検者が抵抗を加えながら自動伸展を行なわせ、屈曲100°程度で投球側に明らかな脱力現象があるもの
EPT	坐位で肩関節屈曲90°、内外旋0°、肘関節屈曲90°とし、検者が肘頭に加えた力に抵抗運動をさせ、投球側に明らかな脱力現象があるもの
ER-MMT	下垂位内外旋中間位で外旋筋力を徒手検査し、投球側で低下
IR-MMT	下垂位内外旋中間位で内旋筋力を徒手検査し、投球側で低下
ABD-MMT	Scapula planeで約30°まで徒手抵抗下で外転させ、投球側で低下
IS	Neer, Hawkinsのいずれかのテストで陽性
Loose	load & shift test, sulcus signのいずれかが陽性
HERT	仰臥位で肩関節120°外転位で検者が外旋強制し、疼痛を有するもの

SSD : scapula spine distance, CAT : combined abduction test, HFT : horizontal flexion test, EET : elbow extension test, EPT : elbow push test, ER-MMT : 肩外旋筋力, IR-MMT : 肩内旋筋力, ABD-MMT : 肩外転筋力, IS : impingement sign, Loose : loose test, HERT : hyper external rotation test

test (CAT), ③ horizontal flexion test (HFT), ④ elbow extension test (EET), ⑤ elbow push test (EPT), ⑥ 肩外旋筋力 (ER-MMT), ⑦ 肩内旋筋力 (IR-MMT), ⑧ 肩外転筋力 (ABD-MMT), ⑨ impingement sign (IS), ⑩ loosening test (Loose), ⑪ hyper external rotation test (HERT) (表1). 体幹・下肢タイトネスは指床間距離 (FFD), 踵殿部間距離 (HBD), Thomas test, 下肢伸展挙上角度 (SLR), 股関節90°屈曲位での内旋可動域 (Hip-IR)・外旋可動域 (Hip-ER) を投球側, 非投球側のそれぞれで評価・計測した. 体幹・下肢タイトネスは FFD 0cm, HBD 5cm, SLR 70°, Hip-IR 30°, Hip-ER 50° を基準とし<sup>6)</sup>, タイトネスなしを0点, タイトネスありを1点とした. Thomas testは陰性0点, 陽性1点とした. 以上の6項目の合計点で体幹・下肢タイトネスを評価した (タイトネス点数). 原テストにおける肩周囲筋力評価に追加して, 腹臥位での僧帽筋下部線維筋力 (Trap.) とゼロポジションでの肩関節外旋筋力 (Zero ER) を徒手筋力検査で評価し (図1, 2), 投球側が低下しているものを陽性とした.



図1 僧帽筋下部筋力評価  
徒手筋力検査で評価し、投球側で低下しているものを陽性とした。

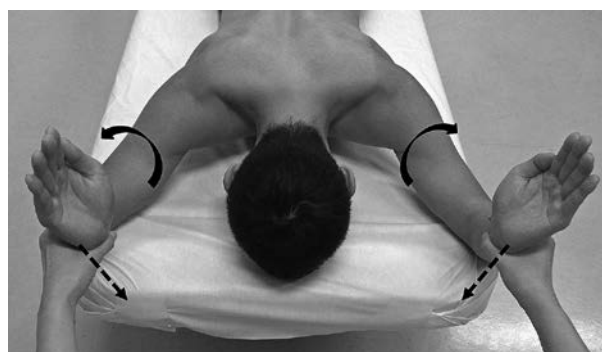


図2 ゼロポジション外旋筋力  
徒手筋力検査で評価し、投球側で低下しているものを陽性とした。

本研究では肩痛に関連する身体所見を検討するため, 従属変数を肩痛の有無とし, 独立変数を疼痛の再現性の評価である IS と HERT を除いた原テスト9項目, 体幹・下肢タイトネスの各項目, 僧帽筋下部線維筋力, ゼロポジションでの肩外旋筋力としてロジスティック回帰分析を行なった. 疼痛の有無で分けた2群間でタイトネス点数を Mann-Whitney U 検定を用いて比較した. 統計処理には SPSS ver. 22.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) を使用し, 危険率は5%未満とした.

## 結 果

肩痛は19名 (13%) に認め, 平均 VAS は  $39 \pm 21$  mm であった. 原テストの中で CAT と HFT はどちらの群でも陽性者数の割合が高く, 疼痛の再現性を評価する IS と HERT は肩痛あり群で多い傾向を認めた. また Trap. と Zero ER も肩痛あり群で多い傾向を認めた (表2). 体幹・下肢タイトネスでは FFD, HBD, Hip-ER で陽性者数が多い傾向であった (表3). ロジスティック回帰分

析の結果、肩痛に関連する身体所見は僧帽筋下部線維筋力(オッズ比5.4,  $p=0.007$ )であった。タイトネス点数は肩痛あり群で $3.6 \pm 2.7$ 点、肩痛なし群で $3.7 \pm 2.5$ 点であり、2群間に有意差を認めなかった。

### 考 察

本研究では投球時の肩痛を有する選手の身体的特徴は投球側の僧帽筋下部線維筋力低下であった。僧帽筋下

表2 原テスト11項目と肩周囲筋力評価陽性者数

肩関節理学所見	肩痛あり (n=19)	肩痛なし (n=127)
SSD	0	11 (8.7%)
CAT	10 (52.6%)	58 (45.7%)
HFT	9 (47.4%)	43 (33.9%)
EET	1 (5.3%)	8 (6.3%)
EPT	3 (15.8%)	9 (7.1%)
ER-MMT	1 (5.3%)	6 (4.7%)
IR-MMT	0	2 (1.6%)
ABD-MMT	1 (5.3%)	3 (2.4%)
IS	7 (36.8%)	8 (6.3%)
Loose	3 (15.8%)	10 (7.9%)
HERT	8 (42.1%)	9 (7.1%)
Trap.	6 (31.6%)	15 (11.8%)
Zero ER	8 (42.1%)	27 (21.3%)

SSD : scapula spine distance, CAT : combined abduction test, HFT : horizontal flexion test, EET : elbow extension test, EPT : elbow push test, ER-MMT : 肩外旋筋力, IR-MMT : 肩内旋筋力, ABD-MMT : 肩外転筋力, IS : impingement sign, Loose : loose test, HERT : hyper external rotation test, Trap. : 僧帽筋下部線維筋力, Zero ER : ゼロポジション肩外旋筋力

部線維は上肢挙上時の肩甲骨上方回旋を誘導し、ゼロポジションを維持する肩甲骨安定化機構として重要であり<sup>7)</sup>、投球相では減速期で最大筋力を発揮する<sup>8)</sup>。減速期はボールに伝達されない余剰な運動エネルギーを分散させ、障害のリスクを最小限とする役割があり<sup>9)</sup>、僧帽筋下部線維筋力低下がある選手では減速期がうまく行なわれずに障害のリスクが高まることが予想される。プロ野球選手の報告ではスプリングキャンプ開始3週以降の投手81%、野手35%に僧帽筋下部線維筋力低下を認め、筋力低下を認めた投手の64%ではシーズン中の肩・肘障害が生じていた<sup>10)</sup>。本研究でも肩痛を有する選手に特徴的な身体所見であり、またプロ野球選手でも僧帽筋下部線維筋力低下は投球動作により早期かつ高率に生じており、僧帽筋下部線維筋力の評価や肩甲骨周囲筋のコンディショニングは重要であると考えられた。

原テストは肩甲骨の位置、関節可動域、徒手筋力検査、関節不安定性、疼痛の再現性の評価から総合的に肩関節機能を評価するものであり、投球障害肩に対するリハビリテーションの目安や投球開始時期の決定に用いられている<sup>4)</sup>。原テストを用いた高校野球選手MCの報告では肩痛を有する選手に特徴的な陽性項目はSSP, IS, CAT, EET, EPT, HERTをあげており、肩痛を有する選手では有意に原テストの陽性項目が多い結果であった<sup>5, 11)</sup>。われわれも青森県高校野球選手699名を対象としたMCを行ない、疼痛誘発試験であるISとHERTを含む原テスト3項目以上陽性であった選手の中で約50%に投球時肩肘痛を認めており、原テスト陽性項目数と投球時肩肘痛の間に有意な関連を認め、原テストは高校野球選手のMCでも有用な評価方法である<sup>12)</sup>。今回の検討では原テストの中で有意に肩痛に関連する項目は認めな

表3 体幹・下肢タイトネスの陽性者数

体幹・下肢タイトネス項目		肩痛あり (n=19)	肩痛なし (n=127)
FFD		8 (42.1%)	64 (50.4%)
HBD	投球側	11 (57.9%)	45 (35.4%)
	非投球側	11 (57.9%)	42 (33.1%)
SLR	投球側	5 (26.3%)	24 (18.9%)
	非投球側	4 (21.1%)	20 (15.7%)
Psoas	投球側	2 (10.5%)	32 (25.2%)
	非投球側	2 (10.5%)	32 (25.2%)
Hip-IR	投球側	3 (15.8%)	34 (26.8%)
	非投球側	4 (21.1%)	30 (23.6%)
Hip-ER	投球側	8 (42.1%)	44 (34.6%)
	非投球側	7 (36.8%)	43 (33.9%)

FFD : 指床間距離, HBD : 踵殿部間距離, Psoas : Thomas test, Hip-IR : 股関節内旋, Hip-ER : 股関節外旋

かったが、両群とも CAT と HFT 陽性者数が多い傾向を認め、高校野球選手の身体所見の特徴と考えられる。CAT と HFT は Pappas ら<sup>13)</sup> が提唱した肩甲上腕関節の柔軟性の評価方法であり、投球障害を有する選手を診療するうえで重要視されている項目である<sup>2,4)</sup>。CAT, HFT が陽性となる原因として、関節包の拘縮、腱板の筋緊張・筋拘縮、インナーとアウトターの筋機能バランスの異常などがあげられており<sup>4)</sup>、投球障害を有する選手ではこの2つの所見が陰性となることが投球再開の必要条件と考えられている<sup>2)</sup>。本研究ではシーズンオフで投球機会が少ない時期にも関わらず、肩痛を有していない選手でも高率に CAT と HFT が陽性となっており、シーズン開始後の投球障害の発生が危惧される。したがって高校野球選手では年間を通じてこの2つの所見の原因を除去するようなストレッチやトレーニングを行なうべきである。

下肢関節の機能低下や可動域低下は投球動作での効率のよい下肢から上肢への運動連鎖の破綻を引き起こし、肩・肘関節の負担が増大する可能性が指摘されている<sup>1-3,14)</sup>。MC において下肢のタイトネスや関節可動域を評価し、選手にフィードバックすることは投球障害予防の観点からも重要であると考えられる。本研究では高校野球選手において体幹前屈、大腿四頭筋、股関節外旋のタイトネスを有する選手が多い傾向を認めたが、体幹・下肢のタイトネスの各項目と肩痛との関連は認めなかった。その原因として本調査がシーズンオフのために投球頻度が少なく、肩痛を有する選手が少なかったことが考えられる。しかしこのような体幹・下肢のタイトネスの特徴や個々の選手の MC の結果は選手・指導者にフィードバックし、適切なトレーニングやストレッチの方法を指導するとともに、今回の対象選手で新規に肩痛を発症した選手を調査し、シーズン中の肩痛発症の予測因子の解明に向けた前向き研究を行なうことが重要である。

## ま と め

高校野球選手の肩痛を有する選手に特徴的な身体所見は僧帽筋下部線維筋力低下であった。

## 文 献

- 1) 岩堀 祐介：投球障害肩 野球とスポーツ障害・外傷. *Orthopaedics*, 20 : 39-51, 2007.
- 2) 菅谷啓之：肩スポーツ障害に対する機能診断と鏡視下手術—投球障害肩を中心に—. *骨・関節・靭帯*, 19 : 847-856, 2006.
- 3) 山口光國ほか：スポーツ外傷の保存的療法 野球選手の肩・肘痛に対する理学療法. *整・災外*, 41 : 1249-1260, 1998.
- 4) 原 正文：肩のスポーツ障害—臨床に活用出来る即戦力の知識—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.
- 5) 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.
- 6) 土屋篤志ほか：原テストによる少年野球選手の肩評価—下肢柔軟性との関連—. *肩関節*, 34 : 523-526, 2010.
- 7) Kibler WB et al : Current concepts : scapular dyskinesis. *Br J Sports Med*, 44 : 300-305, 2010.
- 8) Digiovine NM et al : An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg*, 1 : 15-25, 1992.
- 9) Pappas AM et al : Biomechanics of baseball pitching. A preliminary report. *Am J Sports Med*, 13 : 216-222, 1985.
- 10) 田中 稔ほか：プロ野球投手の肩甲帯機能と障害発生因子 僧帽筋下部の重要性. *肩関節*, 36 : 1023-1027, 2012.
- 11) 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.
- 12) 前田周吾ほか：高校野球メディカルチェックにおける原テストと投球障害の関連. *肩関節*, 37 : 839-842, 2013.
- 13) Pappas AM et al : Rehabilitation of the pitching shoulder. *Am J Sports Med*, 13 : 223-235, 1985.
- 14) 筒井廣明：野球肩の最近の話題. *日整会誌*, 83 : 475-486, 2009.



# Early cocking相の上肢姿勢がボール・リリース時の肩関節姿勢に与える影響

## Influence of the Upper Extremity Posture During the Early Cocking Phase on the Shoulder Orientation at Ball Release in Baseball Pitching

田中 洋 <sup>1)</sup>	Hiroshi Tanaka	林 豊彦 <sup>2)</sup>	Toyohiko Hayashi
信原 克哉 <sup>1)</sup>	Katsuya Nobuhara	高木 陽平 <sup>3)</sup>	Yohei Takagi
二宮 裕樹 <sup>1)</sup>	Hiroki Ninomiya	駒井 正彦 <sup>1)</sup>	Masahiko Komai

### ● Key words

投球障害予防, 肩関節水平外転, Early cocking相

Prevention of throwing injury : Shoulder horizontal abduction : The early cocking phase

### ●要旨

Late cocking相から deceleration相における肩関節水平外転位と投球障害との関連性を指摘する報告が多数ある。本研究は、ボール・リリース (BR) 時の肩関節水平外転位に着目し、early cocking相での上肢運動がそれに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。対象は野球投手287名とし、モーションキャプチャ・システムにて投球動作を計測した。early cocking相にみられる肩関節最大水平外転角度とBR時の肩関節水平内外転角度に相関 ( $r=0.45$ ,  $p<0.001$ ) がみられ、early cocking相で過度の肩関節水平外転位を呈する対象者の75%はBR時に肩関節水平外転位であった。球速とearly cocking相での肩関節最大水平外転角度とは低い相関 ( $r=-0.17$ ,  $p=0.004$ ) であったことより、具体的な投球動作の変更点として有用であると考えられる。

### はじめに

投球障害はlate cocking相から deceleration相にかけてその症状を呈することは広く知られている。そのなかでも、投球障害と肩関節水平外転位との関連性を指摘する報告が多い<sup>1~4)</sup>。Devidsonらは、acceleration相での正しくない投げ方として肩関節水平外転位や hyperangulationをあげ、それと肩関節疾患との関係を述べてい

る<sup>1)</sup>。Mihataらは屍体肩を用いて、late cocking相での90°肩関節外転位での外旋かつ過度の水平外転位は internal impingementを引き起こし、結果として腱板断裂やSLAP損傷が生じる可能性があるとして述べている<sup>2)</sup>。また、信原はlate cocking相や acceleration相での肩関節水平外転位は障害を起こしやすい投げ方であると指摘し、腱板疎部損傷や中関節上腕靭帯損傷などの原因となると述べている<sup>4)</sup>。田中らは投球動作解析のなかで、acceleration相のボール・リリース (BR) 時において、せ

田中 洋  
〒679-4017 たつの市揖西町土師720  
信原病院  
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
- 3) 兵庫医科大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine

ん断力と考えられる前後方向と上下方向の肩関節間力が最小となる肩関節姿勢(水平内転 $4.49^\circ$ , 外転 $89.99^\circ$ )を推定している。そして, 上記の肩関節姿勢から逸脱すると肩関節に加わるせん断力は6倍程度増加し, とくにこれらのせん断力の合力が増大する過度の水平外転位は避けるべき姿勢であると述べている<sup>5)</sup>。同様の報告を中村らも行なっている<sup>6)</sup>。以上を考慮すると, late cocking相や acceleration相では肩関節は過度の水平外転位ではないことが望ましいと考えられる。

投球動作はわずか3~5秒以内でその動作が終了する。Wind up相や early cocking相は, late cocking相, acceleration相や deceleration相と比して所要時間が長い。一方, 野球選手が肩関節や肘関節の疼痛を訴える割合の高い, 投球障害との関連性が高いといわれる late cocking相, acceleration相や deceleration相はわずかゼロコンマ数秒で経過してしまう<sup>4)</sup>。そのため, これらの相で肩関節の運動を意図的に変化させることは困難であると予想される。したがって, wind up相や early cocking相の身体運動と late cocking相や acceleration相における肩関節の運動との関連性を調べることは, 投球障害予防の観点から具体的な投球動作の指導法に結びつくと考えられる。

本研究はBR時の肩関節姿勢, とくに水平外転位に着目し, 投球動作中において所要時間が最長である early cocking相での上肢運動がそれに影響を及ぼすと仮定し, その影響を運動学的に明らかにすることを目的とした。

## 対象と方法

### 1. 対象

対象はレントゲン像やMRI所見によって異常が認められず, 理学検査時ならびに投球時に疼痛がないさまざまな競技レベルの野球投手287名とした。全対象者に対して本研究の趣旨, 目的や計測方法を十分に説明し, それに対する同意書を取得した(Nobuhara Hospital Institutional Review Board No. J141)。平均年齢は $17.4 \pm 5.42$  (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。競技レベルの内訳は, 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, プロ選手18名であった。

### 2. 投球動作の計測

投球動作の計測には光学式モーションキャプチャ・システム(ProReflex<sup>TM</sup> MCU-500, Qualisys, Gothenburg, Sweden)を用いた。屋外計測が困難なことから, 屋内

に公式サイズの土の投球マウンドと本塁を再現し, マウンドプレートから本塁までの距離を公式規定と同等の18.44mとした。

投球動作を計測するために, 36ヵ所の解剖学的骨特徴点を触診により検出し, その上に球形の赤外線反射マーカを貼付した。ただし上半身は裸とし, 直接皮膚上に貼付した<sup>5, 6)</sup>。そして, 投球マウンドを囲むように設置した7台のCCDカメラによって, それらの3次元空間位置を計測した。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(SpeedMax II, Mizuno, Tokyo, Japan)を用いた。

対象者は計測前に十分なウォーミングアップを行ない, その後セットポジションから最大努力下での投球動作を3回以上計測した。球種はストレートとし, 球速の最も速い1球を解析対象とした。撮影した対象者のフォームは, 一般的に分類される4つの投球フォームすべてが混在していた<sup>6)</sup>。

### 3. 投球動作の運動学的解析

投球動作の運動学的パラメータを算出するために, 以下の7つの座標系を設定した<sup>5~8)</sup>。1) カメラ座標系 $\Sigma_w$ (図1a), 2) 骨盤座標系 $\Sigma_P$ , 3) 胸部座標系 $\Sigma_T$ , 4) 肩甲帯座標系 $\Sigma_s$ , 5) 上腕座標系 $\Sigma_U$ , 6) 前腕座標系 $\Sigma_F$ , 7) 手部座標系 $\Sigma_H$ (図1b)。

骨盤座標系 $\Sigma_P$ の原点 $O_P$ は, 左右の上前腸骨棘(RASIS, LASIS)と後上腸骨棘(PSIS)の重心とした。X軸はLASISからRASISへ向かうベクトルとした。Z軸はX軸と $O_P$ からRASISとLASISの midpoint に向かうベクトルとの外積とした。Y軸はZ軸とX軸との外積から求めた。

胸部座標系 $\Sigma_T$ の原点 $O_T$ は, 剣状突起( $P_x$ )と第7胸椎棘突起(Th7)の midpoint とした。Z軸は原点 $O_T$ から, 胸骨上切痕(SC)と第7頸椎棘突起(C7)の midpoint へ向かうベクトルとした。X軸はTh7から $P_x$ へ向かうベクトルとZ軸との外積とした。Y軸はZ軸とX軸との外積から求めた。

上腕座標系 $\Sigma_U$ の原点 $O_U$ は, 江原らの方法に従って決定しこれを肩関節中心とした<sup>7)</sup>。X軸は, 原点 $O_U$ から上腕骨内上顆(ME)と上腕骨外上顆(LE)の midpoint へ向かうベクトルとし, この軸を骨軸とした。Y軸はMEからLEへ向かうベクトルと, X軸との外積とした。Z軸はX軸とY軸との外積から求めた。

肩甲帯座標系 $\Sigma_s$ の原点 $O_s$ は, SCとC7の midpoint とした。X軸は原点 $O_s$ から肩関節中心 $O_U$ に向かうベクトルとした。Y軸は胸部座標系 $\Sigma_T$ のZ軸と先のX軸との外積とした。Z軸はX軸とY軸との外積から求めた。

上肢姿勢は体幹, 投球側の肩甲帯と投球側の肩関節

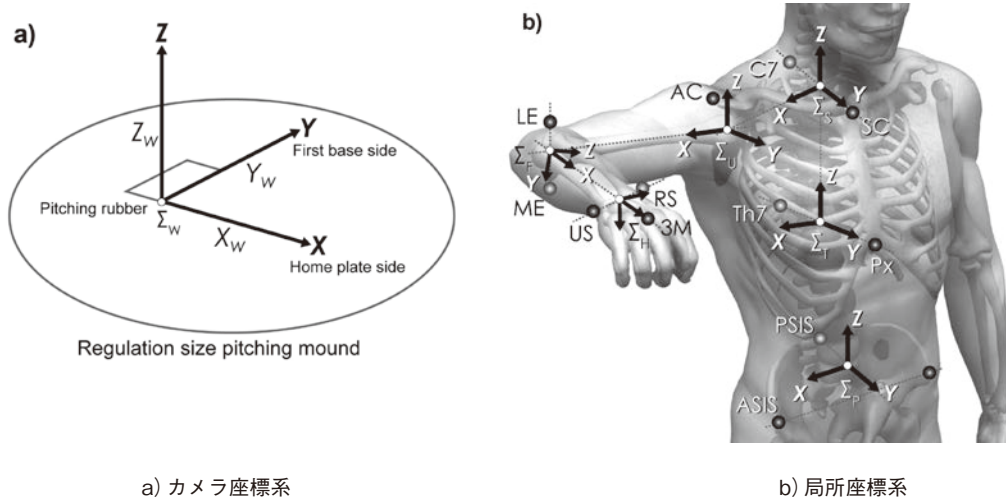


図1 座標系の設定

の3つとし、次に示す運動を算出した<sup>5,6,8,9)</sup>。

体幹の運動は、伸展/屈曲、右側屈/左側屈、右回旋/左回旋の3自由度とし、 $\Sigma_P$ に対する $\Sigma_T$ の回転をX-Y-Z”の順番でオイラー角に変換した。

肩甲帯の運動は、座標系の制約のため、屈曲/伸展(水平内転/水平外転)、挙上/引き下げ(上方回旋/下方回旋)の2自由度とし、 $\Sigma_T$ に対する $\Sigma_S$ の回転をX-Y-Z”の順番でオイラー角に変換した。

肩関節の運動は、内旋/外旋、内転/外転、水平内転/水平外転の3自由度とし、 $\Sigma_T$ に対する $\Sigma_U$ の回転をZ-Y-X”の順番でオイラー角に変換した。ここで、水平内転角度はプラス(+), 水平外転角度はマイナス(-)で表記される。本研究の内転/外転0°, 内旋/外旋0°と水平内転/水平外転0°はそれぞれ、整形外科的標準尺度である外転90°, 90°肩関節外転位・肘関節屈曲位での内旋/外旋中間位と水平内転/水平外転中間位にあたる。ここでの肩関節の運動は肩甲上腕関節の運動ではなく、上腕と胸部からなるボール&ソケット・ジョイントの運動である。

投球動作は4相、もしくは6相に分類することができる<sup>4)</sup>。本研究では7つの特徴時点を含む6相に分類し、さらにearly cocking相で見られる次の2つの特徴時点を追加した：1) 肩関節最大内旋位(maximum shoulder internal rotation during early cocking; MIRC), 2) 肩関節最大水平外転位(maximum shoulder horizontal abduction during early cocking; MHA)。

4. 統計学的解析

3群以上のグループ間の差の検定には、分散分析を用いた。グループ間の有意差の検出には多重比較テストを

用い、等分散性が成り立つときはBonferroniの検定、成り立たないときはDannetのT3を用いた。危険率はそれぞれ5%未満とした。これらの統計処理にはSPSS 15.0J (SPSS Japan Inc, Tokyo, Japan)を用いた。

結 果

表1にBR時の肩関節水平内転/水平外転角度とearly cocking相の特徴時点である非投球側膝関節位置の最高位(the highest position of the knee joint on the non-throwing side; KHP), MIRC, MHAの上肢姿勢との関係を示す。このなかで最も高い相関を示したのが、MHAの肩関節水平内転/水平外転角度であったことより、本研究ではMHAの肩関節水平外転角度とBR時の肩関節水平内転/水平外転角度との関係に注目した。

まずMHAの出現時点について次に示す。対象者の89.2% (256/287名)はearly cocking相に、1.4% (4/287名)は非投球側足部が投球マウンドに接地したとき(FP)と同時に、9.4% (27/287名)はlate cocking相にMHAがみられた。また、MHAにおける肩関節水平外転角度の平均値は $-41.6 \pm 12.60^\circ$ であった。そして各競技レベル間において分散分析を行なった結果、この平均値に有意差はみられなかった( $p=0.14$ , 表2)。

次にMHAにおける肩関節水平外転角度とBR時の肩関節水平内転/水平外転角度の関係を示す(図2a)。この2変数間には相関( $r=0.45, p<0.001$ )があり、MHAにおける肩関節水平外転角度が大きければ、BR時の肩関節水平外転角度が大きくなるという関係性を表す(図2b)。さらに、この2変数間の関係性を示す回帰式から、MHAにおける肩関節水平外転角度の基準値( $R_{z0}$ )  $-42.2^\circ$ を得

表1 BR時の肩関節水平内転/水平外転角度と KHP, MIRC, MHAの上肢姿勢との相関係数

	BRの肩関節水平内転(+)/水平外転角度(-)との相関係数		
	KHP	MIRC	MHA
体幹姿勢			
伸展(+)/屈曲(-)	$r = -0.18 (p=0.002)$	$r = -0.20 (p<0.001)$	$r = -0.38 (p<0.001)$
右(+)/左(-)側屈	$r = -0.02 (p=0.756)$	$r = -0.13 (p=0.026)$	$r = 0.15 (p=0.015)$
左(+)/右(-)回旋	$r = -0.07 (p=0.217)$	$r = -0.07 (p=0.212)$	$r = 0.06 (p=0.342)$
肩甲帯姿勢			
下方(+)/上方(-)回旋	$r = 0.08 (p=0.166)$	$r = 0.08 (p=0.177)$	$r = 0.01 (p=0.891)$
水平内転(+)/水平外転(-)	$r = -0.02 (p=0.769)$	$r = -0.02 (p=0.689)$	$r = 0.20 (p=0.001)$
肩関節姿勢			
外旋(+)/内旋(-)	$r = 0.05 (p=0.429)$	$r = 0.04 (p=0.550)$	$r = -0.09 (p=0.179)$
内転(+)/外転(-)	$r = 0.02 (p=0.743)$	$r = 0.02 (p=0.754)$	$r = -0.14 (p=0.101)$
水平内転(+)/水平外転(-)	$r = 0.02 (p=0.513)$	$r = 0.02 (p=0.777)$	$r = 0.45 (p<0.001)$

表2 各競技レベルにおける MHAの水平外転角度の平均値と標準偏差(範囲)

	MHAの肩関節水平外転角度の平均値±標準偏差(範囲)[deg]
小学生	-38.8±14.23 (-66~-15)
中学生	-42.7±13.17 (-82~-11)
高校生	-43.6±12.48 (-72~-18)
大学生	-41.1±14.25 (-64~-3)
社会人	-37.1±8.97 (-57~-7)
プロ	-45.2±8.45 (-56~-25)

た(図2a)。これは、BR時に加わる前後方向の肩関節間力が最小となる肩関節姿勢を水平内転4.49°とし、それから+5°(水平内転9.49°), -5°(水平外転-0.51°)以

内を設定範囲としているため、BR時の肩関節水平外転-0.51°がその設定値となることに基づいている<sup>5)</sup>。そして、MHA時に  $R_{z0} = -42.2^\circ$  を超えてさらに水平外転位である74.5% (102/137名)の対象者(MHA時の肩関節水平外転角度平均値±標準偏差:-51.9±7.76°, 最大値:-82.9°)は、BR時には前後方向の肩関節間力が最小となる肩関節姿勢の設定範囲から逸脱し、それよりも水平外転位であった(BR時の肩関節水平外転角度平均値±標準偏差:-10.9±6.63°, 最大値:-26.9°)。

次にMHAにおける肩関節水平外転角度と球速との関係を図3に示す。この2変数間には高い相関はみられなかった( $r = -0.17, p = 0.004$ )。ここで、球速によって母集団を編成し(A:70km/h未満, B:70km/h以上90km/h未満, C:90km/h以上110km/h未満, D:110km/h以

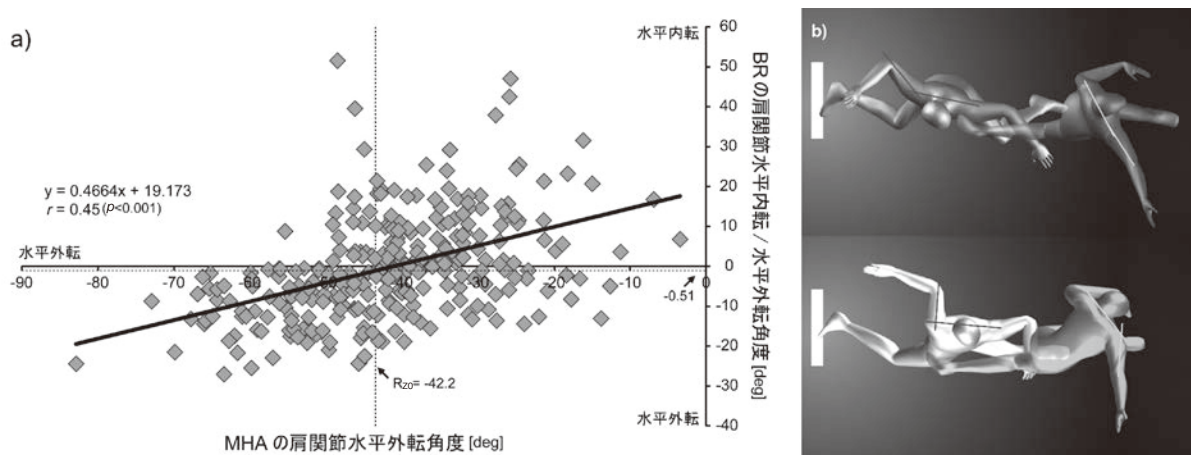


図2 MHA時の肩関節水平外転角度とBR時の肩関節水平内転/水平外転角度との関係

a) BR時の肩関節水平内転/水平外転角度とMHA時の水平外転角度の関係。

b) 代表例(上:MHAの水平外転角度の基準より小さい。下:MHA時に水平外転角度の基準値より大きい)。

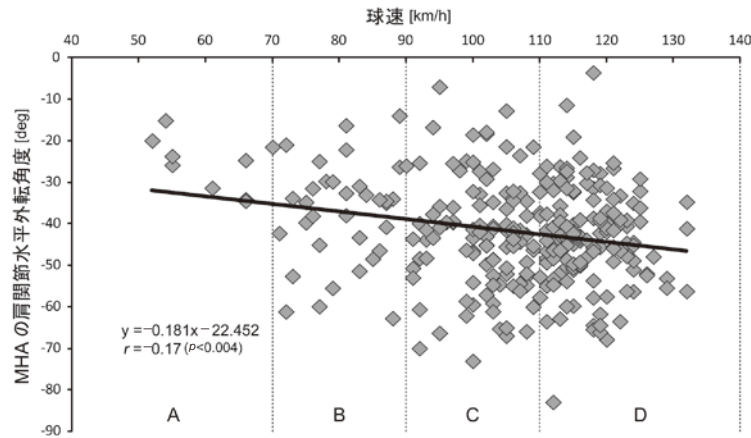


図3 球速とMHAにおける肩関節水平外転角度の関係

表3 球速を考慮したグループにおける球速とMHAの肩関節水平外転角度との関係

	人数	年齢 (平均値±標準偏差)	MHAの水平外転角度 (平均値±標準偏差)	相関係数
A	8	10.0±1.16	-26.1±6.86	r = -0.77 (p = 0.025)
B	34	11.5±1.34	-37.1±12.47	r = 0.05 (p = 0.766)
C	105	16.2±5.02	-42.6±13.23	r = -0.07 (p = 0.502)
D	140	19.4±4.91	-43.0±11.63	r = -0.05 (p = 0.567)

A : 70km/h未満, B : 70km/h以上90km/h未満, C : 90km/h以上110km/h未満, D : 110km/h以上

表4 MHA時の肩関節水平外転角度とMHA, MIRC, KHPにおける上肢姿勢との相関係数

	MHAの肩関節水平内転(+)/水平外転角度(-)との相関係数		
	KHP	MIRC	MHA
体幹姿勢			
伸展(+)/屈曲(-)	r = -0.05 (p = 0.411)	r = 0.04 (p = 0.469)	r = -0.01 (p = 0.847)
右(+)/左(-)側屈	r = 0.12 (p = 0.042)	r = -0.06 (p = 0.331)	r = 0.11 (p = 0.048)
左(+)/右(-)回旋	r = -0.05 (p = 0.438)	r = 0.15 (p = 0.010)	r = 0.25 (p < 0.001)
肩甲帯姿勢			
下方(+)/上方(-)回旋	r = -0.004 (p = 0.994)	r = -0.17 (p = 0.005)	r = 0.16 (p = 0.008)
水平内転(+)/水平外転(-)	r = -0.14 (p = 0.016)	r = -0.11 (p = 0.067)	r = 0.03 (p = 0.655)
肩関節姿勢			
外旋(+)/内旋(-)	r = -0.02 (p = 0.759)	r = 0.39 (p < 0.001)	r = 0.39 (p < 0.001)
内転(+)/外転(-)	r = 0.03 (p = 0.564)	r = -0.05 (p = 0.392)	r = -0.32 (p < 0.001)
水平内転(+)/水平外転(-)	r = -0.07 (p = 0.267)	r = 0.51 (p < 0.001)	

上), MHAにおける肩関節水平外転角度と球速との関係を見ると, Aグループでは相関がみられたが(r = -0.77, p = 0.025), それ以外のグループ内では相関がみられなかった(表3).

最後に, MHAでの肩関節水平外転角度の大小がMHAを含むそれ以前の特徴時点での上肢姿勢と関係が

あるかどうかについて述べる. KHP, MIRCとMHAにおける体幹, 投球側の肩甲帯, 投球側の肩関節姿勢とMHAの肩関節水平外転角度との関係を見ると, MIRCとMHAの肩関節水平内転/水平外転角度において最も高い相関を示した(r = 0.51, p < 0.001, 表4).

## 考 察

Late cocking相, acceleration相における hyperangulationや過度の肩関節水平外転位は, 正しくない投げ方の1つであり, 投球障害の危険因子を増加させると報告されている<sup>1-4)</sup>. BR時の肩関節水平内転/水平外転角度とMHAにおける肩関節水平外転角度の間に相関がみられたことから, MHAにおける肩関節水平外転角度が大きいと, BR時の肩関節水平外転角度が大きくなる可能性があるといえる. しかしながら, この関係性を示す相関係数は高いとはいえない. とはいえ, この2つの変数を用いて算出したMHAでの肩関節水平外転角度の基準値 $-42.2^\circ$ を超える74.5%の対象者が, BR時においてせん断力と考えられる前方の肩関節間力が増大する肩関節水平外転位を呈していたため, ある程度の個別特性を反映していると考えられる. 中溝らは132名の投球動作を運動学的に解析し, BR時の肩関節姿勢が水平内転位, 水平外転位かの2群に分類し, それぞれのlate cocking相やacceleration相の運動学的特徴を述べている<sup>10)</sup>. そのなかで, BR時に肩関節水平外転位を呈する投手は, FP時以降の肩関節最大水平外転角度が有意に大きかったと述べている. これは本研究結果を支持するものである. そして, 競技レベル間におけるMHAの肩関節水平外転角度の平均値に有意差がなかったことを踏まえると, 競技レベルに関わらずMHAにおいて過度の肩関節水平外転位を呈する投手では, その角度を小さくすることで, 投球障害と関係のあるlate cocking相やacceleration相での過度の肩関節水平外転位やhyperangulationを回避できる可能性があると考えられる. また, MHAの肩関節水平外転角度とearly cocking相早期にみられるMIRCでの肩関節水平内転/水平外転角度に相関がみられたことから, MHAの肩関節水平外転角度が大きい投手は, early cocking相早期から肩関節水平外転角度が大きい傾向にあることが明らかとなった. したがって, MHAにおいて過度の肩関節水平外転位を呈する投手では, MIRCでの肩関節水平外転量を低減することでMHA時の肩関節水平外転量に変容する可能性があると考えられる.

最後にMHAの肩関節水平外転角度と球速との関係について述べる. この2変数間には高い相関がみられなかった. Escamillaらは, アメリカと韓国のプロ野球投手の投球動作における運動学的・動力学的パラメータを比較し, そのなかでFP時の肩関節水平外転角度は有意にアメリカ人投手が大きかったと述べている(American:  $-27 \pm 10^\circ$ , Korean:  $-14 \pm 9^\circ$ )<sup>11)</sup>. そして, アメリカ

人投手の球速が有意に速かった理由の1つとして, この肩関節水平外転角度が大きいことで, 肩関節前方の筋組織や体幹部の筋組織がストレッチされ, 筋や腱の弾性エネルギーがより蓄えられたからではないかと述べている. したがって, パフォーマンスの側面から, early cocking相においてもある程度の肩関節水平外転量は必要であると考えられる. そして球速によって母集団を4つに編成した結果, 球速が70km/h未満のAグループを除く他の3つのグループにおいては, MHAでの肩関節水平外転角度と球速に相関がみられなかった. Aグループに分類された小学3~5年生の若年者投手は, 他のグループに比してMHAの肩関節水平外転角度が有意に小さく, 合目的にこの可動域を大きくすることで, 球速の向上を図っていると考えられる.

以上より, 本研究結果は競技レベルに限定されるものではなく, 投球障害予防の観点から具体的な投球動作のチェックポイントもしくは変更点の1つとして有用ではあるが, 球速を考慮する必要があると考えられる.

## 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) 赤外線反射マーカの偏位: 動作に伴い皮膚上に貼付した赤外線反射マーカが偏位するため, 解剖学的骨特徴点の挙動の反映に誤差が生じる<sup>12)</sup>. それに伴い現計測法では肩甲骨挙動を精度よく計測することができない. 2) 触診誤差: 赤外線反射マーカを貼付するにあたり, 解剖学的骨特徴点の抽出は検者内, 検者間で誤差が生じる.

## ま と め

1. 野球投手287名の投球動作を計測し, early cocking相の上肢運動とボール・リリース時の肩関節姿勢との関係を運動学的に明らかにした.
2. Early cocking相にみられる肩関節最大水平外転角度の基準値 $42.2^\circ$ を超える74.5%の野球投手は, ボール・リリース時に過度の水平外転位を呈していた. また, このearly cocking相の肩関節最大水平外転角度と球速とは低い相関であった. さらに, early cocking相の肩関節最大水平外転角度が大きい投手は, early cocking相の早期から肩関節水平外転角度が大きい傾向を示した. Early cocking相の肩関節水平外転量を変容することで, 投球障害と関係のあるlate cocking相やacceleration相での過度の肩関節水平外転位やhyperangulationを回避できる可能性があると考えられる.

## 文 献

- 1) 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.
- 2) Mihata T et al : Excessive glenohumeral horizontal abduction as occurs during the late cocking phase of throwing motion can be critical for internal impingement. Am J Sports Med, 38 : 369-374, 2010.
- 3) Whiteley R et al : Baseball throwing mechanics as they relate to pathology and performance. J Sports Sci Med, 6 : 1-20, 2007.
- 4) 信原克哉 : 肩 その臨床と機能. 第4版, 医学書院, 東京 : 349-415, 2012.
- 5) 田中 洋ほか : 臨床応用を目的とした投球動作解析システムの開発. 整スポ会誌, 32 : 69-75, 2012.
- 6) 中村康雄ほか : 投球フォームとボール・リリース時の肩関節負荷. バイオメカニズム, 17 : 123-131, 2004.
- 7) 江原義弘ほか : 投球時における肩の負荷の力学的分析. バイオメカニズム, 14 : 39-48, 1998.
- 8) 中村康雄ほか : 肩甲帯を考慮したか投球動作中の肩関節運動の運動学・動力学的解析. 日臨バイオメカ会誌, 25 : 235-241, 2004.
- 9) Zatsiorsky VM : Kinematics of Human Motion. Human Kinetics, Champaign : 1998.
- 10) 中溝寛之ほか : 投球動作におけるボールリリース時の上腕の姿勢に影響を及ぼす因子. 肩関節, 29 : 413-416, 2005.
- 11) Escamilla R et al : Kinematic and kinetic comparisons between American and Korean professional baseball pitcher. Sports Biomechanics, 1 : 213-228, 2002.
- 12) 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.

# 原テストにおける CAT と HFT は肩後方タイトネスの評価に有用である

## CAT and HFT in the Hara Test Are Useful to Evaluate Posterior Shoulder Tightness

今井 直樹<sup>1)</sup> Naoki Imai                      三幡 輝久<sup>2)</sup> Teruhisa Mihata  
竹田 敦<sup>3)</sup> Atsushi Takeda                  渡辺 千聡<sup>2)</sup> Chisato Watanabe  
伊丹 康夫<sup>4)</sup> Yasuo Itami                   井上 薫<sup>1)</sup> Kaoru Inoue

### ● Key words

肩関節, 原テスト, 後方タイトネス

Shoulder : Hara test : Posterior shoulder tightness

### ● 要旨

原テストにおける combined abduction test (以下, CAT) および horizontal flexion test (以下, HFT) と, 肩後方タイトネスとの関連について調査した. 肩に症状のない150人の高校野球選手に対して, CATとHFTを評価し, また上腕骨後捻角度を除外した肩内旋可動域を計測した. CAT陽性選手と陰性選手, HFT陽性選手と陰性選手に分類し, 各群における投球側と非投球側の肩内旋可動域を対応のある *t* 検定により比較検討した ( $p < 0.05$ ). CATあるいはHFTが陽性の場合には, 肩内旋可動域は投球側で有意に減少していたが ( $p < 0.0001$ ), CAT陰性選手とHFT陰性選手においては有意差を認めなかった. このことから原テストのCATとHFTは, 肩後方タイトネスの評価に有用であると思われた.

### はじめに

肩後方タイトネスは投球障害肩に関与する病的な所見と考えられている. Burkhartらは肩後方タイトネスにより上方関節唇の peel-back が生じると述べており<sup>1)</sup>, Mihataらは肩後方タイトネスがインターナルインピン

ジメントに関与すると報告している<sup>2)</sup>. このため野球選手に対して肩後方タイトネスを正確に評価することは重要と考えられている.

われわれは上腕骨の後捻の影響を除外して肩甲上腕関節内旋可動域を計測することにより, 肩後方タイトネスを評価できると報告した<sup>3, 4)</sup>. しかしこの計測には超音波診断装置が必要であり, 徒手検査のみで評価するこ

今井直樹  
〒666-0125 川西市新田1-2-23  
ベリタス病院リハビリテーション科  
TEL 072-793-7890

- 1) ベリタス病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Veritas Hospital
- 2) 大阪医科大学整形外科  
Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College
- 3) 第一東和会病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Daiichi Towakai Hospital
- 4) 第一東和会病院整形外科  
Department of Orthopedic Surgery, Daiichi Towakai Hospital





図1 CATの判定  
陽性：上腕部が側頭部に触れない，陰性：上腕部が側頭部に触れる。

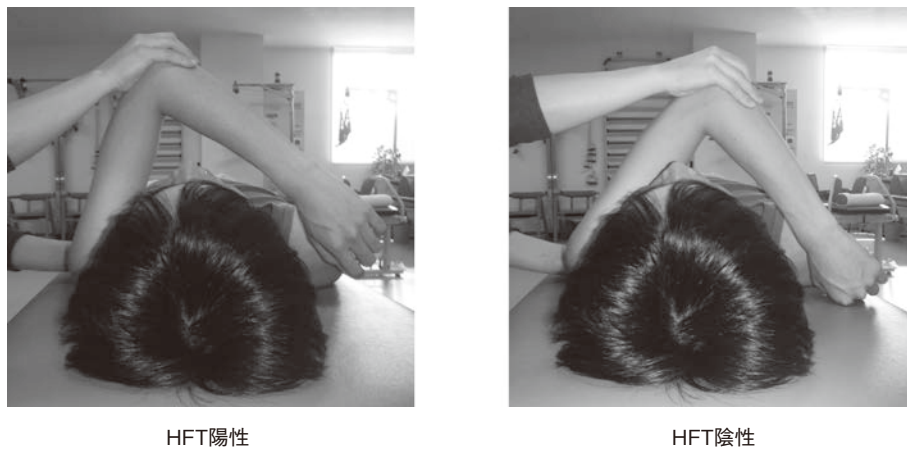


図2 HFTの判定  
陽性：手指がベッドに触れない，陰性：手指がベッドに触れる。

とができれば，さらに有用と考える。

Combined abduction test (以下，CAT) と horizontal flexion test (以下，HFT) は，原テストにおける徒手検査の2項目である。原は，関節包の拘縮や，腱板の筋緊張と筋拘縮，そしてインナーとアウトターの筋バランスの異常などが原因で，CATとHFTは陽性となると述べている<sup>5)</sup>。今回われわれは，原テストにおけるCATとHFTにより肩後方タイトネスを徒手的に評価できると考え，本研究を行なった。

### 対象と方法

対象は検診に2010年から2013年に参加した高校野球選手のうち肩に症状のない選手150人を対象とした。平均年齢は16.1歳(15~18歳)，平均野球歴は8年(3~13年)，平均身長は171.5±5.1cm，平均体重は67.3±7.3kg

であった。すべての選手に対して，CATとHFTを評価した。また超音波診断装置を用いて上腕骨後捻の影響を除外した肩内旋可動域を計測した。CAT(図1)は肩甲骨を徒手的に固定し，肩関節を外転させて評価した。上腕部が側頭部に触れた場合を陰性，触れない場合を陽性とした。HFT(図2)は肩甲骨を徒手的に固定し，肩関節を水平内転させて評価した。手指が反対側の床に触れた場合を陰性，触れない場合を陽性とした。肩関節内旋可動域(図3)は，上腕骨後捻の影響を除外して計測した。上腕骨結節間溝が床面に対し垂直となる位置を内外旋0°と設定し，その肢位から最大内旋までの角度を電子角度計により計測した。CAT陽性選手と陰性選手，HFT陽性選手と陰性選手に分類し，各群における投球側と非投球側の後捻角度を除外した肩関節内旋可動域を，対応のある*t*検定により比較検討した。*p*値が0.05未満の場合を有意差ありとした。

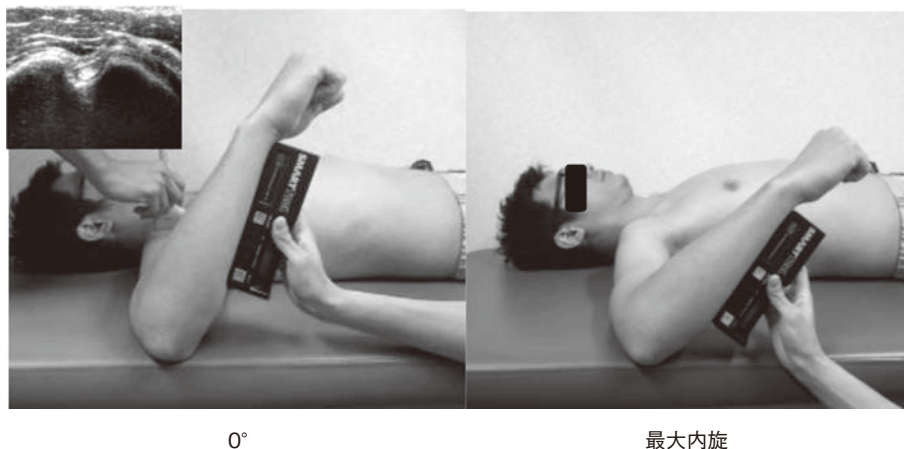


図3 上腕骨後捻の影響を除外した肩関節内旋可動域の計測法。結節間溝が床に対し垂直な位置を0°とした。

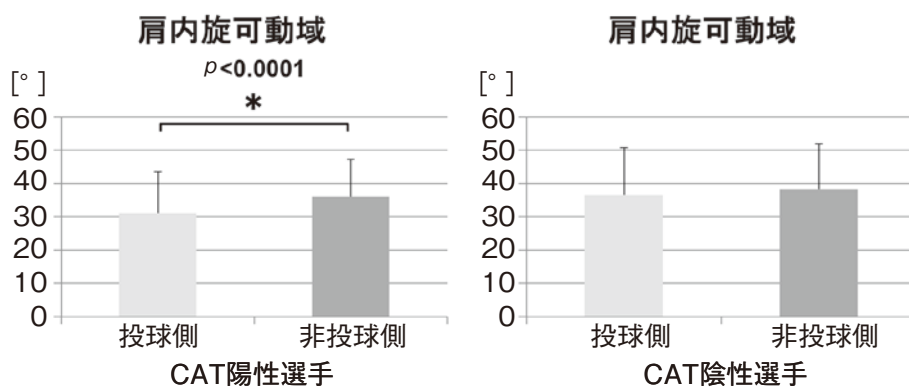


図4 CAT陽性選手と陰性選手における肩内旋可動域

## 結 果

CAT陽性選手は114人、陰性選手は36人であった。HFT陽性選手は113人、陰性選手は37人であった。また150人のうち、CATとHFTがともに陽性であった選手は101人で、CATとHFTがともに陰性であった選手は24人であった。

CAT陽性選手における投球側内旋可動域は31°、非投球側は36°であり、投球側の内旋可動域は非投球側の内旋可動域に比べて統計学的に有意に減少していた。CAT陰性選手においては、投球側内旋可動域は37°、非投球側は38°であり、投球側と非投球側の間に有意差を認めなかった(図4)。

HFT陽性選手の投球側内旋可動域は31°、非投球側は37°であり、投球側の内旋可動域は非投球側と比べ統計学的に有意に減少していた。HFT陰性選手における

投球側内旋可動域は36°、非投球側は37°であり、投球側と非投球側の間に有意な差を認めなかった(図5)。

CATとHFTがともに陽性であった選手の投球側内旋可動域は31°、非投球側は37°であり、投球側の内旋可動域は非投球側と比べ統計学的有意に減少していた。陰性選手における投球側内旋可動域は38°、非投球側は38°であり、投球側と非投球側の間に有意な差を認めなかった(図6)。

## 考 察

Mihataらは、生体力学的研究から上腕骨後捻の影響を除外した肩可動域は関節包のゆるさやタイトネスと相関すると報告している<sup>3)</sup>。また後方関節包を縫縮することにより肩内旋可動域が減少すると報告している<sup>2)</sup>。そのためわれわれは上腕骨後捻の影響を除外した肩関節内旋可動域の計測法を考案し、野球検診などで用いてい

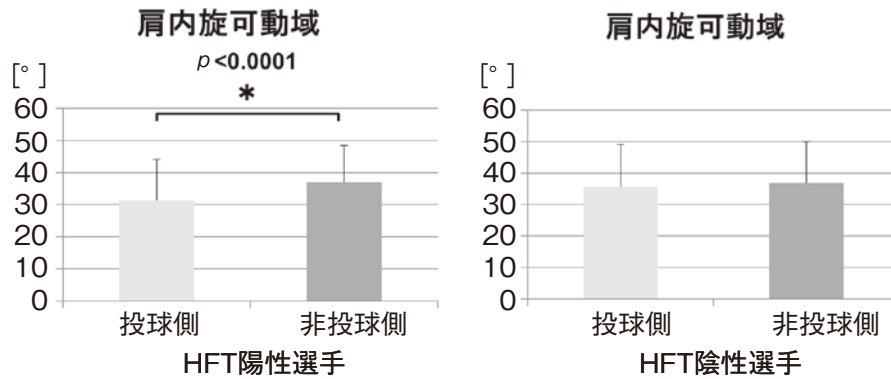


図5 HFT陽性選手と陰性選手における肩内旋可動域

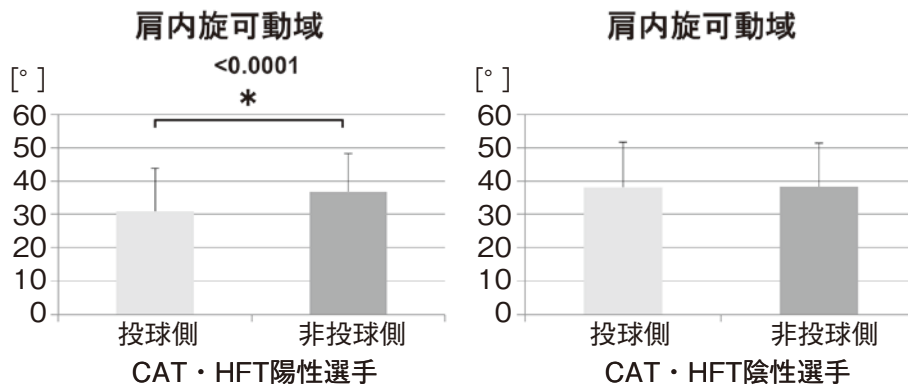


図6 CATとHFTともに陽性であった選手と陰性であった選手における肩内旋可動域

る。しかしこの計測法には超音波診断装置が必要であり、簡便に計測することができないため、徒手検査のみで評価することができれば、さらに有用と考える。

今回の調査において、CAT陽性選手とHFT陽性選手はともに、投球側の後捻角度を除外した肩内旋可動域が有意に減少しており、肩後方タイトネスを認めると考えられた。またCAT陰性選手とHFT陰性選手においては、投球側と非投球側の後捻角度を除外した肩関節内旋可動域に有意な差を認めず、肩後方関節包の緊張の程度に左右差を認めないと考えられた。このことから、原テストのCATとHFTを行なうことにより、肩後方タイトネスを評価できると考えられた。

HFTにより肩後方関節包全体のタイトネスを評価できると考えられるが<sup>6)</sup>、CATは後下方タイトネスの評価に有用と思われる<sup>7)</sup>。本研究においてCAT陽性選手とHFT陽性選手が完全に一致しなかったのは、CATとHFTによって評価することができる後方タイトネスの責任部位が少し異なっているためと思われた。野球選手に対してCATとHFTをともに行なうことは、後方タ

イトネスをより正確に評価するために重要と考えられた。

原テストにおけるCATとHFTは後方タイトネスを定量的には評価できない。Burkhartら<sup>1)</sup>が20°以上の肩回旋全可動域の左右差が病的であると述べているように、治療方針を検討するうえでは定量評価も不可欠と考えられる。そのため投球障害肩の治療を行なう際には、CATとHFTの結果だけでなく、肩関節可動域の計測も重要と思われた。

## 結 語

150人の高校野球選手を、CAT陽性選手と陰性選手、HFT陽性選手と陰性選手に分類し、各群における投球側と非投球側の肩内旋可動域を比較した。CATあるいはHFT陽性の場合には、上腕骨後捻の影響を除外した肩内旋可動域は投球側で有意に減少していた。CATとHFTは後方タイトネスの評価に有用であると思われた。

## 文 献

- 1) Burkhart SS et al : The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology Part I : pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*, 19 : 404-420, 2003.
- 2) Mihata T et al : Effect of posterior shoulder tightness on internal impingement in a cadaveric model of throwing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013. [Epub ahead of print]
- 3) Mihata T et al : Excessive humeral external rotation results in increased shoulder laxity. *Am J Sports Med*, 32 : 1278-1285, 2004.
- 4) 河上 剛 : 上腕骨後捻角度を除いた肩回旋可動域の測定法 : 成長期投球障害肩の1評価法. *中部整災誌*, 55 : 1-6, 2012.
- 5) 原 正文 : 投球肩障害の診察法 (メデイカルチェックを中心として). *骨・関節・靱帯*, 20 : 301-308, 2007.
- 6) Myers JB et al : Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med*, 34 : 385-391, 2006.
- 7) Izumi T et al : Stretching positions for the posterior capsule of the glenohumeral joint : strain measurement using cadaver specimens. *Am J Sports Med*, 36 : 2014-2022, 2008.

# 高校バレーボール部男子部員の肩関節検診

## The Medical Check of Shoulder for High School Volleyball Players

塚原 隆司 <sup>1)</sup>	Takashi Tsukahara	井上 義浩 <sup>2)</sup>	Yoshihiro Inoue
河合 亮輔 <sup>3)</sup>	Ryosuke Kawai	山賀 篤 <sup>3)</sup>	Atsushi Yamaga
平岩 秀樹 <sup>4)</sup>	Hideki Hiraiwa	酒井 忠博 <sup>4)</sup>	Tadahiro Sakai

### ● Key words

Volley ball : Infraspinatus muscle atrophy : Axillary nerve palsy

### ●要旨

バレーボール選手の肩関節検診において、肩関節外側部の冷覚低下（腋窩神経麻痺）と棘下筋萎縮（肩甲上神経麻痺）のチェックが肩関節の機能・障害を知るうえで有効な指標となりうるかを調査する目的で本研究を行なった。高校7校の男子部員69名を対象とし、ポジション、利き手、肩痛の既往を聴取し、肩関節の2nd内旋、水平内転、肩甲骨固定下の外転可動域を測定した。また腋窩神経固有領域に保冷剤を当てて冷覚低下の有無、棘下筋萎縮の有無を視診・触診にて調査した。結果は、肩痛の既往と冷覚低下の間、腋窩神経麻痺による冷覚低下の存在と肩痛の既往および棘下筋萎縮の間に有意な関係を認めた。また有意差はなかったが、冷覚が低下した群と、棘下筋の萎縮を認める群は、肩関節の可動域が低下する傾向があった。

### 目 的

バレーボール競技において、肩関節は重要な役目を果たしているため、メディカルチェック時における肩関節検診は必要不可欠である。本研究の目的は、腋窩神経領域である肩関節外側部の冷覚低下および棘下筋萎縮（視診・触診による）の2つの項目の存在が、肩関節の機能、障害を知るうえで有効な指標となりうるかを調査することである。

### 対象・方法

平成25年3月に北海道紋別市で行なわれた、朝日大学主催のバレーボール合同合宿に参加した北海道地区の高校（7校）男子部員69名を対象とした。

検診方法は、問診として、ポジション・利き手、および肩痛の既往を聴取した。測定項目は、肩関節の2nd内旋角度、水平内転は角度計測では誤差が多いと考え、前腕を伸展位とし、肩関節を水平内転させた時の前腕と肩関節の最短距離を測定（図1A）、そして肩甲骨を固定しての外転（以下、外転）角度を測定した。また、腋窩神経固有領域である肩関節外側に保冷剤を当てて冷覚低

塚原隆司  
〒500-8523 岐阜市橋本町3丁目23番地  
朝日大学歯学部附属村上記念病院スポーツ整形外科  
TEL 058-253-8001  
E-mail tsukahara1961@gmail.com

- 1) 朝日大学歯学部スポーツ整形外科  
Department of Orthopaedic Sports Surgery, School of Dentistry, Asahi University
- 2) 朝日大学バレーボール部  
Volley Ball Club, Asahi University
- 3) 朝日大学歯学部附属村上記念病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Murakami Memorial Hospital, Asahi University
- 4) 名古屋大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya University

下の有無を調査し、視診・触診にて肩甲骨窩のくぼみを調査し、くぼみの大きさに左右差がある場合、大きいほうを棘下筋萎縮有とした(図1BC)。

それらの結果を非利き手側と利き手側、肩痛の既往の有群と無群、腋窩神経領域の冷覚低下(以下、冷覚低

下)の有群と無群、棘下筋萎縮の有群と無群に分け比較検討した。また、ポジション別での検討も行なった。統計学的検討は $\chi^2$ 検定または student-*t*検定を用い5%未満の危険率を有意差ありとした。

## 結 果

全69例中、肩痛の既往は14肩20.3%、冷覚低下は8肩11.6%、そして棘下筋萎縮は26肩37.7%に認めた。

利き手側と非利き手側の比較では、肩痛の既往は利き手側で13肩、非利き手側で1肩( $p < 0.001$ )、冷覚低下は8肩すべて利き手側で、非利き手側では認めず( $p < 0.005$ )、また棘下筋萎縮も26肩すべて利き手側で、非利き手側では認めなかった( $p < 0.001$ )とすべての項目について利き手側で有意に多く発生していた。

可動域は、利き手側は水平内転が $6.3 \pm 5.4$ cm、2nd内旋が $47.8 \pm 17.2^\circ$ 、外転は $160.7 \pm 9.7^\circ$ であり非利き手側はおおの1.1 $\pm$ 2.3cm、 $60.9 \pm 11.2^\circ$ 、 $168.9 \pm 5.1^\circ$ であった。すべての項目で有意( $p < 0.005$ )に利き手側の可動域が低下していた(図2)。

肩痛の既往有群( $n = 14$ )と無群( $n = 55$ )の比較では、棘下筋萎縮は、有群では7例50%で、無群の19肩42.5%との間に有意差はなかった( $p = 0.29$ )。冷覚低下は、有群では6肩42.5%で、無群の2肩3.6%に比べて有意( $p < 0.001$ )に発生頻度が高かった(図3)。利き手側と非利き手側の可動域差は、有群の水平内転が $5.1 \pm 4.8$ cm、2nd内旋が $19.6 \pm 16.7^\circ$ そして外転が $11.4 \pm 10.3^\circ$ であったのに対して、無群ではそれぞれ $5.2 \pm 5.0$ cm( $p = 0.95$ )、



図1 検診方法

水平内転の測定方法(A)は、肘関節を伸展位として、肩関節を水平内転した時の肩前方と前腕までの最短距離を測定しcm単位で表示。腋窩神経麻痺(B)・棘下筋萎縮(C)の検診方法は腋窩神経固有領域の肩関節外側に保冷剤を当てて冷覚の異常を調べた。棘下筋萎縮の有無を視診・触診にて調べた。

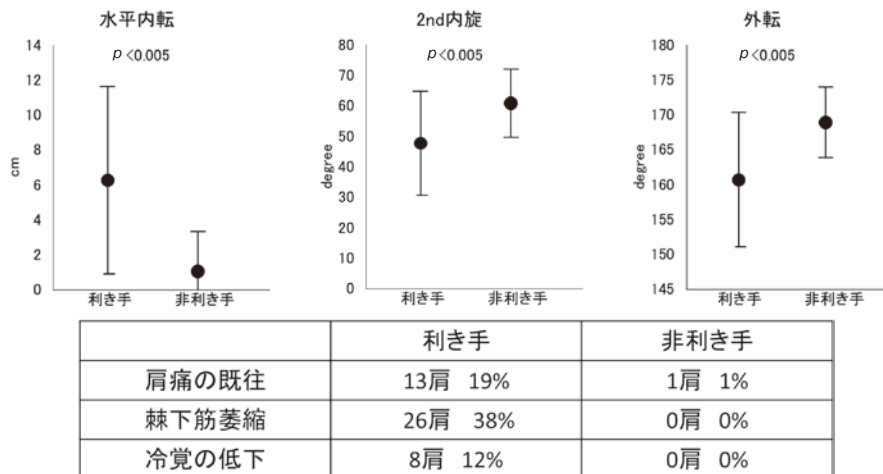
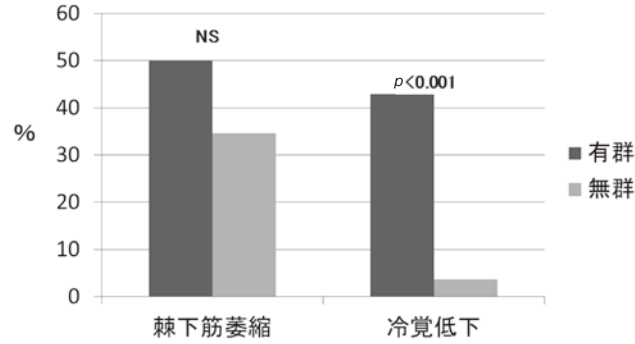


図2 利き手側と非利き手側の比較

可動域と利き手側と非利き手側の比較はすべての項目で利き手側が非利き手側に比べて可動域が有意に制限されていた。 $(p < 0.005)$



肩痛の既往	有群 (n=14)	無群 (n=55)
棘下筋萎縮	7肩 50%	19肩 42.5%
冷覚低下	6肩 42.5%	2肩 3.6%

図3 肩痛の既往有群と無群の比較

肩痛の既往と棘下筋萎縮の間には有意な関係はなかったが、既往有群のほうで棘下筋萎縮が多い傾向があった。肩痛の既往と冷覚低下の間には有意な関係を認めた。(p<0.001)

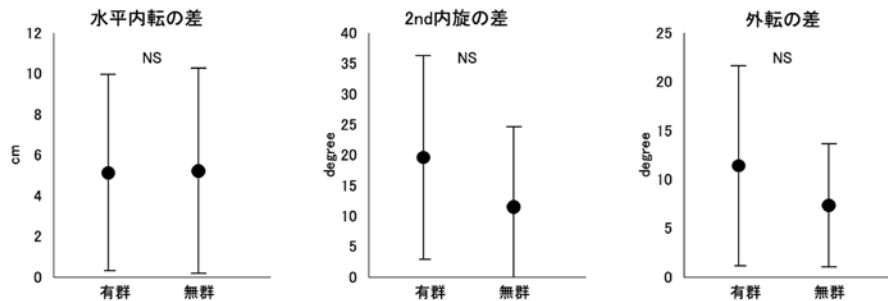


図4 可動域と肩痛の既往有群と無群の比較

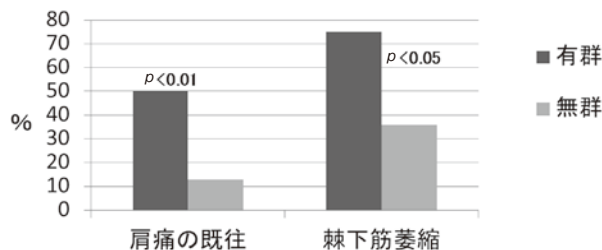
すべての項目において肩痛の既往有群で有意差はなかったが可動域が制限される傾向があった。

11.5±13.1° (p=0.058), 7.4±6.3° (p=0.18) であり、有意差はなかったが、2nd内旋については有群で利き手側の可動域が制限されている傾向があった(図4)

冷覚低下有群 (n=8) と無群 (n=61) の比較では、有群で肩痛の既往をもつものは4肩50%、棘下筋萎縮は6肩75%と無群の8肩13%、22例36%より、いずれも冷覚低下有群で有意 (p<0.01 および p<0.05) に多かった(図5)。利き手側と非利き手側の可動域差は、有群で水平内転が6.9±4.6cm、2nd内旋が21.9±18.5°、外転が15.0±12.0°に対して無群ではそれぞれ5.0±5.0cm (p=0.32), 12.0±13.3° (p=0.068), 7.3±6.2° (p=0.12) と有意差はなかったが、2nd内旋では有群で利き手側の可動域が制限されている傾向があった(図6)。

棘下筋萎縮の有群 (n=26) と無群 (n=43) の比較では、有群で肩痛の既往をもつものが7肩27%、棘下筋萎縮も4肩15%と無群の7肩16% (p=0.29), 4肩9% (p=0.44) との間に有意差はなかった(図7)。利き手側と非利き手側の可動域差は、有群の水平内転が5.6±4.8cm、2nd内旋が14.2±17.2°、外転が10.0±9.3°に対して無群ではそれぞれ5.0±5.1cm (p=0.65), 12.6±12.1° (p=0.67), 7.1±5.8° (p=0.16) と有意差はなかった(図8)。

ポジション別ではアタッカー群 (n=51) で肩関節痛の既往をもつものが12肩24%、冷覚低下が8肩16%、棘下筋萎縮が22肩43%とセッター・リベロ群 (n=18) の2肩11% (p=0.26), 0肩0% (p=0.073), 6肩33% (p=0.47) と比べて有意差はなかったが冷覚低下はアタッカ



冷覚低下	有群 (n=8)	無群 (n=61)
肩痛の既往	4肩 50%	8肩 13%
棘下筋萎縮	6肩 75%	22肩 36%

図5 冷覚低下有群と無群の比較  
冷覚低下有群では肩痛の既往 ( $p < 0.01$ ) と棘下筋萎縮 ( $p < 0.05$ ) の間に有意な関係を認めた。

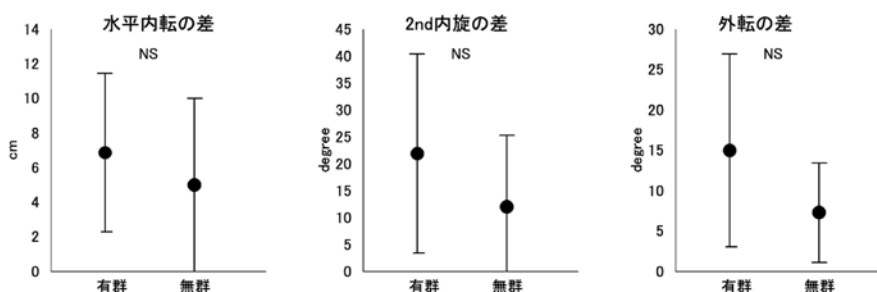
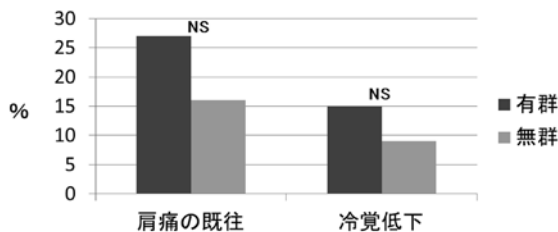


図6 可動域と冷覚低下有群と無群の比較  
すべての項目において冷覚低下有群で有意差はなかったが制限される傾向があった。



棘下筋萎縮	有群 (n=26)	無群 (n=43)
肩痛の既往	7肩 27%	7肩 16%
冷覚低下	4肩 15%	4肩 9%

図7 棘下筋萎縮の有群と無群の比較  
棘下筋萎縮と肩痛の既往, 冷覚低下の間には有意な関係はなかったが, 萎縮有群で多い傾向があった。

一群で高い傾向があった(図9)。利き手側と非利き手側の可動域差は, アタッカー群の水平内転が $5.2 \pm 5.1$ cm, 2nd内旋が $13.8 \pm 13.3^\circ$ , 外転が $8.3 \pm 7.3^\circ$ に対してセッ

ター・リベロ群ではそれぞれ $4.7 \pm 4.6$ cm ( $p = 0.72$ ),  $8.2 \pm 12.0^\circ$  ( $p = 0.14$ ),  $6.5 \pm 6.8^\circ$  ( $p = 0.37$ )と有意差はなかった(図10)。



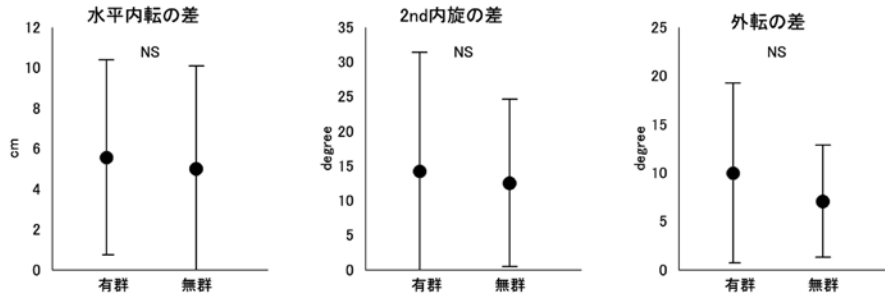


図8 可動域と棘下筋萎縮の有群と無群の比較  
すべての項目において棘下筋萎縮有群で有意差はなかったが制限される傾向があった。

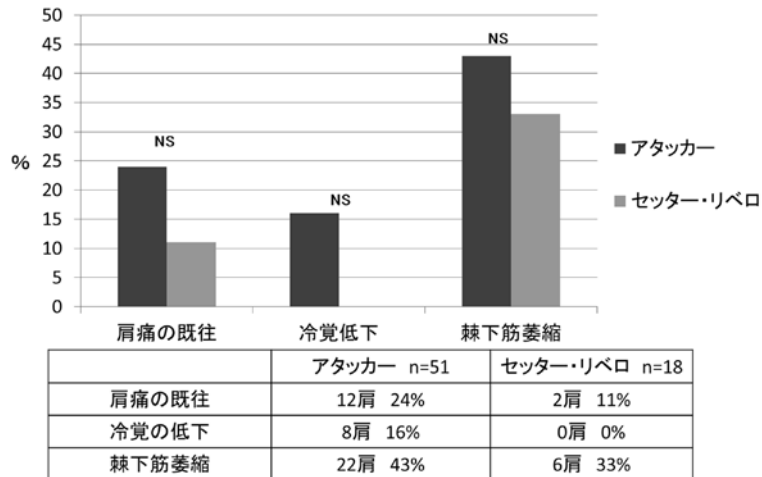


図9 アタッカーとセッター・リベロの比較  
アタッカー群とセッター・リベロ群の比較で肩痛の既往，冷覚低下そして棘下筋萎縮の間に有意な関係はなかったが，すべての項目においてアタッカー群で多い傾向があった。

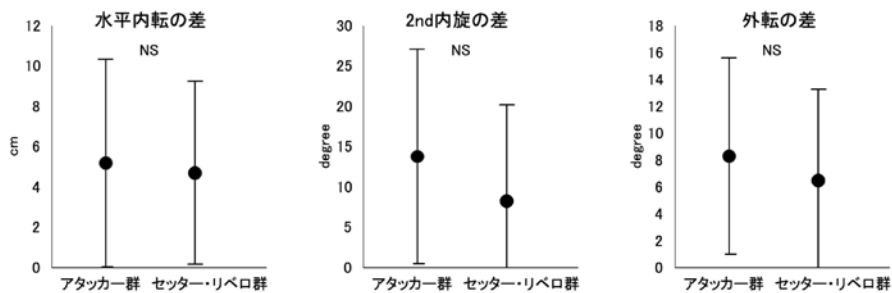


図10 可動域とポジション  
すべての項目においてアタッカー群で有意差はなかったがセッター・リベロ群より制限される傾向があった。

## 考 察

バレーボールのアタック動作は投球動作と同じオーバーヘッドであるが、下肢が地面についていないこと、打つ直前にコースを変えることが多いこと、動いているボールに合わせてスイングする必要があること、さらに野球でいう加速期に、自由に動いてきた上肢が、突然ボールをヒットする動作でブレーキが掛かる、つまり肩関節周囲筋に求心性筋収縮と遠心性筋収縮が瞬時に入れ替わる動作が存在することや、ボールが重いという特徴がある<sup>1)</sup>。

腋窩神経の麻痺は軽度の場合、触覚は温存されているが、温痛覚の麻痺が存在する。この病態は、肩関節後方要素である上腕三頭筋長頭などの硬さが発症の要因であり、他の投擲競技と同様な発症機序と思われる。また、棘下筋萎縮のための小円筋の肥大も腋窩神経の圧迫の原因となりうる。岩堀<sup>2)</sup>らは広義の胸郭出口症候群が発症し、肘関節内側の痛みの原因となり投擲種目が制限されるとしている。今回の調査でも腋窩神経領域の冷覚低下を認めるものには、肩関節痛の既往を認めるものや棘下筋萎縮を認めるものが有意に多く、また、2nd内旋可動域が制限されている傾向があることから、腋窩神経領域の冷覚低下の有無は肩関節の障害発生を予測できる可能性がある。

肩甲上神経麻痺による棘下筋萎縮の原因は、バレーボールでは、上肢の牽引による肩甲上神経の伸張刺激が原因ではなく、ボールをヒットする瞬間の肩関節周囲筋への過負荷が原因になっているのではないかと考えられる<sup>3,4)</sup>。今回の調査でも棘下筋萎縮を26例37.7%に認めたが、そのうち、肩痛の既往があるものは7肩のみで、残りの19肩は無症候性であり、可動域は棘下筋萎縮を認めないものとの間に有意差を認めなかった。これは、バレーボールでは、肩関節挙上位での外旋動作が可能であればアタックが打てるため、肩甲上神経麻痺による棘下筋萎縮が存在しても、小円筋が代償として働き競技可能なことが多い<sup>1)</sup>ためと考えられる。また無症候性であるために症状が進行しやすく、野球などに比べてその発生頻度が高いが、直ちにバレーボール活動に影響するものではない<sup>3-7)</sup>。

バレーボール選手では、他の投擲種目に比し、肩関節障害で競技を休止することが少ない。これは、下肢を地面につけておらずボールを打つ動作による反作用が肩関節にかかりにくいこと、他の投擲競技と異なり、挙上

位(0ポジション)にすると肩の回旋よりも屈曲動作で行なうこと、挙上時の内旋動作は、棘下筋が働かなくとも小円筋で代償可能なことから、棘下筋萎縮や腋窩神経麻痺が問題になりにくい。しかし、これらの存在により肩の可動域が制限され、この状態を放置することで肩関節痛が出現することも考えられ、兆候を早期発見してコンディショニングを行なう必要がある<sup>7,8)</sup>。

## 結 語

バレーボール選手の検診の指標としての腋窩神経領域の冷覚低下と棘下筋萎縮の視診・触診について、冷覚低下が陽性な(有群)ものは無群より可動域制限が大きい傾向がある。棘下筋萎縮を認めるものは、可動域制限は認めないが、無症候性のものを多く認める。手技はいたって簡便であり、検診項目に入れるのに相応しいと考える。

## 文 献

- 1) 林 光俊：上肢のスポーツ障害リハビリテーション実践マニュアル バレーボール障害上肢. MED REHABIL, 33 : 57-66, 2003.
- 2) 岩堀裕介ほか：腋窩神経障害が主病変と考えられた投球障害肩の治療成績. 肩関節, 36 : 745-749, 2012.
- 3) Wang DH et al : Isolated infraspinatus atrophy in a collegiate volleyball player. Clin J Sport Med, 4 : 255-258, 1996.
- 4) Witvrouw E et al : Suprascapular neuropathy in volleyball players. Br J Sports Med, 34 : 174-180, 2000.
- 5) Pogliacomini F et al : Isolated atrophy of the infraspinatus muscle in baseball players. Acta Biomed Ateneo Parmense, 71 : 127-134, 2000.
- 6) Cummins CA et al : Infraspinatus muscle atrophy in professional baseball players. Am J Sports Med, 32 : 116-120, 2004.
- 7) Lajtai G et al : The shoulders of professional beach volleyball players : high prevalence of infraspinatus muscle atrophy. Am J Sports Med, 37 : 1375-1383, 2009.
- 8) 尾崎二郎ほか：スポーツでの肩の overuse による腋窩神経障害. 肩関節, 15 : 334-337, 1991.

# 外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下 Bankart 修復術後のスポーツ復帰評価

## Evaluation of Return to Sports Competition of the Athletes Received Arthroscopic Bankart Repair

平田 正純<sup>1,2)</sup> Masazumi Hirata

黒川 正夫<sup>1)</sup> Masao Kurokawa

### ● Key words

外傷性肩関節前方不安定症, スポーツ復帰, 鏡視下 Bankart 修復術

Traumatic anterior shoulder instability : Return to sports competition : Arthroscopic Bankart repair

### ●要旨

ABER-MRIでの下関節上腕靭帯-関節唇複合体の質的評価と筋力測定装置での筋力評価を行ない、鏡視下 Bankart 修復術後のスポーツ競技復帰時期につき検討した。対象は21例、平均年齢19.5歳、術後JSSスコアは平均96.3点、Rowe scoreは平均92.8点、術後再亜脱臼は3例であった。術後6ヶ月のABER-MRT2\*強調画像では靭帯の高信号領域を7例に認め、うち2例が再亜脱臼症例であった。筋力評価では再亜脱臼群において健患差割合が大きく、MRIでの靭帯の高信号残存例では筋力回復の不均衡を認めた。靭帯の質的回復が不十分な場合は筋力回復の程度を確認し競技復帰時期を考慮すべきと考えた。

### はじめに

現在、外傷性肩関節前方不安定症に対し鏡視下 Bankart 修復術が広く行なわれている。われわれは外転外旋位でのMR (ABER-MR) 撮像を施行、下関節上腕靭帯-関節唇複合体 (IGHL-LC) の術後質的評価を行ない、術後再亜脱臼は高信号領域残存例に生じており、術後再発要因の1つであることを報告した<sup>1)</sup>。術後スポーツ復帰時期評価については諸説あるが、明確な根拠に乏しいのが実情である。本研究の目的は ABER-MR 撮像を施行し、IGHL-LC の術後質的評価を行なうとともに筋力測

定装置による評価を行ない、スポーツ競技復帰時期についての検討を行なうことである。

### 対象および方法

対象は鏡視下 Bankart 修復術を施行した21例、男性19例、女性2例、平均年齢19.5 (15~35) 歳で、追跡期間は平均13.7 (7~40) ヶ月であった。スポーツ種目はバスケットボール4例、サッカー、アメリカンフットボール各3例、ラグビー、柔道各2例、その他ハンドボール、空手、バドミントンなど7例であった。

手術方法は17例に対し2007年から行なっている su-

平田正純  
〒564-0013 吹田市川園町1-2  
大阪府済生会吹田病院整形外科  
TEL 06-6382-1521/FAX 06-6382-2498  
E-mail mhirata@utoipia.ocn.ne.jp

1) 大阪府済生会吹田病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Osaka Saiseikai Suita Hospital  
2) 大阪府済生会吹田病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Osaka Saiseikai Suita Hospital



図1 測定方法

ture-reel techniqueを用いた Double Bridging Fixation 法による鏡視下 Bankart 修復術を施行した<sup>2)</sup>。本法は肩甲骨関節窩辺縁の軟骨を除去，新鮮化した後にアンカーを右肩時計表示で白蓋5時位置の on the glenoid に挿入，4時位置で関節窩前縁より内側にあらかじめ縫合糸を縫合し糸がスライドしないようにしたアンカーを挿入，IGHL-LC に両端を通した。On the glenoid のアンカーからの糸と内側アンカーからの糸をひとつの post としてまとめ knot tying を行なう suture-reel technique で IGHL-LC を縫着した。同様の工程を3時，4時位置間で行ない通常法より広く foot print を獲得し IGHL-LC の re-tensioning を行なった。利き腕側のオーバーヘッド動作を行なう4例に対しては pin point fixation となる通常法での鏡視下 Bankart 修復術を施行した。

リハビリテーションは三角巾，バスタバンドによる外固定を Double Bridging Fixation 法施行例では1週間，通常法施行例では3週間行なったのち可動域訓練を開始し，術後3ヵ月以降上肢・体幹の筋力強化，6ヵ月以降スキルの再獲得の後コンタクト動作を含めスポーツ復帰を許可した。

ABER-MRI による術後 IGHL-LC の評価は1.5テスラ MR 撮像装置 (Signa HDx, GEヘルスケア社, 米国) を用い，肩関節外転外旋位における肩甲骨水平断像で撮像した T2\* 強調画像での IGHL-LC の信号上昇の有無を筋肉・後方関節唇の信号強度を対照とし，IGHL-LC の輝度がこれより低いものを低信号，同等か高いものを高信号と判定し評価した。

筋力測定は CYBEX NORM<sup>®</sup> (CSMi社, 米国) を用い，立位，内外旋中間位の肢位で内外旋60°の可動範囲で測定を行なった (図1)。再現性を維持するために各測定ごとに1回の練習を行なった後，筋力測定を行なった。検

討項目は術前・術後の日本肩関節学会肩関節不安定症評価法 (JSSスコア)，Rowe score，再(亜)脱臼例を調査し，術後6ヵ月での ABER-MRI 評価。筋力評価は高速域の角速度300°/secにおける下垂位内旋および外旋筋力測定を行なった。健側ピークトルク値から患側ピークトルク値を引いた値を健側ピークトルク値で除したものを健患差割合とした。

統計学的検討は Mann-Whitney の U 検定を用い，危険率5%未満を有意差ありとした。

## 結 果

JSSスコアは術前平均55.6 (43~77) 点から術後平均96.3 (80~100) 点に，Rowe score は術前平均39.2 (25~55) 点から術後平均92.8 (60~100) 点に有意に改善した。全例術後6ヵ月以降に元の競技に完全復帰していた。整備を要する再脱臼症例は認めなかったが，再亜脱臼を3例に認めそれぞれサッカー，ラグビーと自衛隊スキー訓練で生じ，いずれも受傷後不安感の訴えがあり，再受傷時期は術後12, 9, 7ヵ月であった。

ABER-MRI 評価では術後6ヵ月の T2\* 強調画像では術前と比し IGHL-LC が良好に修復されていたが，関節上腕靭帯の高信号領域を7例に認め (図2)，うち2例が再亜脱臼症例であった (図3)。筋力評価では健患差割合は内旋で平均  $5.6 \pm 18.4$  (標準偏差) %，外旋で平均  $13.4 \pm 24.9$  % であった。

再亜脱臼を生じなかった回復群で健患差割合が内旋  $3.6 \pm 17.2$  %，外旋  $9.2 \pm 21$  % であったのに対し再亜脱臼群では内旋  $18 \pm 20.7$  %，外旋  $39 \pm 30.5$  % といずれも再亜脱臼群において健患差割合が大きかったが，統計学的有意差は認めなかった (図4)。回復群18例中 ABER-MRI で関節上腕靭帯の低信号を示す13例では内旋  $7.7 \pm 13.9$  %，外旋  $6.3 \pm 19.6$  % であった。高信号が残存する5例では内旋  $-7.2 \pm 20$  % 外旋， $16.6 \pm 22.8$  % で高信号残存例では内旋筋力が健側を上回り，筋力回復の不均衡を認めた (図5)。

## 考 察

肩関節包内にはメカノレセプター，侵害受容器などのさまざまな知覚神経終末が存在する。Vangnessら<sup>3)</sup> 関節包靭帯，関節唇の組織学的検討を行ない，靭帯には slowly adapting type で関節位置覚を認識する Ruffini 型受容器，rapidly adapting type で加速度を認識する Pacini 型受容器が存在することを報告した。玉井らは神経免疫組織学的に関節上腕靭帯に slowly adapting type

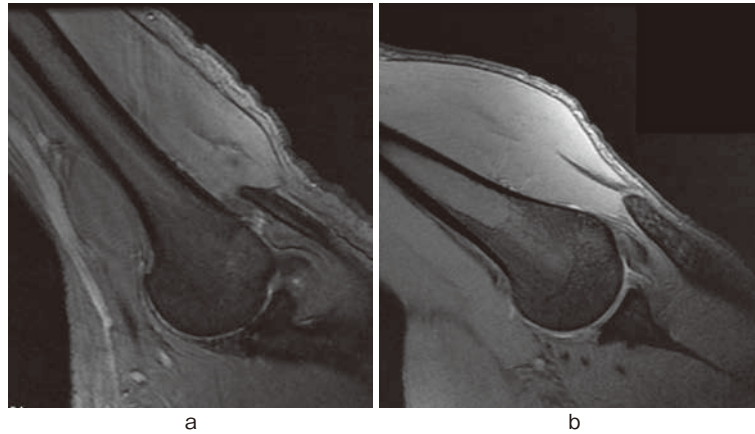


図2 ABER-MRI  
a: 低信号例, b: 高信号例

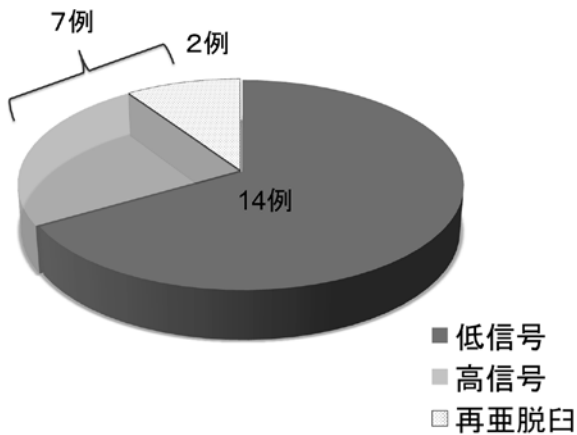


図3 ABER-MRIによるIGHL-LC評価 (N=21)

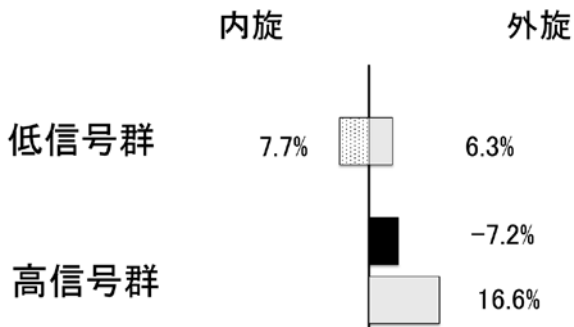


図5 回復群18例における健康差割合

で靭帯の張力を認識するGolgi型受容器が存在することを報告し、反復性脱臼の病態において剝離した関節包や

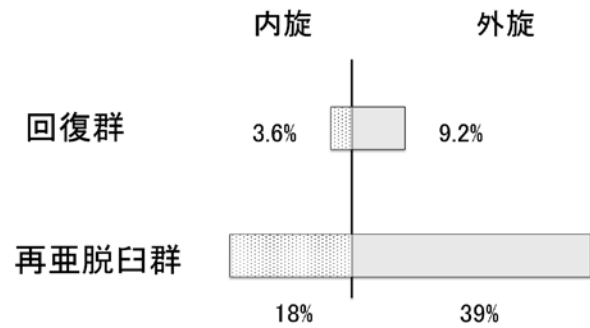


図4 回復群と再亜脱臼群の健康差割合

弛緩した靭帯に存在するメカノレセプターからの求心性インパルスの伝達障害が動的安定性の低下の一因と述べている<sup>4)</sup>。

田久保らは外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下Bankart修復術後患者のIGHL-LCの経時的なABER-MR撮像を行ない、術後経過中高信号から低信号へ移行することを報告した<sup>5,6)</sup>。今回われわれは同様のABER-MR撮像を行ない、術後6ヵ月時点でも高信号を示すIGHL-LCを認めた。高信号領域が存在することはIGHL-LCの組織的な未成熟度を示していると考えられ、メカノレセプターも未発達と想像されるため固有知覚は低下しており、外力によって肩甲上腕関節が伸長された場合にはフィードバック機能不全と筋力回復の不均衡が再亜脱臼の要因の1つになったものと考えた。

外傷性肩関節前方不安定症の術後関節位置覚の回復についてZuckermanらは直視下手術で術後6ヵ月では50%の回復、12ヵ月で健側と同等の回復を示したと報

告しており<sup>7)</sup>, Rokitoらは直視下手術において術式の侵襲によって筋力と位置覚の回復に差を認めたと報告している<sup>8)</sup>. 鏡視下手術は低侵襲であり関節の proprioceptionの再獲得には有利と考えるが, 完全回復にはある一定の期間を要すると考える.

筋力評価について尼子らは鏡視下 Bankart 修復術施行例患者の内外旋筋力の経時的測定を行ない, 直視下法と比較し, 早期に術前レベルに回復したことを報告した. また術後4.5~6ヵ月で内外旋筋力が最大レベルに達し, 運動制限の解除に筋力回復を指標にしていることを述べた<sup>9,10)</sup>. 櫻井らはアスリートに対する鏡視下 Bankart 修復術の手術成績を報告し, 術後競技復帰時期は半年を見込む必要があると報告している<sup>11)</sup>. 現在一般的には鏡視下 Bankart 修復術施行患者のスポーツ復帰は6ヵ月以降とされているが, 一部には術後6ヵ月でスキルを獲得してもスポーツ復帰が早いと判断できる症例も存在し, 筋力評価以外にも客観的な競技復帰判断評価が必要と考えた. 今回の検討から術後競技復帰判断に際し, ABER-MR像による関節上腕靭帯の質的回復が不十分な場合は筋力評価において健患差割合を少なくするように術後筋力回復の程度を確認しスポーツ復帰時期を判断すべきだと考えた.

本研究の限界として筋力測定肢位の妥当性, ピーク到達時間や遅延時間などのパラメーターを評価していないこと, IGHL-LCの術後修復状態に初回脱臼から手術までの脱臼回数が影響することが考えられ, 術後MR信号の経時的変化には個人差があることがあげられる.

## ま と め

1. ABER-MR撮像を施行し, IGHL-LCの術後質的評価を行なうとともに筋力測定装置による筋力評価を行ない, スポーツ競技復帰時期についての検討を行なった.
2. IGHL-LCの質的回復が不十分な場合は筋力回復の程度を確認したうえで復帰時期を考慮すべきと考えた.

## 文 献

- 1) 平田正純ほか: 外転外旋位 MR画像を用いた Double Bridging Fixation法による鏡視下バンカート修復術の術後評価. JOSKAS, 37: 30-31, 2012.
- 2) 平田正純ほか: 鏡視下 Bankart 修復術における新しい複合体固定法の改良. 肩関節, 32: 541-544, 2008.
- 3) Vangsness CT Jr et al: Neural anatomy of the glenohumeralligaments, labrum, and subacromial bursa. Arthroscopy, 11: 180-184, 1995.
- 4) 玉井幹人ほか: 肩関節包の神経終末に関する組織化学的研究. 肩関節, 21: 233-236, 1997.
- 5) 田久保興徳ほか: 肩関節外転外旋 MR撮像 (ABER法)による鏡視下手術後評価. 肩関節, 26: 369-372, 2002.
- 6) 田久保興徳ほか: 鏡視下に修復した前下関節上腕靭帯の経時的評価—肩外転外旋位 MR撮像 (ABER撮像)を用いて—. 肩関節, 28: 449-451, 2004.
- 7) Zuckerman JD et al: The effect of instability and subsequent anterior shoulder repair on proprioceptive ability. J Shoulder Elbow Surg, 12: 105-109, 2003.
- 8) Rokito AS et al: Recovery of the shoulder strength and proprioception after shoulder surgery for recurrent anterior instability: a comparison of two surgical techniques. J Shoulder Elbow Surg, 19: 564-569, 2010.
- 9) 尼子雅敏ほか: 鏡視下 Bankart 法術後の肩関節内外旋筋力の経時的変化. 肩関節, 32: 305-308, 2008.
- 10) 尼子雅敏ほか: 肩関節術後リハビリテーションにおける経時的肩内外旋筋力の有用性. 別冊整形外, 58: 232-235, 2010.
- 11) 櫻井 真ほか: アスリートに対する鏡視下バンカート法の手術成績とスポーツ復帰プログラム. 肩関節, 35: 765-769, 2011.

# フットサル選手の足部形態と下肢傷害の関連性

## Relationship Between Foot Morphology and Lower Extremity Injury in Futsal Players

澤口 悠紀<sup>1)</sup> Hisanori Sawaguchi 小松田辰郎<sup>2)</sup> Tatsuro Komatsuda

### ● Key words

フットサル  
Foot Posture Index (FPI-6) : Lower extremity injury

### ●要旨

フットサルは傷害発生率が高く、その大半が下肢に発生している。われわれが実施した調査でも足部・足関節における受傷割合が非常に高く、サポート活動を行なううえで下肢の傷害予防対策が重要と考えられた。本研究ではフットサル選手の足部形態を Foot Posture Index を用いて評価し、一般健常人との比較および下肢傷害との関連について検討した。足部形態が回外傾向を示す群で、一般健常人に対しフットサル選手の占める割合が高かった。足部形態が回外傾向の選手に下肢傷害の割合が高かった。フットサル選手の足部形態はプレーに要求される動作や姿勢との関連が予想されるため、選手個々の足部形態評価することは傷害予防対策の一助となると考えられる。

### はじめに

本邦のフットサル競技人口は年々増加傾向にあり、現在では年間約300万人がプレーしている。フットサルは狭いピッチ内で加速や減速、急激な方向転換が要求されることや surface が異なることなどからサッカーに比べ傷害発生率が高いと報告されている<sup>1)</sup>。国内外の疫学調査によると傷害の多くは下肢に発生しており<sup>1~7)</sup>、われわれが実施した調査においても下肢傷害は全体の約7割を占め、とりわけ足部・足関節に多く発生していた<sup>8)</sup>。

フットサル選手の下肢傷害の発症に関与する身体機能因子について研究した報告<sup>9,10)</sup>が散見されるが、縦断的に調査・検討したものは、われわれが渉猟した限り見当たらない。

今回われわれは下肢傷害の発症に関与する身体機能因子として足部形態に着目し、フットサル選手の足部形態と傷害との関連性を検討することを目的とした。

### 対象と方法

フットサル地域リーグに所属する社会人クラブチームの選手14名28足(以下Futsal群、平均年齢24.5歳、右利き13名、左利き1名)と定期的なフットサル活動を行っていない健常成人男性21名42足(以下対照群、平均年齢22.1歳、すべて右利き)を対象とした。

対象者に対し、Foot Posture Index (以下FPI-6)<sup>11)</sup>に基づき両内果間1グリップ幅の自然立位にて足部の写真撮影を行ない、6項目(距骨頭アライメント、外果上下のカーブ、踵骨内・外反、距舟関節周囲の突出、内側縦アーチの形状、前足部の内・外転)の素点の合計より、

澤口悠紀  
〒981-3137 仙台市泉区大沢2-13-4  
仙台北部整形外科スポーツクリニック  
TEL 022-776-1888/FAX 022-776-1333

1) 仙台北部整形外科スポーツクリニックリハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, North Sendai Orthopaedic Clinic  
2) 仙台北部整形外科スポーツクリニック  
North Sendai Orthopaedic Clinic

氏名		ID number		
	評価項目	運動面	左 (-2~+2)	右 (-2~+2)
後足部	1. 距骨頭アライメント	水平面		
	2. 外果上下のカーブ	前額/水平面		
	3. 踵骨内・外反	前額面		
前・中足部	4. 距舟関節周囲の突出	水平面		
	5. 内側縦アーチの形状	矢状面		
	6. 前足部の内・外転	水平面		
合計				

※ 回内: +6以上 Normal: 0~+5 回外: -1以下

図1 Foot Posture Index (FPI-6) 評価用紙

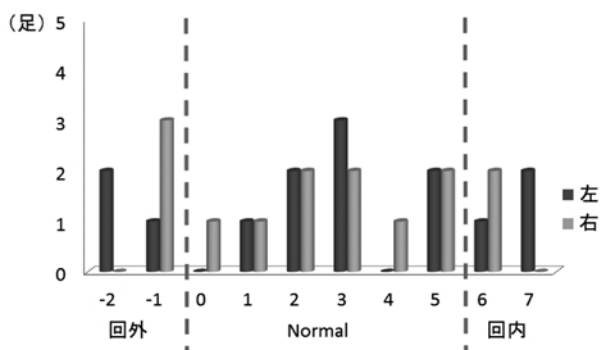


図2 Futsal群 FPI-6スコア

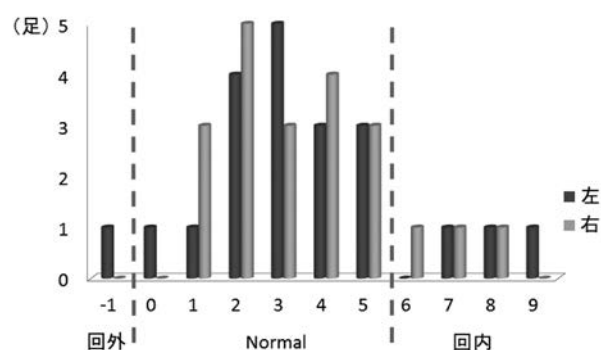


図3 対照群 FPI-6スコア

足部形態タイプを『回内』(+12点~+6点), 『Normal』(+5点~0点), 『回外』(-1点~-12点)と判定し, 両群を比較した(図1).

また Futsal群については過去3年間の試合・練習における足部・足関節傷害の受傷歴の聞き取りと足部形態評価後1シーズンの試合・練習における下肢傷害の調査を行ない, それぞれ受傷の有無と足部形態タイプとの関連について検討した. 傷害は一旦試合や練習から離脱し, チームのトレーナーによるアイシング等の応急処置を受けたものや医療機関での加療を要したものと定義した. また, 今回ボールや相手選手との接触で生じた打撲は調査対象から除外した.

統計処理には SPSS Version 11.5Jを使用した. 各群における左右差の比較には Mann-Whitney 検定を用い, 両群の比較および受傷の有無と足部形態タイプの比較に

は  $\chi^2$  検定を用いた. 有意水準は5%未満とした.

## 結果

Futsal群の FPI-6スコアの範囲は-2~+7(平均2.61±2.77)であり, 7足(25%)が『回外』, 16足(57%)が『Normal』, 5足(18%)が『回内』であった(図2). 対照群の範囲は-1~+9(平均3.48±2.24)であり, 1足(2%)が『回外』, 35足(83%)が『Normal』, 6足(14%)が『回内』であった(図3). 両群ともに左右に有意差を認めなかった. また, 両群を比較すると Futsal群は『回外』の割合が, 対照群は『Normal』の割合が高く有意差を認めた( $p < 0.01$ )(図4).

Futsal群において過去3年間に足部・足関節の受傷を経験したのは14足(右7足, 左7足)であった. 受傷歴



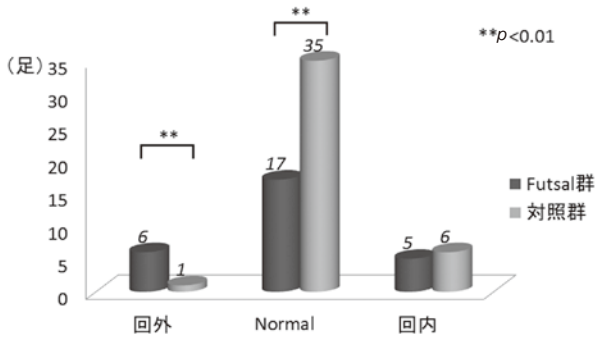


図4 足部形態タイプ別割合

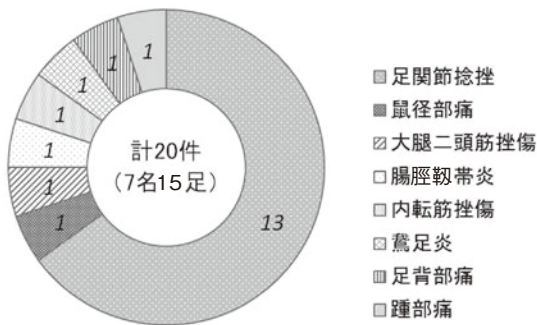


図6 Futsal群の下肢傷害内訳 (1シーズン)

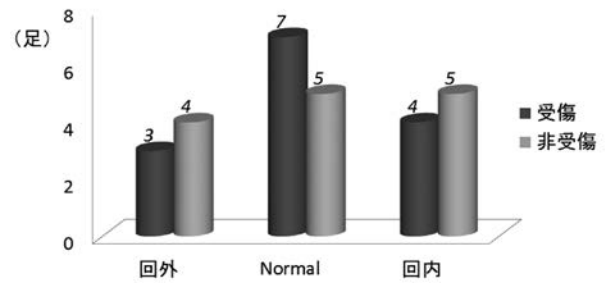


図5 Futsal群の足部形態別足部・足関節受傷状況 (過去3年間)

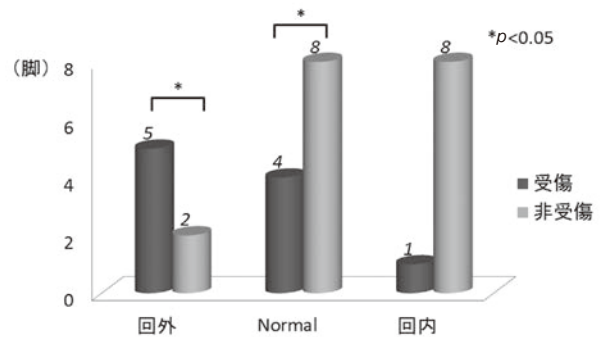


図7 Futsal群の足部形態別下肢受傷状況 (1シーズン)

と足部形態のタイプに有意差は認められなかった(図5)。

また、FPI-6による足部形態評価後1シーズンに発生した下肢傷害は7名15足、のべ20件であった。内訳は外傷15件(75%)、障害5件(25%)で足関節捻挫が最も多く(13件:右5件,左8件)、全傷害の65%を占めた(図6)。発生した足関節捻挫の足部形態別内訳は『回外』で6件、『Normal』で6件、『回内』で1件であった。受傷の有無と足部形態タイプを比較すると『回外』で受傷者の割合が高く、有意差を認めた。一方で『Normal』では非受傷者の割合が有意に高く、『回内』では受傷の有無による有意差は認められなかった(図7)。

### 考 察

フットサルはピッチ内で動き回りながら頻回にボールを蹴る、止める、動かすことを要求される競技であり、足部・足関節を中心とした下肢の傷害予防対策が重要と考えられる。しかし、フットサル選手の身体機能の特徴や傷害発症に関与する身体機能因子は十分に検討されておらず、傷害を予測する評価法が確立されていない

のが現状である。

今回われわれはフットサル選手の身体機能の特徴を把握するために足部形態タイプを一般健常人と比較した。その結果、FPI-6で定める『回外』ではFutsal群が、『Normal』では対照群が占める割合がそれぞれ有意に高かった。全体的な分布の傾向として、Futsal群は『回外』から『回内』まで幅広く分布しているのに対し、対照群は『Normal』に集中していた。

Cainらは爆発的な加速や急激な方向転換が要求される際には回外傾向であるほうが足部の剛性を高めるのに有利に働くため、レベルの高いフットサル選手ほど足部は回外傾向になりやすく、逆に足部の剛性が十分に得られない場合は加速・方向転換の局面で床面との接触面積を増やそうとして回内させて剛性を高めようとしていると報告している<sup>9)</sup>。一方、健常成人におけるFPI-6スコアの平均値は+4でやや回内傾向を示すと報告されている<sup>10)</sup>。今回われわれが調査した結果においても同様の傾向が認められ、フットサル選手の場合には足部形態を個別に評価する必要があると考えられる。

フットサルでは狭いピッチでプレーするためボール

タッチの回数が多いことや至近距離から蹴られたボールや相手選手との接触が多く、選手は足関節内反および外反捻挫、足趾の打撲や中足趾関節の捻挫を経験することが多い<sup>8)</sup>。足関節捻挫後の後遺症により構造的な不安定性や機能的な不安定性を呈し、再受傷のリスクが高まるともいわれている。これらの背景から受傷歴のあるフットサル選手には足部形態に何らかの特徴がみられるのではないかと仮説を立てたが、過去3年間の試合・練習における足部・足関節傷害の受傷歴と足部形態に関連は認められなかった。今回われわれが調査したのは受傷経験の有無のみであり、受傷状況や傷害の程度までは把握していなかったため、足部形態に影響を及ぼすほどの傷害であったかどうか不明であった。よって今後は受傷機転や練習および試合からの離脱期間、反復性の有無などの詳細な調査が必要であると考えられた。過去の報告では足部形態と足部・足関節傷害の関連についてコンセンサスが得られておらず<sup>12~15)</sup>、特定の競技者に対し、一定の評価法で調査することは臨床上重要であると考えられるため、今後も継続していきたいと考えている。

Cainらの調査では、足部回外傾向を示すフットサル選手は下肢の障害リスクが高かったと報告している<sup>9)</sup>。今回われわれが足部形態評価後1年間にわたり実施した傷害調査の結果では足部形態『回外』で受傷の割合が有意に高く、障害よりも外傷が多かった。『回外』で受傷した5足のうち3足は足関節捻挫であり、3足とも複数回同部位を受傷していた。足部回外傾向は障害だけでなく、外傷のリスク因子としての可能性も示唆された。

フットサルはピッチ内で素早く動き回りつつ、足底でボールを止める、転がす、動かすといった動作を試合中に何度も繰り返す。そのため、片足をボールに置いた状態でボールを操作することから軸足は小趾側荷重になりやすい。そのためもともと回外傾向にある場合、より下肢外側に負荷がかかるうえ、スライディングタックルなどの外的要素も加わることで足関節捻挫が生じやすいと考えられる。今回の調査では右足に5件、左足に8件足関節捻挫が発生したがそのほとんどが足部回外傾向であった。受傷足に左右の偏りが少なかったのは選手の競技レベルが高く、状況に応じて蹴り足や軸足を使い分けていたためと推察された。

今回用いたFPI-6は足部を多平面的に評価できるという特徴をもつ。FPI-6は簡便かつ安全に現場レベルでも評価可能な方法であり、シーズン前に足部形態の傾向を把握し、選手個々のアライメントや動作と結びつけて評価することは下肢の傷害予防に有効な手段と考えられる。

本研究の限界として他の受傷要因(動的不安定性や被

ファウルなど)の検討が不十分であること、対象者数の少なさ、フォローアップ期間の短さがあげられる。これらについては今後も調査・検討を継続していきたい。

## 結 語

1. フットサル選手の足部形態を評価し、一般健常人との比較および下肢傷害との関連について検討した。
2. 足部形態が回外傾向を示す群で、一般健常人に対しフットサル選手の割合が多かった。
3. 足部形態が回外傾向の選手に下肢傷害、とくに足関節捻挫の割合が高かった。
4. フットサル選手の足部形態はプレーに要求される動作との関連が予想されるため、選手個々の評価を行わない予防対策につなげていくことが重要である。

## 文 献

- 1) Junge A et al : Football injuries during FIFA tournaments and the Olympic Games, 1998-2001 : development and implementation of an injury-reporting system. *Am J Sports Med*, 32 : S80-S89, 2004.
- 2) 牛島史雄ほか : Fリーグに所属するフットサルチームにおける1シーズンの傷害の検討. *整スポ会誌*, 28 : 42, 2008.
- 3) 西森康浩ほか : フットサルトップチームにおける下肢の傷害. *整スポ会誌*, 29 : 242, 2009.
- 4) 武長徹也ほか : Fリーグに所属するフットサルチームにおけるスポーツ傷害. *整スポ会誌*, 30 : 51-54, 2010.
- 5) 西森康浩ほか : フットサルトップチームにおける傷害の管理—トップとサテライトの比較—. *整スポ会誌*, 31 : 68-71, 2011.
- 6) Junge A et al : Injury risk of playing football in Futsal World Cups. *Br J Sports Med*, 44 : 1089-1092, 2010.
- 7) Ribeiro RN et al : Epidemiologic analysis of injuries occurred during the 15<sup>th</sup> Brazilian indoor soccer (Futsal) sub20 team selection championship. *Rev Bras Med Esporte*, 12 : 1-4, 2006.
- 8) 澤口悠紀ほか : フットサルにおける傷害の特徴—地域リーグ所属チームのサポートを通して—. *整スポ会誌*, 33 : 37-41, 2013.
- 9) Cain LE et al : Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*, 10 : 311-319, 2007.

- 10) Abate M et al : High prevalence of patellar and achilles tendinopathies in futsal athletes. *J Sports Sci Med*, 11 : 180-181, 2013.
- 11) Redmond AC et al : Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res*, 1 : 6, 2008.
- 12) Mei-Dan O et al : The medial longitudinal arch as a possible risk factor for ankle sprains : a prospective study in 83 female infantry recruits. *Foot Ankle Int*, 26 : 180-183, 2005.
- 13) Williams DS et al : Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech*, 16 : 341-347, 2001.
- 14) Kavros SJ : The efficacy of a pneumatic compression device in the treatment of plantar fasciitis. *J Appl Biomech*, 21 : 404-413, 2005.
- 15) Prichasuk S et al : The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. *Clin Orthop Res*, 306 : 192-196, 1994.

# FIFA The 11+の検討

## —ポジトロン断層撮影 (PET) による下肢・下部体幹骨格筋活動の評価—

### Lower Extremity and Trunk Muscle Activity During FIFA 11+ Program Evaluated by Positron Emission Tomography

中瀬 順介	Junsuke Nakase	虎谷 達洋	Tatsuhiko Toratani
小坂 正裕	Masahiro Kosaka	大橋 義徳	Yoshinori Ohashi
沼田 仁彬	Hitoaki Numata	土屋 弘行	Hiroyuki Tsuchiya

#### ● Key words

FIFA The 11+  
予防医学, ポジトロン断層撮影

#### ● 要旨

目的: 全身の骨格筋活動を同時に評価することができるポジトロン断層撮影 (PET) に注目し, スポーツ傷害予防プログラム (FIFA The 11+) の骨格筋への影響を検証したので報告する.

方法: 健常男性ボランティア 10 名 (平均年齢 30.1 歳) を対象として FIFA The 11+ を行なった後に PET-CT を撮影した運動群 5 名と安静後に撮影したコントロール群 5 名の 2 群に分類し, 全身 30 個の骨格筋の集積を比較検討した.

結果: 運動群では腹直筋, 中殿筋, 小殿筋がコントロール群に比べて集積が有意に上昇していた.

結論: FIFA The 11+ (part 2) により, とくに腹直筋と股関節外転筋において活動性上昇がみられた.

#### はじめに

近年, 医学界全体が「治療」の時代から「予防」の時代へと大きく転換しつつある. スポーツ医学においても予防に注目が集まり, スポーツ傷害の予防に関する研究が多数行なわれている. これまでに世界中でさまざまなスポーツ傷害予防トレーニング法が報告され, スポーツ傷害発生数が減少することが証明されている<sup>1-3)</sup>にも関わらず, 具体的な骨格筋活動を評価した報告はわれわれが渉猟し得た限り存在しない. 多くのスポーツ傷害予防

トレーニングは, プライオメトリックトレーニング, バランストレーニングやアジリティトレーニングなどで構成されていて, 「体幹深部筋」がターゲットの 1 つになっていると考えられる. 従来, 一般的な骨格筋活動の評価は主に筋電図が用いられてきたが, これまでに筋電図を用いてスポーツ傷害予防トレーニングの骨格筋活動を評価した報告はわれわれが渉猟する限り存在しない. その原因は, 筋電図検査では, 調査対象とする骨格筋に対して事前に電極を貼付する必要がある, 体表から触れることができる筋や調査を予定している筋しか計測することができないという点と, 電極を貼付した状態での運動が制

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

金沢大学大学院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University

限される点が考えられる。そこで、われわれは体幹および四肢深部に存在する筋を含んだ全身骨格筋活動を同時に評価することが可能な方法を模索した。Fujimotoら<sup>4)</sup>やTashiroら<sup>5)</sup>は、ランニング中の全身骨格筋活動についてFDGを用いたポジトロン断層撮影法(PET)で評価し、FDG-PETによって測定された糖代謝は骨格筋活動強度と強い相関を示すと報告した。以後これまでにFDG-PETでのFDGの集積は筋活動量を測定する指標として信頼性が確認<sup>6,7)</sup>されており、われわれもFDG-PETを用いた研究を計画した。また、本研究のスポーツ傷害予防トレーニングには、FIFA (Fédération Internationale de Football Association) から発表され、世界中で最も普及しているスポーツ傷害予防トレーニングの1つと考えられるFIFA The 11+<sup>8)</sup>を(<http://f-marc.com/11plus/home/>)採用した。本研究の目的は、これまで解明されていなかったスポーツ傷害予防トレーニングで活動している骨格筋をFDG-PETを用いて同定することである。

## 対象と方法

健康成人男性ボランティア10名を対象とし、FIFA The 11+ part 2を施行してから、FDG-PETを撮影した運動群5名と安静後に撮影したコントロール群5名の2群に分類した。本研究は金沢大学医学倫理審査委員会ならびに金沢先進医学センター倫理委員会の承認を受け、被験者には本研究の目的を説明し、文書での同意が得られた者を対象とした。

## PET-CTの撮影

すべての被験者に対し、検査6時間前からの絶食を指示し、検査前日の日常生活動作以外の運動は禁止した。また、すべての被験者の血糖値を測定し、正常範囲内であることを確認した。コントロール群では、20分間の座位保持後にFDG (<sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose) を37MBq経静脈的に投与し、その後45分間座位を続けたのちにPET/CTを撮影した。一方、運動群では、FIFA The 11+ part 2を20分間施行後にFDGを投与し、さらに20分間FIFA The 11+ part 2を継続し、25分間の座位安静後にPET/CTを撮影した。両群ともにFDG投与50分後にDiscovery PET/CT 690 (GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA) を用いて、まずスライス幅3mmのplain CTを撮影し、その後FDG-PETを3次元モードで撮影した。合計撮影時間は約40分間であった。

## 評価方法

関心領域 (regions of interest ; ROI) は plain CT 画像上、筋の同定が可能と判断した以下の30個の骨格筋を対象とした。体幹から足部までを5つの部位に分類し、各筋が同定しやすいように決定したスライスでそれぞれの骨格筋を同定し、左右それぞれ骨格筋全体をROIに設定した。①体幹(第4腰椎上縁レベルでのスライス: 腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋, 大腰筋, 腰方形筋, 脊柱起立筋), ②骨盤(白蓋上縁レベルでのスライス: 大腰筋, 中殿筋, 小殿筋, 梨状筋), ③大腿(大腿骨小転子下縁から顆部の中点レベルでのスライス: 大腿四頭筋, 縫工筋, 薄筋, 半膜様筋, 半腱様筋, 大腿二頭筋, 内転筋群), ④下腿(脛骨中点レベルでのスライス: 前脛骨筋, 長趾屈筋, 後脛骨筋, 長母趾屈筋, 腓骨筋, 下腿三頭筋), ⑤足部(足舟状骨レベルでのスライス: 母趾外転筋, 足底方形筋, 短趾屈筋, 小趾外転筋, 中足骨中央レベルでのスライス: 短母趾屈筋, 骨間筋)。各筋の同定には plain CT を用い、1人の習熟した核医学診療科医がすべての骨格筋の同定および面積計測を行なった後に、PET-CT画像と融合してFDGの集積を評価した。FDGの集積は、Standardized Uptake Value (SUV) を用いて半定量化した。SUVは投与した放射性同位体が体内に均一に分布し、かつ排泄されていないとした場合の放射能濃度を1とし、それぞれの組織の集積がその何倍に相当するかということで、局所集積の度合いを表現するものである。SUVの算出は、 $\{SUV = \text{平均 ROI カウント (cps/pixel)} / \text{体重 (g)} / \text{投与量 (mCi)} \times \text{校正係数 (cps/mCi)}\}$  とし、平均 SUV の算出は、 $\{\text{平均 SUV} = (\text{左側平均 SUV} \times \text{左側筋面積} + \text{右側平均 SUV} \times \text{右側筋面積}) / (\text{左側筋面積} + \text{右側筋面積})\}$  で算出し、30個の骨格筋における平均 SUV 値をコントロール群と運動群の2群間で比較検討した。統計学的検討には、Mann-Whitney's U test を使用し、有意水準は0.05未満とした。

## 結 果

2群間で年齢、身長、体重、BMIにおいて有意差はなかった(表1)。コントロール群(図1)と運動群(図2)の特徴的なPET-CT像を示す。運動群ではコントロール群に比べて、腹直筋、中殿筋と小殿筋で有意にFDGの集積が増加していた。一方、脊柱起立筋ではコントロール群で運動群よりも有意にFDGの集積が増加していた(表2)。

### 考 察

FDG ( $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose) は, glucose の OH 基を放射性同位元素である  $^{18}\text{F}$  に置換した構造をもち, glucose と同じように体内に吸収される. この性質を利

用して, 糖代謝の亢進している癌の診断や脳局所のエネルギー代謝を観察する研究で最も用いられる放射性標識薬剤の1つである. Fujimotoら<sup>4)</sup>やTashiroら<sup>5)</sup>は, 骨格筋も glucose をエネルギー源の1つとしていることに注目し, 世界に先駆けて運動時における全身の骨格筋 glucose 代謝を観察し, その後, 歩行動作や自転車運動における骨格筋活動の観察が行なわれている<sup>7,9)</sup>.

一方, FIFA The 11+ を行なうことで, 年齢や競技種目を問わずスポーツ傷害発生数の減少や重症外傷の発生数の減少など効果が報告されている<sup>8,10)</sup>. その他, 着地動作時の姿勢の改善<sup>11)</sup>や体幹安定性・バランス能力の向上<sup>12)</sup>なども報告されているが, 前述のごとくこれまで FIFA The 11+ を行なうことで全身のどの骨格筋が活動しているかという根本的な疑問は解消されていなかった

表1 症例内訳

	コントロール群	運動群	p 値
年齢 (歳)	29±4	31±4	0.30
身長 (cm)	170.4±4.6	169.4±5.1	0.75
体重 (kg)	69.6±9.9	66.4±2.7	0.50
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.9±3.0	23.2±1.1	0.64

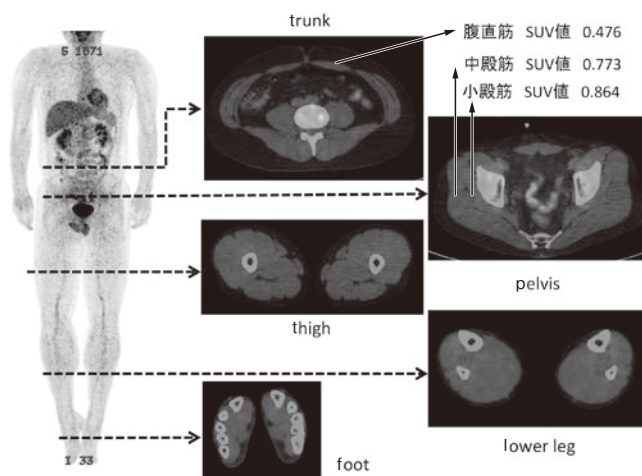


図1 コントロール群

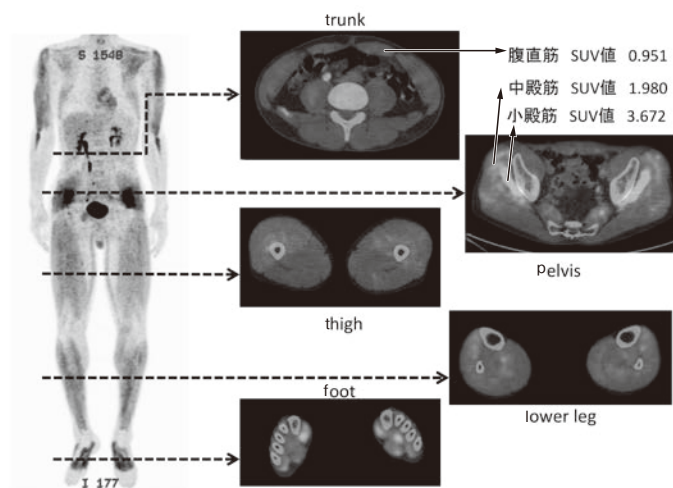


図2 運動群

表2 平均 SUV 値  
腹直筋, 中殿筋と小殿筋に有意差を認めた.

部位	筋肉	コントロール群	運動群	p 値
体幹	腹直筋	0.45 ± 0.10	0.82 ± 0.16	< 0.05
	外腹斜筋	0.48 ± 0.06	0.62 ± 0.14	0.06
	内腹斜筋	0.61 ± 0.06	0.66 ± 0.17	0.53
	腹横筋	0.60 ± 0.10	0.59 ± 0.14	0.88
	大腰筋	0.81 ± 0.09	0.80 ± 0.12	0.88
	腰方形筋	0.62 ± 0.10	0.55 ± 0.18	0.18
	脊柱起立筋	0.77 ± 0.08	0.66 ± 0.03	0.03
骨盤	大腰筋	0.62 ± 0.05	0.81 ± 0.27	0.21
	中殿筋	0.76 ± 0.03	1.88 ± 0.27	< 0.05
	小殿筋	0.93 ± 0.14	3.47 ± 0.68	< 0.05
	梨状筋	1.07 ± 0.12	1.44 ± 0.50	0.18
大腿	大腿四頭筋	0.62 ± 0.09	0.97 ± 0.30	0.06
	縫工筋	0.53 ± 0.03	0.51 ± 0.10	0.70
	薄筋	0.47 ± 0.06	0.70 ± 0.26	0.08
	半膜様筋	0.54 ± 0.04	0.57 ± 0.02	0.15
	半腱様筋	0.46 ± 0.07	0.68 ± 0.26	0.13
	大腿二頭筋	0.51 ± 0.04	0.53 ± 0.05	0.63
	内転筋群	0.63 ± 0.06	0.67 ± 0.07	0.34
	下腿	前脛骨筋	0.78 ± 0.06	0.79 ± 0.21
足部	長趾屈筋	0.85 ± 0.41	0.88 ± 0.35	0.91
	後脛骨筋	0.92 ± 0.14	1.19 ± 0.52	0.28
	長母趾屈筋	1.06 ± 0.29	1.49 ± 0.49	0.13
	腓骨筋	0.68 ± 0.09	1.14 ± 0.40	0.06
	下腿三頭筋	0.99 ± 0.40	1.09 ± 0.47	0.70
	母趾外転筋	0.86 ± 0.25	1.55 ± 0.64	0.06
	足底方形筋	0.92 ± 0.10	1.07 ± 0.30	0.34
	短趾屈筋	0.84 ± 0.05	1.19 ± 0.49	0.18
	小趾外転筋	0.78 ± 0.09	1.22 ± 0.76	0.26
	短母趾屈筋	0.84 ± 0.09	1.77 ± 1.02	0.08
骨間筋	0.88 ± 0.12	1.60 ± 0.95	0.17	

た. FDG-PET を用いた本研究により FIFA The 11 + part 2 を行なうことで他の筋と比較して腹直筋および股関節外転筋において日常生活動作では生じない骨格筋の活動を証明した.

また, 統計学的有意差はなかったものの FIFA The 11+ によってこれまではまったく注目されていなかった足部内在筋, 長母趾屈筋, 腓骨筋が活動していることを観察できたことも本研究の特徴と考えている. 足部内在筋が発達することにより, 動作時の足部回内を減少させる可能性が示唆<sup>13)</sup>されており, 結果としてスポーツ傷害が発生しやすい肢位である膝関節外反位を避けることができる可能性があると考えている. 本研究では, コントロール群において検査当日の歩行など日常生活動作を制

限しなかったため, 2群間で足部内在筋, 長母趾屈筋, 腓骨筋に関して統計学的有意差がでなかった可能性がある. 同様に統計学的有意差はなかったものの, 大腿四頭筋と薄筋ではコントロール群に比べて運動群で SUV 値が高い傾向にあった. SUV 値が高いすなわち骨格筋活動が行なわれた筋では SUV 値のばらつきが大きくなる傾向があり, 今回ばらつきが大きかった大腿四頭筋と薄筋腱でも骨格筋活動が行なわれていた可能性が示唆される. 一方, 脊柱起立筋では, 運動群に比べてコントロール群で SUV 値が有意に上昇していたが, 脊柱起立筋も足部内在筋と同様に日常生活動作で活動する骨格筋であり, その影響による結果ではないかと考えている. これらの問題に関しては今後, 症例数を増やすことで解決で

きる問題であると考えている。

当初、本研究は近年注目を集めている「コアマッスル」と呼ばれる腹横筋や大腰筋などの体幹深部筋のFIFA The 11+における筋活動を明らかにするために計画したものであった。しかし、日常生活動作と比較したところ、FIFA The 11+によって体幹筋で有意に集積が増加していたのは表層筋の腹直筋のみという結果であった。以上よりFIFA The 11+ part 2のみでは、体幹深部筋活動が十分行なわれていない可能性があり、どのような運動でそれぞれの体幹深部筋が活動するのかを精査する必要があるとともに、スポーツ傷害予防における体幹深部筋の役割そのものについてももう一度精査する必要があると考えている。

本研究の限界として、症例数が各群5例ずつと少ないことがあげられる。前述のごとく症例数の少なさが統計学的結果に影響を及ぼしている可能性があるため、今後症例数を増やして再検討する予定である。また、本研究では、各骨格筋におけるROIの設定およびFDG集積を任意のスライスで行なっており、個々の骨格筋全体の糖代謝を反映できていない点が問題点としてあげられる。しかし、少なくともFIFA The 11+を行なうことにより、他の筋と比較して腹直筋と股関節外転筋が活動していることは証明することができた。放射線被曝に関しては、健常人を対象としたスポーツ医学研究に関するFDG投与量は少ないほどよいが、筆者らは過去の報告<sup>4,9)</sup>と同様に37MBqを目安としている。この場合約1mSv(腹部単純写真約3枚分)の被曝が予想される。今後も被曝線量を抑える工夫が必要と思われるが、FDG-PETを用いてしか調査することができない事象として、今後もスポーツ傷害予防プログラムと全身骨格筋活動に関する検討を続けていく予定である。

本研究の一部は、公益財団法人日本スポーツ治療医学研究会の平成24年度研究助成を受けた。

## 文 献

- 1) Sadoghi P et al : Effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention training programs. *J Bone Joint Surg Am*, 94 : 769-776, 2012.
- 2) Mandelbaum BR et al : Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes : 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 33 : 1003-1010, 2005.
- 3) Olsen OE et al : Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports : cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 330 : 449, 2005.
- 4) Fujimoto T et al : Whole-body metabolic map with positron emission tomography of a man after running. *Lancet*, 348 : 266, 1999.
- 5) Tashiro M et al : 18F-FDG PET imaging of muscle activity in runners. *J Nucl Med*, 40 : 70-76, 1999.
- 6) Kemppainen J et al : Myocardial and skeletal muscle glucose uptake during exercise in humans. *J Physiol*, 542 : 403-412, 2002.
- 7) Oi N et al : FDG-PET imaging of lower extremity muscular activity during level walking. *J Orthop Sci*, 8 : 55-61, 2003.
- 8) Soligard T et al : Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers : cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 337 : a2469, 2008.
- 9) Gondoh Y et al : Evaluation of individual skeletal muscle activity by glucose uptake during pedaling exercise at different workloads using positron emission tomography. *J Appl Physiol*, 107 : 599-604, 2009.
- 10) Longo UG et al : The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players : a cluster randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 40 : 996-1005, 2012.
- 11) Grindstaff TL et al : Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes : a numbers-needed-to-treat analysis. *J Athl Train*, 41 : 450-456, 2006.
- 12) Daneshjoo A et al : The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *PLoS One*, 7 : e51568, 2012.
- 13) 佐野村学ほか : 足趾開排能が動的下肢アライメントに及ぼす影響—足趾開排指示下の片脚スクワット, 片脚ドロップランディング, カutting動作の分析—. *日臨スポーツ医学会誌*, 20 : 112-121, 2012.



# 後外側束を温存した前十字靭帯補強術における 前内側束の脛骨骨孔位置の検討

## The Investigation of Tibial Tunnel Position for Anteromedial Bundle Augmentation in Anterior Cruciate Ligament Injury

山賀 篤 <sup>1)</sup>	Atsushi Yamaga	塚原 隆司 <sup>1)</sup>	Takashi Tsukahara
河合 亮輔 <sup>1)</sup>	Ryosuke Kawai	山賀 寛 <sup>2)</sup>	Hiroshi Yamaga
平岩 秀樹 <sup>3)</sup>	Hideki Hiraiwa	酒井 忠博 <sup>3)</sup>	Tadahiro Sakai

### ● Key words

Anterior cruciate ligament : Augmentation : Anteromedial bundle

### ● 要旨

前内側束 (AM 束) 補強を行なった 17 例での脛骨側骨孔の位置について、Lertwanich らの方法で検討し、前十字靭帯 (ACL) 二重束再建 50 例の AM 骨孔位置と比較した。AM 束補強術例では脛骨前縁より  $33.2 \pm 4.16\%$ 、脛骨内縁より  $46.6 \pm 2.06\%$  に位置しており、二重束再建群では脛骨前縁より  $27.9 \pm 5.17\%$ 、脛骨内縁より  $47.4 \pm 2.44\%$  に位置していた。二重束再建例に比して AM 束補強術例の AM 骨孔は有意に後方の位置に作製されたが ( $p < 0.005$ )、内外側の位置に有意差はなかった。AM 束補強術での脛骨側 AM 骨孔は、過去の文献の AM 束の解剖学的位置とほぼ同等の位置に骨孔が作製されていた。

### はじめに

前十字靭帯 (ACL) 再建術の術後成績に影響する重要な因子の 1 つとして骨孔の作製位置があげられる。近年では ACL の部分断裂に対して、断裂した部位のみを再建する補強術<sup>1~3)</sup> が選択される場合があるが、この術式における骨孔位置を検討した報告は少ない。

本研究の目的は、前内側線維束 (AM 束) のみを再建する AM 束補強術における、脛骨側 AM 骨孔の作製位

置について検討することである。

### 対象と方法

平成 22 年 8 月～平成 24 年 8 月までに当院にて ACL 再建術を行なった 240 例 240 膝中、AM 束補強を行なった 17 例 17 膝を対象とした。男性 8 例、女性 9 例、平均年齢 23.6 (16～44) 歳。対照として当院で同時期に ACL 二重束再建を行なった症例より無作為に抽出した 50 例 (男性 22 例、女性 28 例、平均年齢 24.6 歳) の AM 骨孔の位

山賀 篤  
〒500-8523 岐阜市橋本町 3 丁目 23 番地  
朝日大学歯学部附属村上記念病院整形外科  
TEL 058-253-8001  
E-mail atyama@murakami.asahi-u.ac.jp

- 1) 朝日大学歯学部附属村上記念病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Murakami Memorial Hospital, Asahi University
- 2) やまが整形外科  
Yamaga Orthopaedic Clinic
- 3) 名古屋大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya University

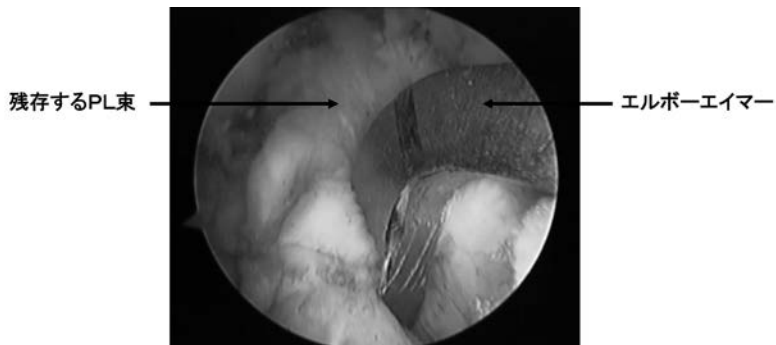


図1A エルボーエイマーをPL束の前方に沿わせて設置したところ

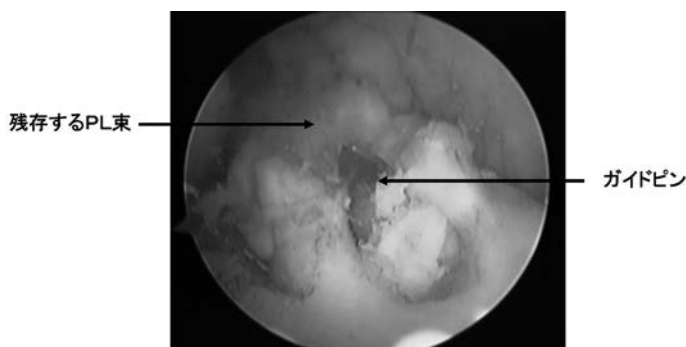


図1B ガイドピンを刺入したところ

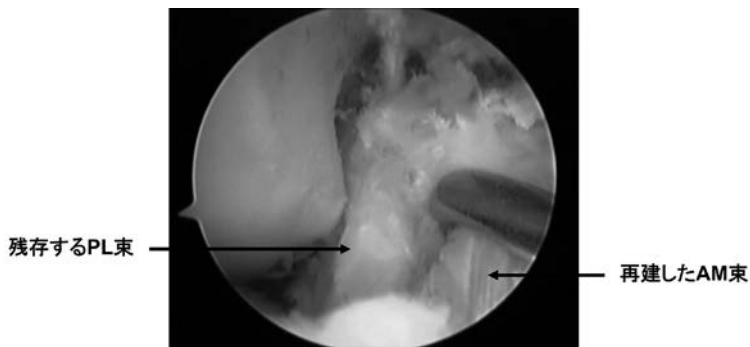


図1C 再建靭帯固定後



図2 3D-CTでの脛骨 AM骨孔の位置

置と比較した。

AM束補強術の適応は中前ら<sup>4)</sup>のレムナント分類 type4とした。

骨孔の作製方法は残存する後外側線維束 (PL束) を損傷しないよう、エルボーエイマー (Smith & Nephew, Boston, MA, USA) をPL束の前方に沿わせて設置してガイドピンを刺入し (図1A, B), 7または8mmの骨孔を作製した。再建靭帯は4重折半腱様筋腱を用いた (図1C, 図2)。

術後1週間で3D-CTを撮影し, Lertwanich<sup>5)</sup>らの方法を用いて, AM骨孔中心位置をパーセント表示した。これは脛骨の前後縁, 内外縁接線を4辺とした長方形を

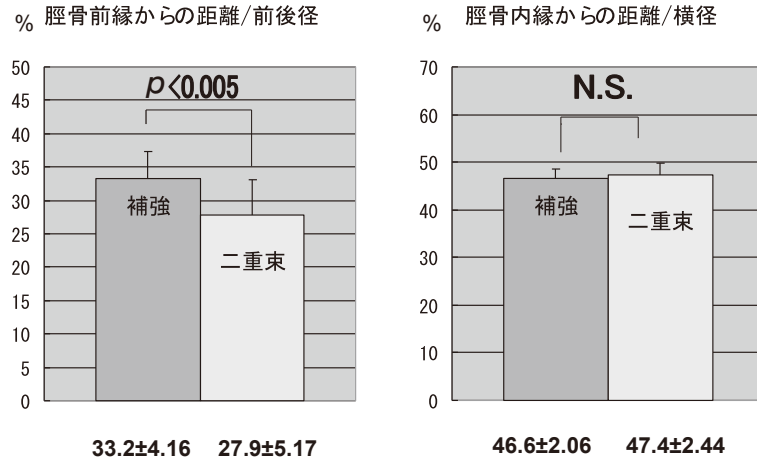


図3 Lertwanich法での脛骨骨孔位置



A:二重束再建群 D:Colombet  
B:Forsythe E:補強術群  
C:Zantop

図4 3D-CTでの骨孔位置の比較

描き、骨孔中心の脛骨前縁からの距離、および脛骨内縁からの距離をそれぞれ脛骨前後径、横径で除し骨孔中心位置をパーセント表示する方法である。また過去の文献によるAM骨孔位置との比較も行った。

統計学的検討にはStudent-t検定を使用し、危険率5%未満を有意差ありとした。

## 結 果

AM骨孔中心はAM束補強術例では脛骨前縁より33.2±4.16%、二重束再建群では脛骨前縁より27.9±5.17%に位置していた。またAM束補強術例では脛骨内縁より46.6±2.06%、二重束再建例では、脛骨内縁より

47.4±2.44%に位置していた(図3)。当院の二重束再建例に比してAM束補強術例のAM骨孔は有意に後方の位置に作製された( $p < 0.005$ )が、内外側の位置に有意差はなかった。AM束補強術群では二重束再建群に比べて標準偏差が小さく、骨孔位置にばらつきが少ない傾向があった。

## 考 察

AM束補強術は関節鏡視でボリュームや緊張性が良好なPL束が残存している場合に適応となる。2年以上のフォローアップでの良好な術後成績の報告がある<sup>3,9)</sup>。

ACL補強術の利点についてレムナントに存在するメカノレセプターが温存され膝の固有感覚にとって有利に作用すること<sup>1)</sup>、レムナントの膝関節制動機能を温存できること<sup>10)</sup>、レムナントに残存する血管から移植腱へ早期に血管新生が生じること<sup>4)</sup>があげられる。

本研究での3D-CTでの骨孔位置を過去の文献と比較すると、Zantopら<sup>6)</sup>の前縁から30%、Colombetら<sup>7)</sup>の前縁から36%、Forsytheら<sup>8)</sup>の前縁から25%、内縁から50.5%という報告と比して、AM束補強術群では前後方向でZantop、Colombetの値に近く、二重束再建群では前後、横方向ともForsytheの値に近い位置にAM骨孔が作製されていた(図4)。

また今回の調査ではAM束補強術群で二重束再建群より骨孔作製位置にばらつきが少ない傾向があった。これはPL束を温存しながら脛骨骨孔を作製する場合、残存PL束は視野の妨げとならず、むしろ骨孔作製時の指標となり、ばらつきが少なくなるためと思われた。

二重束再建群ではAM束補強術群と比べてAM骨孔が有意に前方に作製されていたが、これは当院の二重束

再建の脛骨骨孔はAM, PL骨孔間に2mm程度の骨橋を残すように作製しているためと思われた。また, 二重束再建群でのAM骨孔位置はForsythe以外の文献の解剖学的位置よりやや前方に作製されており, 今後二重束再建術を行なう際には注意を要すると考えた。

## 結 語

PL束が残存しAM束のみを再建するAM束補強術での脛骨側AM骨孔は, これまで報告されたAM束の解剖学的位置とほぼ同等の位置に骨孔が作製されていた。

## 文 献

- 1) Adachi N et al : Anterior cruciate ligament augmentation under arthroscopy. A minimum 2-year follow-up in 40 patients. Arch Orthop Trauma Surg, 120 : 128-133, 2000.
- 2) Siebold R et al : Assesment and augmentation of symptomatic anteromedial or posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament. Arthroscopy, 24 : 1289-1298, 2008.
- 3) Sonnery-Cottet B et al : Selective anteromedial bundle reconstruction in partial ACL tears ; a series of 36 patients with mean 24 months follow up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 18 : 47-51, 2010.
- 4) 中前敦雄ほか : 前十字靭帯損傷に対する補強術. 整形外科, 62 : 881-885, 2011.
- 5) Lertwanich P et al : Anterior cruciate ligament tunnel position measurement reliability on 3-dimensional reconstructed computed tomography. Arthroscopy, 27 : 391-398, 2011.
- 6) Zantop T et al : Tunnel positioning of antero-medial bundles in anatomic anterior cruciate ligament reconstruction : anatomic and radiographic findings. Am J Sports Med, 36 : 65-72, 2008.
- 7) Colombet P et al : Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction : a cadaveric dissection and radiographic study. Arthroscopy, 22 : 984-992, 2006.
- 8) Forsythe B et al : The location of femoral and tibial tunnels in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction analyzed by three-dimensional computed tomography models. J bone Joint Surg Am, 92 : 1418-1426, 2010.
- 9) Ochi M et al : A minimum 2-year follow-up after selective anteromedial or posterolateral bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy, 25 : 117-122, 2009.
- 10) Nakamae A et al : Biomechanical function of anterior cruciate ligament remnants : how long do they contribute to knee stability after injury in patients with complete tears? Arthroscopy, 26 : 1577-1585, 2010.

# 腓骨筋腱脱臼に対する上腓骨筋支帯修復による 手術治療の経験

## Surgical Treatment of Soft Tissue Re-Attachment of the Retinaculum for Peroneal Tendon Dislocation

佐藤 貴博<sup>1)</sup> Takahiro Sato      山村 俊昭<sup>1)</sup> Toshiaki Yamamura  
渡邊 耕太<sup>2)</sup> Kota Watanabe      山下 敏彦<sup>2)</sup> Toshihiko Yamashita

### ● Key words

Peroneal tendon dislocation : Modified Das De procedure : Sports

### ● 要旨

腓骨筋腱脱臼新鮮例・陳旧例に対する軟部組織修復による手術法を施行したので報告する。対象は21例22足(男10足,女12足),平均年齢は20.6(12~45)歳で経過観察期間は平均1年4ヵ月であった。合併損傷は腓骨筋腱の縦断裂1例であった。術式は剥離された腓骨筋支帯を外果に穿けた骨トンネルに縫合し,軟骨縁は支帯に縫合して腓骨筋腱が仮性嚢に陥入するのを防止した。腓骨筋筋腹が外果下縁まで及んでいる場合には2cm程度筋腹を切除した。術後2週間ギプス固定した。スポーツ復帰は新鮮例で6~8週,陳旧例で2~3ヵ月を目安とした。全例可動域制限,再脱臼なく受傷前の活動レベルに回復した。

### はじめに

腓骨筋腱脱臼はスポーツ動作で発生することが多い外傷である。新鮮例として治療されることのほかに,比較的まれな外傷であることから新鮮脱臼時に見逃されたり,脱臼を繰り返したりすることで陳旧化した後に診断される例も経験することがある。治療については,これまでさまざまな手術法の報告がある。本邦においては,以前はDu Vries法<sup>1)</sup>などの骨性制動による術式が主流であったが,腓骨の骨切りに伴う術後の合併症の発生も報告されている。近年,軟部組織による制動を行なうDas De法<sup>2)</sup>が注目され,その変法<sup>3)</sup>の成績についての報

告が散見される。筆者らも新鮮例・陳旧例ともに軟部組織制動術式を用いて治療を行っており,その方法と成績について報告する。

### 対 象

平成16~24年の期間に当院で腓骨筋腱脱臼に対し手術を施行し,スポーツ復帰までフォローできた21例22足(男10例10足,女11例12足)を対象とした。対象の平均年齢は20.6(12~45)歳で術後経過観察期間は平均1年4ヵ月(1.5ヵ月~5年1ヵ月)であった。合併した損傷は腓骨筋腱の縦断裂が1例であった。他医で行なった手術後の経過が不良のため再手術を行なった症例が1例あ

佐藤貴博  
〒060-0001 札幌市中央区北一条西2丁目1番  
時計台ビル1F  
札幌スポーツクリニック  
TEL 011-281-8755

1) 札幌スポーツクリニック  
Sapporo Sports Clinic  
2) 札幌医科大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University School of  
Medicine

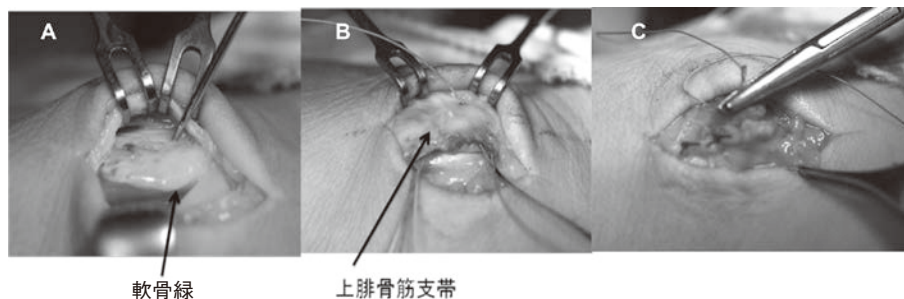


図1 術式1  
 左外果部を後外側から見たところ。  
 A. 上腓骨筋支帯を翻転し仮性嚢の存在している外果外側骨面を露出したところ。  
 B. 腓骨に穴を開けそこに剥がれた上腓骨筋支帯を縫着した。  
 C. 軟骨縁を支帯とらせん状に縫合した。

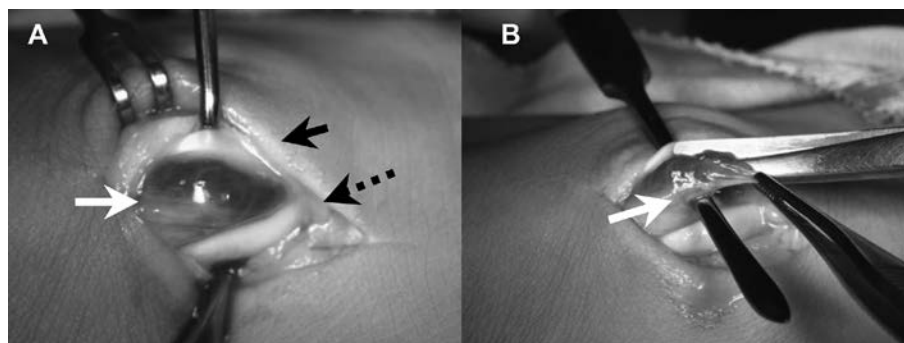


図2 術式2  
 外果下縁での短腓骨筋筋腹を同定した。  
 短腓骨筋筋腹を一部切除した(必要時)。  
 白矢印：短腓骨筋筋腹，黒矢印：短腓骨筋腱，点線矢印：長腓骨筋腱

った。受傷原因はバスケットボールが6例，スキーが4例，サッカーが3例，バレーボール，日常生活動作がおのおの2例，陸上(短距離)，新体操，テニス，スタントアクションがおのおの1例であった。

### 手術手技，後療法

外果後方1.5cmに長さ約4cmの縦皮膚切開から開始し，上腓骨筋支帯を外果後縁1.5cmで縦切開した。剝離された支帯を翻転し仮性嚢の存在している外果外側骨面を露出させ，直径1.5mmのK-wireで4~6個の骨孔を穿けた。骨孔間を小さな金属フックを用いてU字の骨孔トンネルを形成し開通させた。仮性嚢を形成している範囲の外果骨皮質をドリルで新鮮化した後，骨トンネルに1~2本のタイクロン糸を通し，支帯と外果とを縫合した(図1A, B)。さらに外果後縁から下縁にかけて存

在する軟骨縁(fibrocartilaginous ridge)を支帯とらせん状に縫合して腓骨筋腱が陥入するのを防止した(図1C)。腓骨筋腱に縦断裂があれば縫合修復した。腓骨筋筋腹が外果下縁まで及んでいる症例には，脱臼の誘発を防ぐ目的で2cm程度筋腹を切除した(図2)。腱の整復後に切開した部分の支帯を縫合した(図3)。術後は2週間ギプス固定して術翌日からの歩行を許可した。スポーツ開始の時期は患部の腫れ・可動域などの診察所見，筋力・踏み込み動作などのリハビリ評価の両方で十分運動開始できる機能が回復していれば徐々にスポーツ開始とした。目安は新鮮例では6~8週，陈旧例では2~3ヵ月とした。

### 結 果

全例で足関節可動域制限や再脱臼なく，受傷前の活

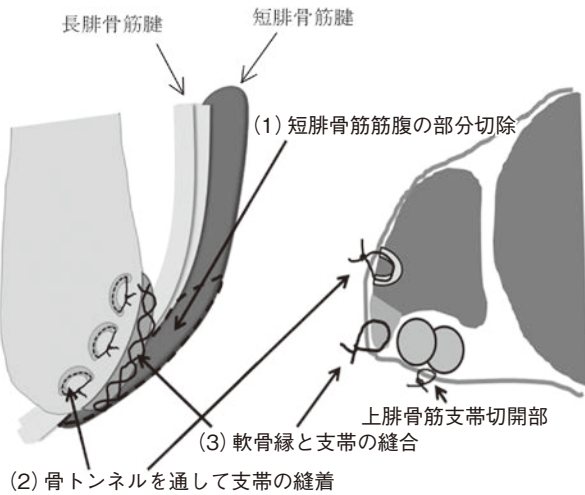


図3 本術式のシェーマ

動レベルに回復した。1例(5%)に運動時痛を認めた(再手術例)。The American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) scoreは平均99(90~100)点であった。スポーツ開始を許可した時期は術後平均2.5(1~6)ヵ月であった。手術の際に腓骨筋筋腹が外果下縁まで及んでいたためその一部を切除したのは9例(41%)であった。また、腓骨筋腱の縦断裂部の切除を行なったのは1例であった。

症例を呈示する。22歳男性。バスケットボールにて左足関節を捻り受傷した。受傷から5日目で手術を施行した。仮性囊の縫着と上腓骨筋支帯の軟骨縁への縫合を行なった。術後は2週間ギプス固定、2ヵ月でスポーツ開始を許可した。2年6ヵ月経過しても症状はなく、AOFAS scoreは100点である。

## 考 察

腓骨筋腱脱臼は1803年にバレエダンサーの受傷例がMonteggia<sup>4)</sup>によって初めて報告された。腓骨筋腱脱臼に対する観血的治療法はさまざまな方法が報告されているが、海外の文献では以下の5種類に分類している<sup>5,6)</sup>。Du Vries法に代表される骨性制動術、Das De変法に代表される解剖学的上腓骨支帯修復術、腱溝掘削術、アキレス腱を使ったJones法に代表される軟部組織による上腓骨支帯再建術、踵腓靭帯による腓骨筋腱移行術である。

Das De変法は筆者らが行なっている上腓骨支帯修復術と類似した方法であり、Das Deら<sup>2)</sup>が報告して以来、その臨床成績が諸家により報告されている。Saxenaら<sup>7)</sup>は、31例31足で4例(12.9%)に合併症を認め、AOFAS scoreは97点であったことを報告した。高村ら<sup>8)</sup>による

と、術後1年11ヵ月の経過で14例14足中2例(14.3%)に運動時痛があり、AOFAS scoreは99点であった。Adachiら<sup>9)</sup>は、術後3.2年の経過で18例18足中15例(83%)がスポーツに復帰し、AOFAS scoreは92.6点であったことを報告した。白澤ら<sup>10)</sup>は、術後4年9ヵ月の経過で17例17足中2例(11.8%)に再脱臼があったと報告している。いずれの報告も術後成績は比較的良好であるが、合併症や再脱臼例が散見されている。今回経験した症例では、術後に1例で軽度の運動時痛を認めたのみで再脱臼例はなかった。仮性囊閉鎖の際に、支帯は腓骨に加え軟骨縁とも強固に縫合するなどの術式の工夫が良好な成績につながったと思われる。

一方、広く行なわれてきた骨性制動術に関しては、Tomiharaら<sup>11)</sup>がDu Vries法とDas De変法との比較試験の結果を報告した。Du Vries法が15例15足で術後平均5年の経過で再脱臼2例(13.3%)、Ankle-Hindfoot Scaleが89.4点であり、Das De変法19例19足では術後平均4年の経過で再脱臼0例、Ankle-Hindfoot Scaleは93.4点であり、軟部組織による修復術の有効性を示した。

腱溝掘削術に関しては、Raikin<sup>12)</sup>が14例14足で免荷期間が術後6週間、スポーツ復帰が術後3ヵ月、Ogawaraら<sup>13)</sup>は15例15足で安静期間が6週間とともに良好な成績を報告している。しかし術後の安静期間が比較的長く、骨を掘削するという点において術式はやや煩雑である。また、腱溝が平坦もしくは凸になっている確率は解剖標本で18~30%<sup>14~16)</sup>と報告されているが、それに比べ腓骨筋腱脱臼の発生率が低いことを考えると、腱溝が浅いことが必ずしも腱の脱臼を引き起こすものではないことを意味している。以上から、腱溝掘削術は腓骨筋腱脱臼の第一選択の術式とはなりにくいと考えられる。

上腓骨支帯再建術に関しては、Thomasら<sup>17)</sup>はアキレス腱を用いて再建し、31例31足で6足に痛みが残存したと報告している。短腓骨筋、足底筋膜、第4腓骨筋などを用いての再建術は報告が古く、最近の報告はない。上腓骨支帯再建術は健常組織を犠牲にするため、腓骨筋腱脱臼を制動する元来の組織が破たんし利用不能である場合に行なわれる術式と考えられる。

腓骨筋腱移行術に関しては、Martensら<sup>18)</sup>が9例11足でスポーツ復帰が術後15週、Steinbockら<sup>19)</sup>は12例13足で良好な成績を報告している。しかし、ともに術後6週間ギプス固定を行なっており、術後の固定安静期間が長期間であった。

5種類の術式の中で健常組織の犠牲の少ない本法はより解剖学的な修復であり、手技も簡便である。さらに、腓骨筋腹が低位まで存在すると潜在的な脱臼素因となると考えられることから、そのような症例には筋腹切除を

行なった。本法は軟部組織制動術である Das De 変法に類似した方法と考えられる。Das De 法原法は術後外固定6週間、スポーツ復帰は6ヵ月、とかなりの時間を要している。一方、のちに報告された Das De 変法では、3週間の固定とスポーツ復帰を3ヵ月としているものが多い。術後に6週間ギプスで固定した場合には、不動による可動域制限や筋力低下が影響し、スポーツ復帰までに長期間を要することになる。本法では術後2週とギプス固定期間を短くしているのは、Das De 変法よりも仮性囊閉鎖と上腓骨筋支帯の軟骨縁への縫合を強固に施行しているため、筋力が回復すれば再脱臼の危険性が少ないと考えているからである。また、腓骨筋筋腹を切除することで腱と腱溝とのポリウレームのアンバランスによる脱臼誘発も改善している。ギプス固定中の筋力トレーニングと除去後のさらなる可動域訓練を含めたりハビリテーションを行ない、スポーツ開始は足関節の機能が十分になった時点で許可した。目安は新鮮例では6~8週、陳旧例では2~3ヵ月とした。

短期間の経過観察期間ではあるが全例でスポーツに復帰し再脱臼も起こっておらず、本法は腓骨筋腱脱臼の第一選択として考慮してよい術式であると考えられた。

## 結 語

新鮮例・陳旧例を合わせた腓骨筋腱脱臼21例22足(平均年齢20.6歳)に軟部組織制動手術を行なった。手術では、強固な仮性囊閉鎖と上腓骨筋支帯の軟骨縁への縫着に加え、症例によっては腓骨筋部分切除を行なった。経過観察期間は平均1年4ヵ月で全例可動域制限や再脱臼はなく、受傷前の活動レベルに復帰し満足のいく結果を得た。

## 文 献

- 1) DuVries HL et al : Surgery of the Foot. 4th ed. Mosby Co, St. Louis : 1978.
- 2) Das De S et al : A repair operation for recurrent dislocation of peroneal tendons. J Bone Joint Surg Br, 67 : 585-587, 1985.
- 3) Hui JH et al : The Singapore operation for recurrent dislocation of peroneal tendons : long-term results. J Bone Joint Surg Br, 80 : 325-327, 1998.
- 4) Monteggia GB et al : Istituzioni chirurgiche Part III. Milan : 336-341, 1803.

- 5) Oliva F et al : Peroneal tendons subluxation. Sports Med Arthrosc Rev, 17 : 105-111, 2009.
- 6) Wang CC et al : A new peroneal tendon rerouting method to treat recurrent dislocation of peroneal tendons. Am J Sports Med, 37 : 552-557, 2009.
- 7) Saxena A et al : Peroneal subluxation : surgical results in 31 athletic patients. J Foot Ankle Surg, 49 : 238-241, 2010.
- 8) 高村昌樹ほか : 腓骨筋腱脱臼に対する上腓骨筋支帯の解剖学的修復術. 臨整外, 43 : 713-718, 2008.
- 9) Adachi N et al : Superior retinaculoplasty for recurrent dislocation of peroneal tendons. Foot Ankle Int, 27 : 1074-1078, 2006.
- 10) 白澤進一ほか : 腓骨筋腱脱臼に対する解剖学的修復術. 第4回臨床解剖研究会記録, 1 : 62-63, 2000.
- 11) Tomihara T et al : Comparison of modified Das De procedure with Du Vries procedure for traumatic peroneal tendon dislocation. Arch Orthop Trauma Surg, 130 : 1059-1063, 2010.
- 12) Raikin SM : Intratheath subluxation of the peroneal tendons. Surgical technique. J Bone Joint Surg Am, 91 : 146-155, 2009.
- 13) Ogawa BK et al : Peroneal tendon subluxation repair with an indirect fibular groove. Foot Ankle Int, 28 : 1194-1197, 2007.
- 14) Edwards ME : The relation of the peroneal tendons to the fibula, calcaneus and cuboideum. Am J Anat, 42 : 213-253, 1928.
- 15) Pöll RG et al : The treatment of recurrent dislocation of the peroneal tendons. J Bone Joint Surg Br, 66 : 98-100, 1984.
- 16) Mabit C et al : The retromalleolar groove of the fibula : a radio-anatomical study. Foot Ankle Surg, 5 : 179-186, 1999.
- 17) Thomas JL et al : A modification of the Ellis Jones procedure for chronic peroneal subluxation. J Foot Surg, 31 : 454-458, 1992.
- 18) Martens MA et al : Recurrent dislocation of the peroneal tendons. Results of rerouting the tendons under the calcaneofibular ligament. Am J Sports Med, 14 : 148-150, 1986.
- 19) Steinbock G et al : Treatment of peroneal tendon dislocation by transposition under the calcaneofibular ligament. Foot Ankle Int, 15 : 107-111, 1994.



# 荷重による足部アーチの変化が足部スポーツ障害の発生に与える影響： 大学サッカーチームの8年間の前向き研究

Change of the Foot Arch by Weight Bearing Affects Foot Sports Injuries :  
A 8-Year Prospective Study in Male College Soccer Players

藤高 紘平 <sup>1)</sup>	Kohei Fujitaka	橋本 雅至 <sup>2)</sup>	Masashi Hashimoto
大槻 伸吾 <sup>3)</sup>	Shingo Otuki	大久保 衛 <sup>4)</sup>	Mamoru Okubo
熊井 司 <sup>5)</sup>	Tsukasa Kumai	田中 康仁 <sup>6)</sup>	Yasuhito Tanaka

## ● Key words

足部アーチ, 足部スポーツ障害, 前向き研究

## ●要旨

目的：大学サッカー選手における，荷重の有無による足部アーチの変化と足部スポーツ障害発生との関連を検討することを目的とした。

方法：調査期間は2005～2012年の8年間とし，対象は調査期間中に在籍した大学サッカー選手108名とした。アーチ高率を座位と自然立位にて測定し，立位アーチ高率，座位アーチ高率，アーチ高率変化を足部スポーツ障害発生選手と非発生選手とで比較した。

結果：スポーツ障害発生選手は非発生選手よりも立位アーチ高率が有意に低く，アーチ高率変化が有意に大きかった。

考察：荷重の有無で足部アーチを測定し，足部アーチの変化を評価することはメディカルチェックに有効と考えられた。

## はじめに

サッカー競技は下肢を中心に，ボールキック，タックル，ダッシュ，ジャンプなどの瞬発的な運動と，歩行

やランニングなどさまざまな運動様式を強いるスポーツであるため，下肢のスポーツ傷害（外傷およびスポーツ障害）の発生頻度は高いと報告されている<sup>1-3)</sup>。先行研究におけるプロサッカーチーム<sup>3)</sup>や発育期のサッカー選手<sup>4)</sup>に対する傷害発生調査や身体的要因の検討はスポー

藤高紘平  
〒581-0013 八尾市山本町南1-3-4  
貴島病院本院附属クリニック  
TEL 072-999-9914

- 1) 貴島病院本院附属クリニック  
Kishima Hon-in clinic
- 2) 大阪河崎リハビリテーション大学  
Osaka Kawasaki Rehabilitation University
- 3) 大阪産業大学人間環境学部スポーツ健康学科  
Osaka Sangyo University
- 4) (医) 貴島会 貴島病院本院  
Kishima Hon-in Hospital
- 5) 奈良県立医科大学スポーツ医学講座  
Department of Sports Medicine, Nara Medical University
- 6) 奈良県立医科大学整形外科科学教室  
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

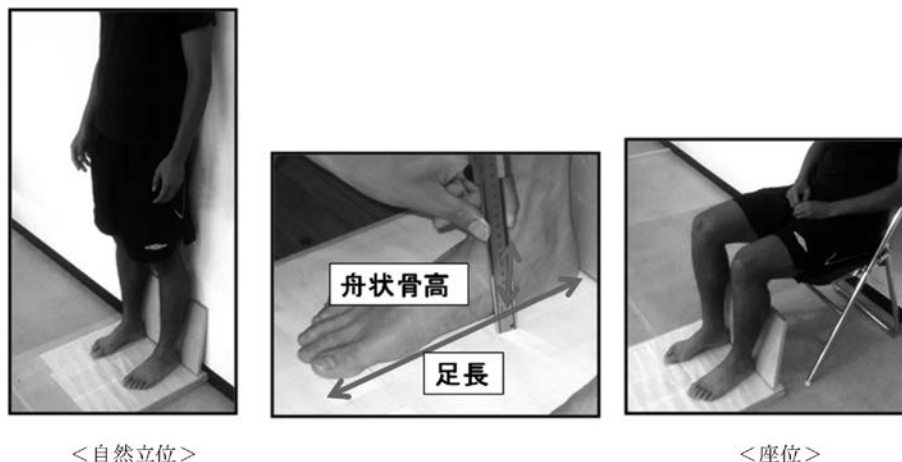


図1 アーチ高率測定

ツ傷害発生の予防につながる。

スポーツ障害は overuse を基盤に、柔軟性やアライメントなどの選手の身体的要因、季節、サーフェイス、靴などの環境的要因、運動方法、競技種目などのトレーニング要因によって発生するという報告が散見される<sup>5,6)</sup>。その中で、足部スポーツ障害の発生は足部アーチとの関連性も認められており<sup>7)</sup>、足部アーチ低下による衝撃吸収能の低下や、運動連鎖による他関節への影響が生じると報告されている<sup>8)</sup>。

足部アーチは荷重による衝撃<sup>9)</sup>や重心移動<sup>10)</sup>により変化すると報告されている。そのため、足部アーチを静的環境下で評価したものと足部スポーツ障害発生との関連を検討するだけではなく、足部アーチの荷重による変化とスポーツ障害発生との関連を検討することも重要なことであると考えられる。

そこで本研究の目的は、大学サッカー選手における、荷重の有無による足部アーチの変化と足部スポーツ障害発生との関連を検討することとした。

## 対象と方法

### 1. 対象

2005年4月～2013年3月の間に、大学サッカーチームに4年間在籍した(途中退部選手は除く)、男子サッカー選手108名(入学時の平均身長 $175.8 \pm 7.2$ cm, 平均体重 $67.4 \pm 6.5$ kg)を対象とした。本研究を行なうに際し、ヘルシンキ宣言に則りチームにおけるスタッフ・選手に説明し同意を得た。

### 2. 研究デザイン

対象に対して、入学時にアーチ高率を測定し、在籍

期間中(4年間)、足部スポーツ障害の発生を調査した。足部スポーツ障害を発生した選手と、発生しなかった選手(以下、非発生選手)とでアーチ高率の比較を行なった。また、足部スポーツ障害を発生した選手と非発生選手とで足部外傷の既往、足部スポーツ障害の既往の比較を行なった。

### 3. 足部スポーツ障害発生の調査

サッカー活動中に発生した足部スポーツ障害を調査した。調査中にスポーツ障害を発生した選手は、全例われわれが関わる指定の医療機関を受診した。本研究における足部スポーツ障害の定義は2日以上チーム練習に復帰できなかった、あるいは1試合以上試合を欠場する結果となったものとした。保存的治療にて競技復帰したものとし、骨折や靭帯損傷・打撲などの急性外傷は除外した。

### 4. アーチ高率の測定(図1)

入学時にメディカルチェックとしてアーチ高率を測定した。アーチ高率測定は、座位と自然立位の2通りの肢位にて測定した。座位の肢位は椅子座位とし、膝関節 $90^\circ$ 屈曲位、足関節底背屈中間位で足底を静かに接地させた。それぞれの肢位にて、足長、舟状骨高を測定し、舟状骨高を足長で除してアーチ高率(%)を算出した(大久保ら)<sup>11)</sup>。座位時のアーチ高率(以下、座位アーチ高率)と自然立位時のアーチ高率(以下、立位アーチ高率)を算出して、座位アーチ高率から立位アーチ高率を引いて、アーチ高率変化(%)を算出した。

### 5. 足部外傷既往、足部スポーツ障害既往の調査

入学時に、足部外傷既往と足部スポーツ障害既往のアンケート調査を行なった。足部外傷既往と足部スポー

表1 足部スポーツ障害発生選手と非発生選手におけるアーチ高率の比較

	足部スポーツ障害発生選手		非発生選手	
	発生足群 (n=29)	非発生足群 (n=27)	利き足群 (n=80)	非利き足群 (n=80)
立位アーチ高率 (%)	17.5±1.5***	17.9±1.6	18.6±1.7	18.4±1.7
座位アーチ高率 (%)	19.1±2.0	19.0±2.0	19.7±1.7	19.6±1.3
アーチ高率変化 (%)	1.6±0.8***	1.1±0.8	1.1±0.7	1.1±1.0

\*: 発生足群と非利き足群の比較,  $p < 0.05$  by Unpaired t-test  
 \*\*: 発生足群と利き足群の比較,  $p < 0.01$  by Unpaired t-test  
 \*\*\*: 発生足群と非発生足群の比較,  $p < 0.05$  by Unpaired t-test

つ障害既往は、サッカー活動中に発生したものとし、2日以上チーム練習に復帰できなかった、あるいは1試合以上試合を欠場する結果となったものとした。

## 6. 検討方法

足部スポーツ障害発生選手と非発生選手とで、立位アーチ高率、座位アーチ高率、アーチ高率変化の比較を行なった。比較を行なう際の群分けとして、足部スポーツ障害を発生した選手の発生側のアーチ高率を発生足群とし、足部スポーツ障害を発生した選手の非発生側のアーチ高率を非発生足群とした。また、選手自身がサッカー競技中に好んでボールをキックする側の足を利き足として、非発生選手の利き足側のアーチ高率を利き足群、非利き足側のアーチ高率を非利き足群とした。さらに、各群間で足部外傷既往や足部スポーツ障害既往の有無を比較した。

## 7. 統計学的分析

統計学的分析として、各群間でのアーチ高率の比較には対応のないt検定、足部外傷既往や足部スポーツ障害既往の有無の比較には $\chi^2$ 検定を行なった。統計解析にはSPSS Ver.11.0 (SPSS Japan Inc.社)を用いて行ない、有意水準を5%未満とした。

# 結 果

### 1. 対象群の抽出結果

足部スポーツ障害を発生した選手は28名、障害件数は30件(足底腱膜炎14件、扁平足障害8件、後脛骨筋腱炎4件、腓骨筋腱炎2件、有痛性外脛骨障害2件)であった。足部スポーツ障害を発生した選手28名の内、発生足群は29足で非発生足群は27足であった。また、

表2 足部スポーツ障害発生選手と非発生選手における足部外傷既往、足部スポーツ障害既往の比較

	足部スポーツ障害発生選手		非発生選手	
	発生足群 (n=29)	非発生足群 (n=27)	利き足群 (n=80)	非利き足群 (n=80)
足部外傷既往	2	3	9	6
足部スポーツ障害既往	3	1	4	6
既往なし	24	23	67	68

発生足群において、利き足側が23足、非利き足側が6足であった。

### 2. 発生足群と利き足群および非利き足群におけるアーチ高率の比較(表1)

発生足群は非利き足群よりも、立位アーチ高率が有意に低く(受傷足群17.5±1.5(%), 非利き足群18.4±1.7(%),  $p < 0.05$ ), アーチ高率変化が有意に大きかった(発生足群1.6±0.8(%), 非利き足群1.1±1.0(%),  $p < 0.05$ ). また、発生足群は利き足群よりも、立位アーチ高率が有意に低く(発生足群17.5±1.5(%), 利き足群18.6±1.7(%),  $p < 0.01$ ), アーチ高率変化が有意に大きかった(発生足群1.6±0.8(%), 利き足群1.1±0.7(%),  $p < 0.01$ ). 座位アーチ高率の比較において、発生足群と非利き足群および利き足群とで有意な差は認められなかった。

### 3. 発生足群と非発生足群、利き足群と非利き足群におけるアーチ高率の比較(表1)

発生足群のアーチ高率変化が非発生足群よりも有意に大きかった(発生足群1.6±0.8(%), 非発生足群1.1±0.8(%),  $p < 0.05$ ). 利き足群と非利き足群の比較において、統計学的に有意な差は認められなかった。

### 4. 発生足群と非発生足群、発生足群と非発生選手における足部外傷既往と足部スポーツ障害既往の比較(表2)

発生足群において、足部外傷既往ありは2足、足部スポーツ障害既往ありは3足、既往がなしは24足であった。発生足群と非発生足群、発生足群と非発生選手における、足部外傷既往と足部スポーツ障害既往の比較において、統計学的に有意な差は認められなかった。

## 考 察

足部スポーツ障害を発生した選手は非発生選手より

も立位アーチ高率が有意に低く、アーチ高率変化が有意に大きかった。

足部スポーツ障害の発生については、足部アーチ機能低下、足部内在筋/外在筋の筋力低下、オーバーユース、サーフェイス、シューズなどが要因として考えられる。とくにサッカー競技については、特殊なスパイクシューズを使用するため、足底と接地面が衝突する外力<sup>12)</sup>が発生し、症状の悪化をまねきやすい<sup>13)</sup>と報告されている。

調査中に発生した足部スポーツ障害の中で、発生割合が高かった足底腱膜炎の病態としては、足底腱膜に過度な牽引ストレスがかかることにより発症し<sup>14)</sup>、足底腱膜付着部一部繊維の断裂と修復の繰り返しなどにより生じると報告されている<sup>15)</sup>。また、扁平足障害は、不良アライメントとしての足部アーチの低下、場合により著しい足部アーチの低下は認められなくとも足部アーチ構造の機能不全がもたらす諸症状であるとされている<sup>16)</sup>。

足部アーチに荷重負荷が加わった際の変化としては、荷重負荷が脛骨から距骨へ及ぶと、距骨下関節で距骨が踵骨上を滑り落ち、相対的に踵骨が外反し前方に押し下げられる。踵骨外反に伴い、足部は回内・外転し、結果として足部アーチが低下する<sup>17)</sup>。足部アーチの構造としては骨構造、靭帯組織、筋組織(後脛骨筋、長短腓骨筋、長母趾屈筋、長趾屈筋、母趾内転筋などの足底筋群)、腱組織で構成されている<sup>18)</sup>。足部アーチは三角形とみなすことができ、上辺の2辺は、足根骨とそれらを結ぶ関節と強力な靭帯から作られる。足部アーチの2つの上辺が骨性構造で伸縮できない構造であるのに対して、底辺は腱あるいは腱膜といった伸縮性に富む軟部組織である。そのため、足部アーチの機能的変化や形態的变化が生じることによって、足部アーチの低下をもたらす<sup>12)</sup>。

足部スポーツ障害を発生した選手の立位アーチ高率が低かったことから、足部アーチの機能低下や形態的变化を有していると考えられる。サッカー競技を長年継続して行なうことで、足部アーチを低下させる力が大きく反復して加わることによって、足部アーチの機能低下や形態的变化が生じたのではないかと考えられる。足部アーチの機能的変化や形態的变化を有していることで、スポーツ活動により反復して足部アーチを低下させる大きな力が加わる際に、足底腱膜や足部アーチを保持する筋や軟部組織などに、慢性的に緊張が加わり、炎症症状が生じるのではないかと考えられる。

足部スポーツ障害を発生した選手のアーチ高率変化が非発生選手よりも大きかったことから、足部スポーツ障害を発生した選手は、足部アーチ保持に関与する筋の筋力低下や関節構造の弛緩性増大<sup>19)</sup>を有している可能性

があると考えられる。この関節構造の弛緩性増大においても、サッカー競技を長年継続して行なうことで、足部アーチを低下させる力が大きく反復して加わることによって変化が生じたのではないかと考えられる。足部アーチ保持に関与する筋の筋力低下は足底の筋群に加え、足部アーチを保持する筋である後脛骨筋、長腓骨筋、長母趾屈筋や足趾の屈筋群なども関与している。荷重量の有無により、アーチ高率変化が大きいということは、足部の柔軟性が高い<sup>19)</sup>と考えられる。足部の柔軟性が高いことで、足部アーチ保持に関与する関節構造の軟部組織や、筋組織の伸張ストレスが増大することになり、足部スポーツ障害の発生に寄与したと考えられる。また、足部の柔軟性が高く足部内側縦アーチが低下するような足部は、足底面の外側にて体重を支持するため筋力発揮により足部内側縦アーチを高め、足部を回外し体重を外側へ誘導する。この際、後脛骨筋や長母趾屈筋、長腓骨筋などの過活動が引き起こされる<sup>19)</sup>。こうした筋組織の過活動が後脛骨筋腱炎や腓骨筋腱炎といった足部スポーツ障害発生に寄与した可能性も考えられる。

スポーツ障害を発生した選手と非発生選手との比較において、座位アーチ高率においては差が認められなかった。座位という肢位でのアーチ高率の測定は、荷重負荷が立位時よりも加わらないため、足部アーチの機能的変化が生じにくくなる。そのため、足部スポーツ障害発生選手と非発生選手を比較したとしても、足部アーチの変化の差が生じにくいと考えられる。よって、足部スポーツ障害を予防することを目的に、メディカルチェックとしてアーチ高率を測定する場合は、立位等の荷重位で行ない、足部アーチの機能的変化に対する評価と構造的変化に対する評価を比較して検討することが望ましいと考えられた。

発生足群のアーチ高率変化は非発生足群よりも有意に大きかった。発生足群は非利き足側が多く、足部アーチ保持に関与する筋の筋力や関節構造の弛緩性<sup>19)</sup>の個体内における差も、足部スポーツ障害発生を予測する指標の1つになるのではないかと考えられる。

足部外傷や足部スポーツ障害の既往は足部スポーツ障害の発生に影響を与えるのではないかと考えられたが、既往の有無において差は認められなかった。足部外傷や足部スポーツ障害の既往を有している選手の中には、予防のセルフコンディショニングを行なっている選手が認められ、本研究の結果に影響を与えたのではないかと考えられた。足部外傷や足部スポーツ障害既往との関連を検討していくには、より長期的で対象を増やした調査が必要になってくると考えられた。

先行研究において、足部アーチ高を静的環境下で測

定してスポーツ障害との関連を検討した報告<sup>7,8)</sup>や, Navicular drop testと足部以外のスポーツ障害との関連を検討した報告<sup>20)</sup>はいくつか認められる。しかし, 本研究のような荷重の有無による足部アーチの変化と足部スポーツ障害との関連を検討した報告は少ない。

以上のことから, 足部アーチを座位や立位といった荷重の有無で測定し, 足部アーチの変化を評価することはメディカルチェックに有効であると考えられた。

本研究の限界としては, 対象が少なく, 足部におけるさまざまな疾患を足部スポーツ障害としてひとくくりに行っていることである。本研究でのスポーツ障害は, 2日以上チーム練習に復帰できなかった, あるいは1試合以上試合を欠場する結果となったものと定義した。この定義設定は, スポーツ障害発生に対して選手自身の主観的要素の影響を少なくし, より明確な基準で傷害統計を行なうために設けた。その結果, スポーツ障害発生に対して選手の主観的要素の影響は少なくなったと考えられるが, 足部スポーツ障害発生数が少なくなった。したがって, 足部スポーツ障害発生と足部アーチとの関連を検討していくには, より長期的で対象を増やした調査が必要になってくると考えられた。

## 結 語

- 1) 大学サッカー選手において, 荷重の有無による足部アーチの変化と足部スポーツ障害発生との関連を検討した。
- 2) 足部スポーツ障害を発生した選手と非発生選手とで, 立位アーチ高率, 座位アーチ高率, アーチ高率変化の比較を行なった。
- 3) 足部スポーツ障害を発生した選手の立位アーチ高率が非発生選手よりも有意に低く, アーチ高率変化が有意に大きかった。
- 4) 足部アーチを座位や立位といった荷重の有無で測定し, 足部アーチの変化を評価することはメディカルチェックに有効であると考えられた。

## 文 献

- 1) Agel J et al : Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries : National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2002-2003. J Athl Train, 42 : 270-277, 2007.
- 2) Yard EE et al : The epidemiology of United States High School Soccer Injuries, 2005-2007. Am J Sports Med, 36 : 1930-1937, 2008.
- 3) 関 純ほか : 外傷・障害の発生頻度—トップレベル (J). 選手と指導者のためのサッカー医学. 財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会, 金原出版, 東京 : 109-119, 2005.
- 4) 藤井康成ほか : 第二次成長期サッカー選手におけるメディカルチェック結果の検討. 臨スポーツ医, 20 : 703-709, 2003.
- 5) Bahr R et al : Understanding injury mechanisms : a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med, 39 : 324-329, 2005.
- 6) 小川宗宏ほか : 足関節と足部のスポーツ障害とメディカルチェックのポイント. 整・災外, 53 : 1609-1613, 2010.
- 7) 藤高紘平ほか : 大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害の関係. 関西臨スポーツ医研会誌, 17 : 17-19, 2007.
- 8) 鳥居 俊 : 足底腱膜炎発症時の足部縦アーチの検討. 整スポ会誌, 29 : 1-4, 2009.
- 9) 鈴木良平 : 歩行と足. 整形外科, 39 : 257-262, 1988.
- 10) 鈴木良平 : 足のバイオメカニクスと歩行解析. 日整会誌, 61 : 75-86, 1987.
- 11) 大久保衛ほか : メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討. 臨スポーツ医, 6 : 336-339, 1989.
- 12) 草木雄二ほか : 足底筋膜炎に対する的確・迅速な臨床推論のポイント. 理学療法, 28 : 265-270, 2011.
- 13) 杉本和也 : 靴と足の障害—スパイクシューズと足の障害—サッカー, ラグビー, 野球—. 関節外科, 31 : 52-57, 2012.
- 14) 草木雄二ほか : 痛み—有痛性疾患の理学療法プログラム—足底筋膜炎. 理学療法, 23 : 390-395, 2006.
- 15) 矢部裕一郎 : 特集 靴と足の障害—靴と中・後足部の障害—. 関節外科, 31 : 44-51, 2012.
- 16) 島津 晃ほか : 扁平足障害の診断と治療. 関節外科, 6 : 47-51, 1987.
- 17) R.Cailliet : 足と足関節の痛み. 原著第3版, 医歯薬出版, 東京 : 203-210, 2004.
- 18) 梅木義臣 : 足内側アーチの静力学的研究. 日整会誌, 65 : 891-901, 1991.
- 19) 橋本雅至ほか : モータースキルと理学療法—足部からみた身体運動の制御—. 理療科, 16 : 123-128, 2001.
- 20) Moen MH et al : Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. Scand J Med Sci Sports, 22 : 34-39, 2012.

# 腰椎疲労骨折の治療と復帰 —治療開始3ヵ月が重要—

## Treatment and Return to Sports Activity of Stress Fracture of Lumbar Spine — Importance of First Three Month —

大場 俊二 Shunji Oba

### ● Key words

疲労骨折, 脊椎分離症, 治療

Stress fracture : Spondylolysis : Treatment

### ●要旨

MRI所見の改善によって早期スポーツ復帰を判断した腰椎疲労骨折83症例について初診時CT所見と約3ヵ月後のCT所見の変化を観察した。

その結果, 最も症例の多い中学生において, 初期例であれば32例中31例が平均約50日で復帰し, そのすべてが経過良好であった。進行期では17例中10例が3ヵ月以内に復帰し, うち9例が経過良好で平均約40日であったが, 7例はMRI所見が改善せず治療期間が遷延した。

中学生, 高校生の場合, とくにCT分類初期例であれば3ヵ月間運動中止とコルセット装着の必要はなく, MRIによる経過観察でより早期のスポーツ復帰が可能である。

また進行度の把握, 骨癒合の状態を詳細に観察するために矢状断像による新しいCT分類を提唱した。

### はじめに

成長期スポーツ選手の腰痛には関節突起間部の疲労骨折が多いことが近年認識され, X線上, とくに異常がみられなくても臨床所見で疑わしい場合には, MRIを撮ることによって早期診断が可能であり, その重要性が報告されている<sup>1-3)</sup>。

筆者は2003年, 第29回日本整形外科スポーツ医学会にてCTとMRI所見の関連と変化を発表し, CT所見により骨癒合傾向がまだ認められなくても, MRI所見の改善により早期復帰を行なっても分離症の完成を防止で

きる可能性を示した<sup>4)</sup>。

以後, MRIによる経過観察により治療期間の短縮, スポーツへの早期復帰をめざした治療を行なっている<sup>5)</sup>。スポーツ整形外科医としては, 分離への進行を防止するとともに早期スポーツ復帰をめざすことが必要と考えている。

今回, 初診時と3ヵ月後のCT所見を比較, その変化を観察し, 安静固定期間と早期復帰の影響を調べることを目的とし, 若干の知見を得たので報告する。

大場俊二  
〒870-0165 大分市明野北1-1-11  
医療法人大場整形外科  
TEL 097-556-1311

医療法人大場整形外科  
Oba Orthopaedics

## 対象と方法

2010, 2011年度の2年間にスポーツ活動が原因と考えられる腰痛を主訴に当院を受診した成長期(18歳以下)の患者は937例で、臨床所見, 単純X線, MRI検査により231例を急性期の腰椎疲労骨折およびその前段階と判断した(表1)。腰痛を訴えて整形外科を受診したスポーツ青少年の4人に1人は急性期の腰椎疲労骨折だったことになる。

臨床所見, X線像で疑わしい場合には、まずMRIを撮り、そして急性期の所見が得られた場合、その進行度を確認するため可能な限り、その部位に局限してCT検査を行なった。

初診時CTと約3ヵ月後のCT検査を施行し得た83例を対象とした。内訳は小学生20例, 中学生49例, 高校生14例で中学生が最も多く、年齢では14歳が最多であ

った。男性68例, 女性15例, 高位はL5 50例, L4 30例, L3 4例(重複あり)であった(表2)。

治療として、運動は完全に中止、原則として硬性コルセット装着, アスレティック・リハビリテーションを施行し、1ヵ月ごとのMRIで経過を追った。

スポーツ復帰の時期は臨床所見の消失, 体幹, 下肢の柔軟性, 筋力や筋持久力の向上, 動的安定的の獲得, そしてMRI所見の改善をもって判断した<sup>1,5)</sup>。復帰の有無に関わらず診断後3ヵ月時点でのCT所見の変化を検討した。

CT所見は小林らの分類<sup>6)</sup>を用いた。初診時では83例中、初期例(両側ともIa以下の不全分離)が52例, 進行期例(どちらか片側でもIb以上)が31例であった。3ヵ月後のCT所見では48例が改善, 27例が変化なし, そして8例が進行していた。これを小学生・中学生・高校生, そしておのおの初期と進行期に分けた(表3)。

## 結 果

表1 対象(2010, 2011年度 大場整形外科)

外来新患総数	38,568
スポーツ症例	13,054
成長期(18歳以下)	8,218
障害	4,339
<b>腰部</b>	<b>937</b>
MRI施行数	631
<b>陽性例—急性期腰椎疲労骨折—</b>	<b>231 (24.7%)</b>
CT施行数	213

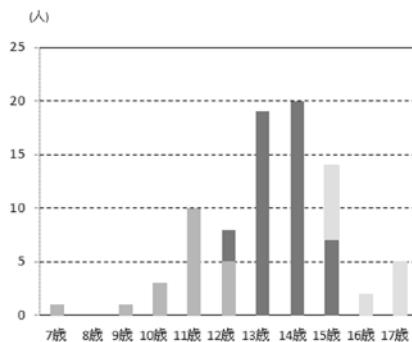
診断確定から復帰許可までの日数と約3ヵ月後のCT所見の変化をグラフにすると、まず最も症例の多い中学生では49例中32例が初期例であり、診断確定日から復帰を許可した日までの日数を棒グラフで示し、CT検査を行なった日を○印で示した(図1a)。

濃線は約3ヵ月後のCT検査で所見が改善し、骨癒合傾向と認められるもので、24例(75.0%)、復帰までの平均日数は49.6日であった。約1ヵ月後のMRI検査で14例(平均43.8%)、約2ヵ月後のMRI検査で9例(平均

表2 年齢分布と発生高位

### 腰椎疲労骨折(231例)中

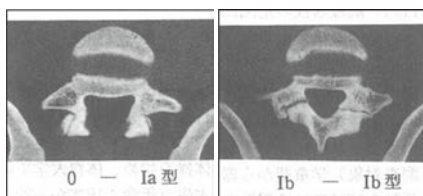
初診時 約3ヵ月後 CT検査施行 CT検査施行 行なった83例



発症年齢分布  
平均年齢 13.3歳

	男	女	L5	L4	L3	
小学生	20	14	6	15	5	0
中学生	49	43	6	29	20	1
高校生	14	11	3	6	5	3
計	83	68	15	50	30	4

表3 腰椎疲労骨折 83例 CT所見の変化



初期 (両側とも Ia 以下の不全分離)  
52 例  
進行期 (どちらか片側でも Ib 以上)  
31 例 (小林の分類 1989)

		初診時	約3ヵ月後		
			改善	変化なし	悪化
小学生	初期	9	7		2
	進行期	11	5	3	3
中学生	初期	32	24	8	
	進行期	17	5	9	3
高校生	初期	11	5	6	
	進行期	3	2	1	
計		83	48	27	8

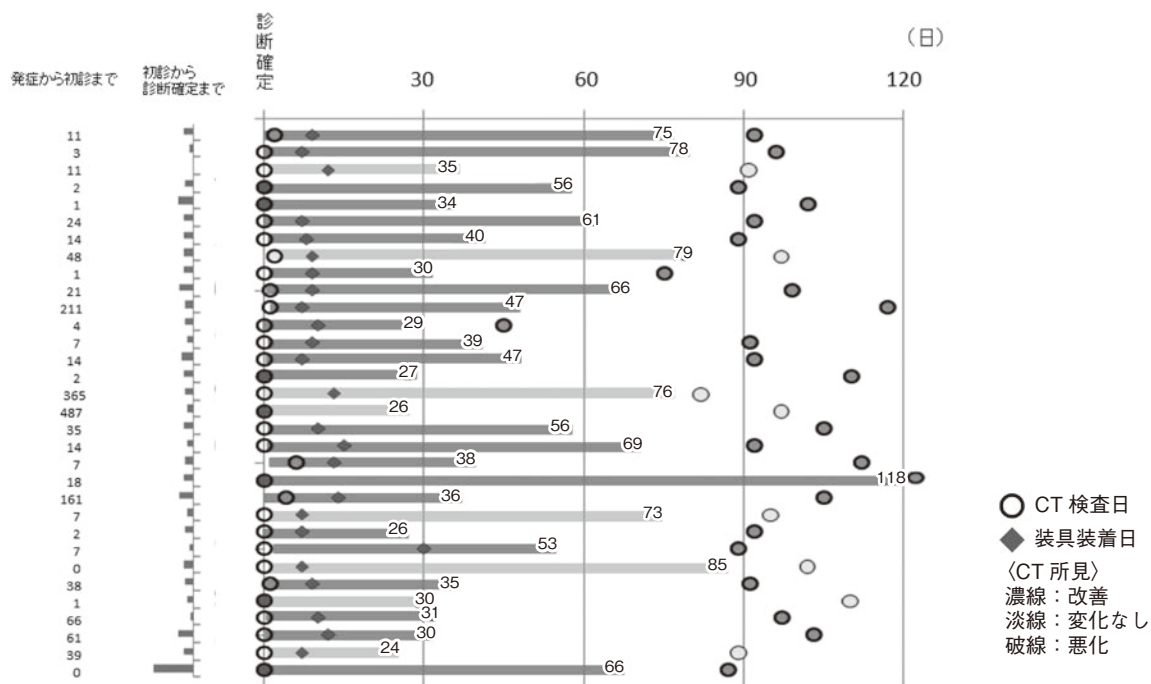


図1a 中学生初期 (32例) —診断確定から復帰許可までの日数と約3ヵ月後のCT所見の変化—

28.1%) が復帰していた。症例1は15歳男性、L5右側の不全分離であるが、1ヵ月後のMRIで所見が消退したため、2週間のアジリテイトトレーニング後復帰を許可、3ヵ月後のCTでは骨癒合が得られていた(図1b)。

淡線は約3ヵ月後のCTで所見に変化のみられなかったもの8例(25.0%)で復帰までの平均日数は53.5日、約

1ヵ月後のMRI検査で4例、約2ヵ月後のMRI検査で4例が復帰していた(図1a)。32例中、31例が3ヵ月以内に復帰していたがすべて結果は良好であった。

もし、1ヵ月ごとのMRI検査を行わず、3ヵ月後のCTで復帰を判断した場合、太線の群はその時点で復帰を許可されていたであろうが、より早期に復帰しても骨



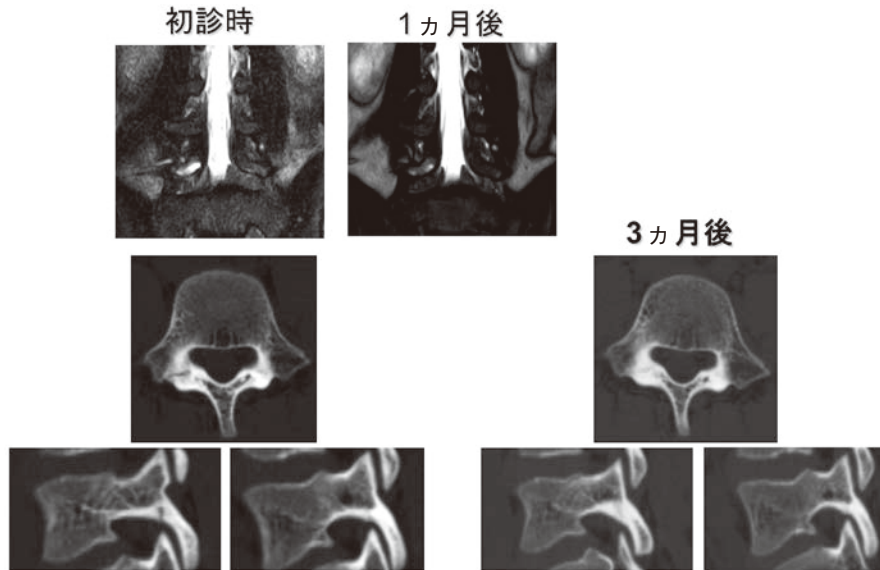


図1b 症例1  
15歳, 男性 L5 サッカー.

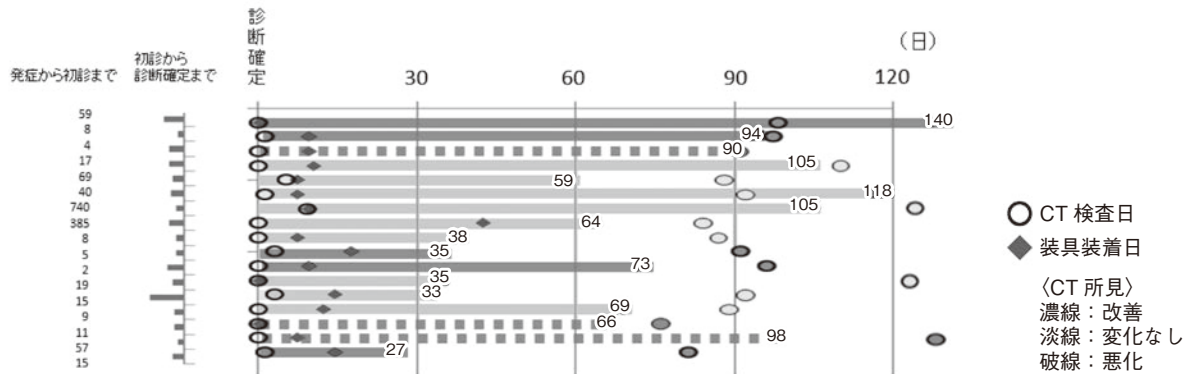


図2a 中学生進行期 (17例) —診断確定から復帰許可までの日数と約3ヵ月後のCT所見の変化—

癒合傾向は得られていたことになる。淡線の群はその時点のCTで治療(安静, コルセット装着)が継続となった可能性が高いが, 実際にはMRI所見は鎮静化しているため, 無用な治療期間延長となった可能性がある。この結果より初期例においては3ヵ月以内に復帰しても分離症にはならず, 骨癒合を得られる可能性が高いといえる。

次に中学生の進行期例は17例であった(図2a)。破線は約3ヵ月後のCT検査で所見が進行悪化していた例で17例中3例に認められた。

約1ヵ月後のMRI検査で復帰を許可したのは5例であり, 3ヵ月後のCTでは改善2例, 変化なし3例であった。約2ヵ月後のMRI検査で復帰を許可したのは5例

であり, 1例が改善, 3例が変化なし, 1例は66日目のMRIで所見が消退したため復帰を許可したが, その10日後のCTで偽関節が確認されたものであり, 3ヵ月まで治療を継続しても意味がなかったと考えられた。90日以内にMRI所見が改善し, 復帰した10例中9例は3ヵ月後のCTでも問題はなく, 復帰までの平均日数は40日であった。約3ヵ月後にMRI検査を行なった7例中, 4例は急性期所見の改善がみられず, 治療延長となったが, 平均117日で復帰, 結果は良好であった。3例はMRI所見が消退したが2例は偽関節となっていた。

進行期の場合, MRI所見の消退は遅延するが, これを目安として復帰の判断をしても結果は良好であった。進行期を3ヵ月後のCTで復帰の判断をした場合, 17例

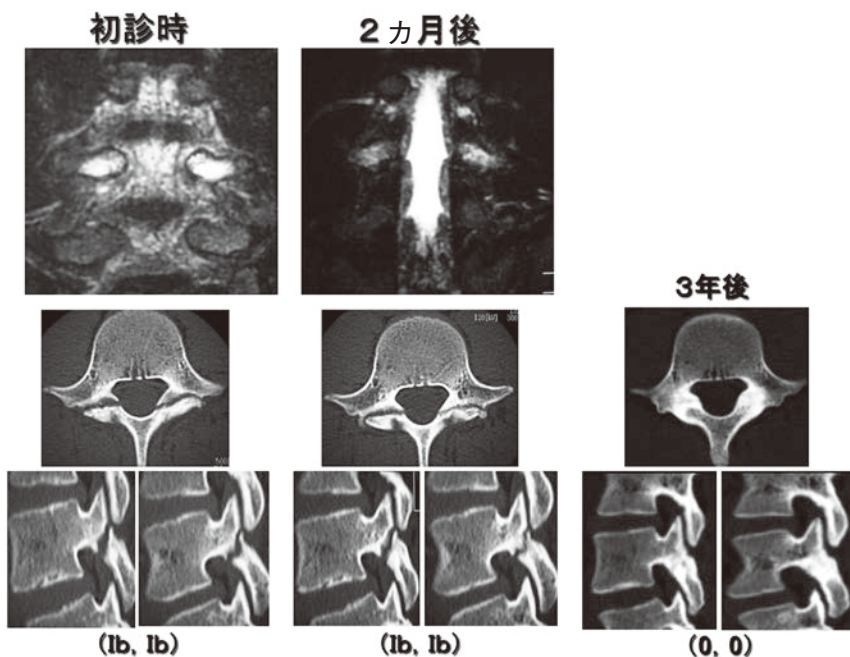
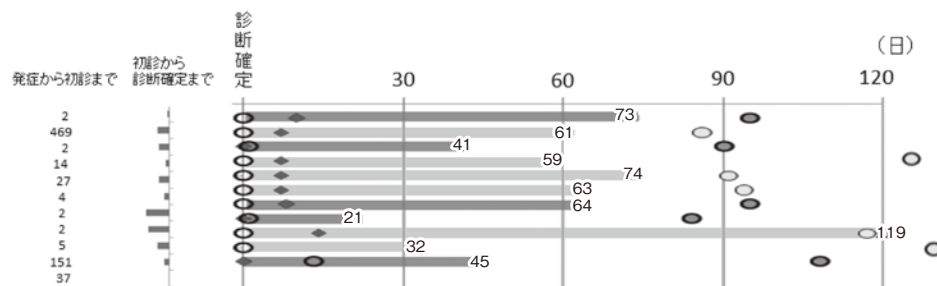


図2b 症例2  
15歳，男性 L4.

a. 初期11例



b. 進行期3例

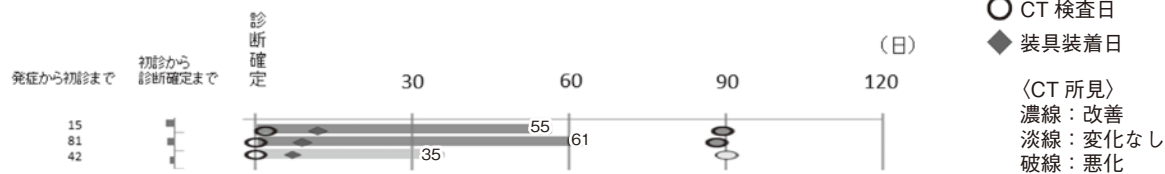


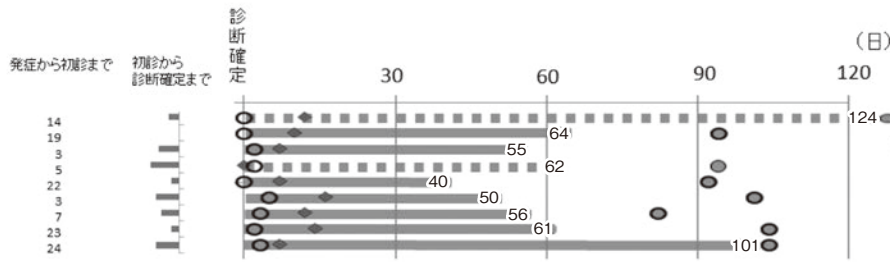
図3 高校生—診断確定から復帰許可までの日数と約3ヵ月後のCT所見の変化—

中濃線5例は復帰，波線3例は中止，淡線9例が治療延長となったと考えられるが，9例中6例はMRI所見は消退しており，無用の延長となったと考えられる。症例2は15歳，男性。L4両側の進行期例で2ヵ月後にMRI所見の消退をもって復帰を許可したが，この時点のCTで

は変化はみられていない。しかし，3年後の follow up では骨癒合は完全に得られていた(図2b)。

高校生は初期11例，進行期3例であり，約3ヵ月後のCTで所見が改善したものは7例，変化のないもの7例であった(図3)。1ヵ月目のMRIで復帰許可したものの5

a. 初期9例



b. 進行期11例

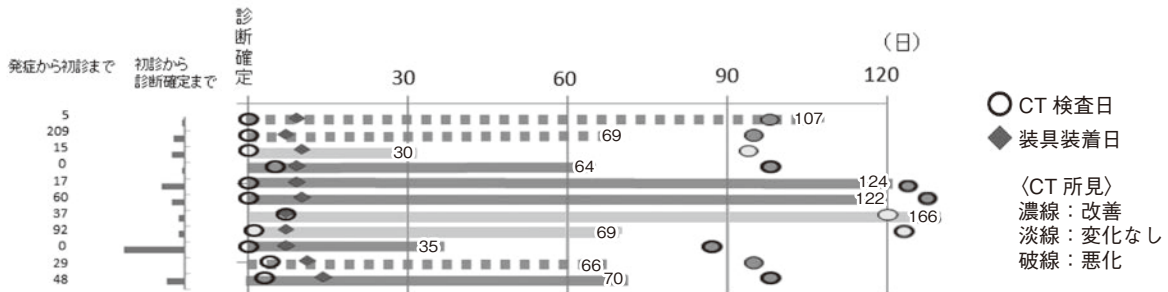


図4 小学生—診断確定から復帰許可までの日数と約3ヵ月後のCT所見の変化—

例, 2ヵ月目8例であり, 復帰までの平均日数57.4日ですべて経過は良好であった. 経過が遷延し, 119日を要した1例は1ヵ月後, 2ヵ月後のMRIで所見が改善せず, 運動完全中止が守られていなかったと考えられた症例であった.

小学生の場合は初期例9例, 進行期例11例であったが初期例であれば骨癒合率は高く, 9例中6例は, 2ヵ月以内に復帰可能であったが, 偽関節になったものも2例あった(図4). 進行期例の場合, どうしてもMRI所見の改善も遅延し, 復帰までも長期を要し, かつ偽関節になる率も高くなる傾向であった.

考 察

急性期の腰椎疲労骨折と診断された場合, 現在一般的にはコルセットを装着し, 運動を中止, 3ヵ月後のCT検査で骨癒合状態を確認し, スポーツ復帰または治療延長をしている例が多い<sup>7, 8)</sup>.

しかし, 今回の調査, 検討の結果, より早期にスポーツ復帰を行っても3ヵ月後のCT所見では改善, 変化なしで, 分離症への進展を防止できている例が数多くみられた. 症例3は12歳, 男性, L5両側の進行期例だが2ヵ月後のMRIで所見は消退, 復帰を許可し, 1年半

後のフォローアップでは分離の発生はなく結果は良好であった(図5).

中学生・高校生の場合, とくにCT分類初期例であれば, 3ヵ月間, 運動中止, コルセット装着の必要はなく, MRIによる経過観察で, より早期のスポーツ復帰が可能であると考ええる. 3ヵ月間, 待つ必要はない. しかし, この間十分なアスレティック・リハビリテーションにより疲労骨折を起こす要因になったであろう柔軟性の低下, 筋力, 筋持久力の不足, 動的安定性の不良を改善する必要がある.

近年, 腰椎疲労骨折の早期診断にはMRIが有用との認識は定着してきた. まずCTを撮る場合があるが, CT所見では急性期か否かの判断はできず, 治療の適応, 運動復帰の判断を誤ることもなる. また, その進行度を判断するにはCT検査が必要だが, 初期例のより詳細な状態変化を判断するには従来の分類ではもの足りず, 今回, 新しい分類を考案した. これはCT再構成画像による矢状断像を評価したもので, 不全分離を3段階に分けている(図6a). これまでの小林らの分類<sup>6)</sup>, 西良らの分類<sup>9)</sup>と比べると, 初期(不全分離)の進行度をより細かく分けたものとなっている(図6b). ステージ0は異常のみられないもの, ステージIは不全分離でIaは関節突起間部に透亮像を Ibは1/2以下の亀裂像, Icは1/2

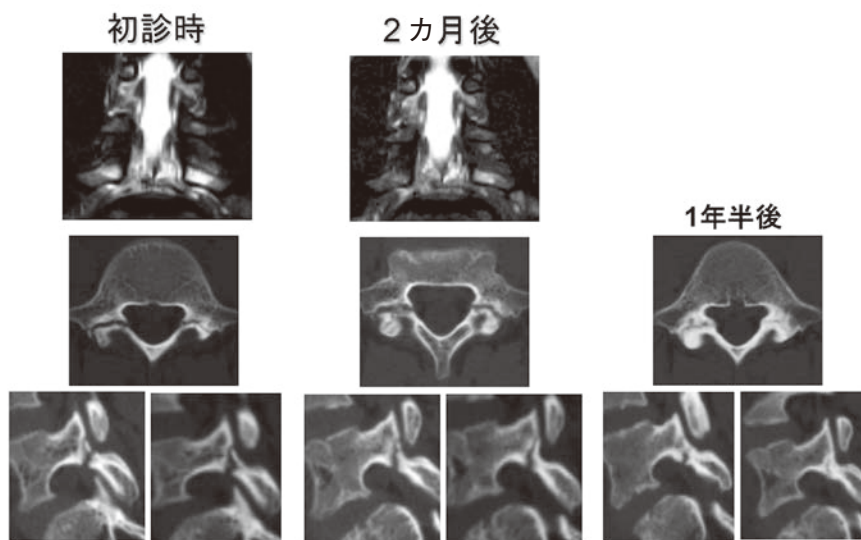
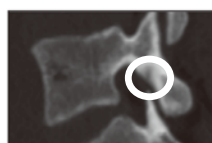
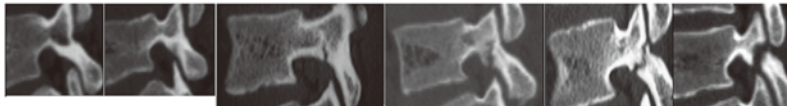


図5 症例3  
12歳, 男性 L5 テニス.



Saggital像の関節突起間部の亀裂の入り方で評価  
初期の分類を3段階にした

	0	(初期)			(進行期)	(偽関節)
		a	b	c	II	III
所見	なし	透亮像	関節突起間部の 1/2以下の亀裂像	関節突起間部の 1/2以上の亀裂像	完全分離	偽関節



2013.大場

図6a CTの新分類(矢状断像による)

以上の亀裂像, ステージIIは完全分離, ステージIIIは偽関節となっている.

腰椎疲労骨折の治療は開始3ヵ月, MRI所見の変化を見守ることが重要であり, また初診時, 3ヵ月後のCTの微細な変化を評価することが重要であると考え<sup>10)</sup>. 腰椎疲労骨折の急性期において, 骨癒合をめざした治療を行なうのは当然であるが, 患者(成長期スポーツ選手)にとって, 早期復帰は切実な願いであり, 可能な限り, これに沿った治療を考えるべきと考える. 図7abcは2011年日本サッカー協会フットボールカンファレンス

で指導者向けに示したものであるが, 早期受診, 早期診断により, 分離を防止し, 早期復帰が可能なことを説明した. 早期受診のための分かりやすい指標と病医院受診のための判断も示している<sup>11~13)</sup>.

いまだ, 全国の整形外科には急性期腰椎疲労骨折の認識は拡まっているとはいえ, 初診での見逃し例, また診断しても長期の運動離脱のため骨癒合を放棄したり, ドロップアウトの症例が多いのが現状である. MRIを自院に設置している開業医は多くはないと思われ, またすぐにMRI検査というのでも控えるべきではあり, ま

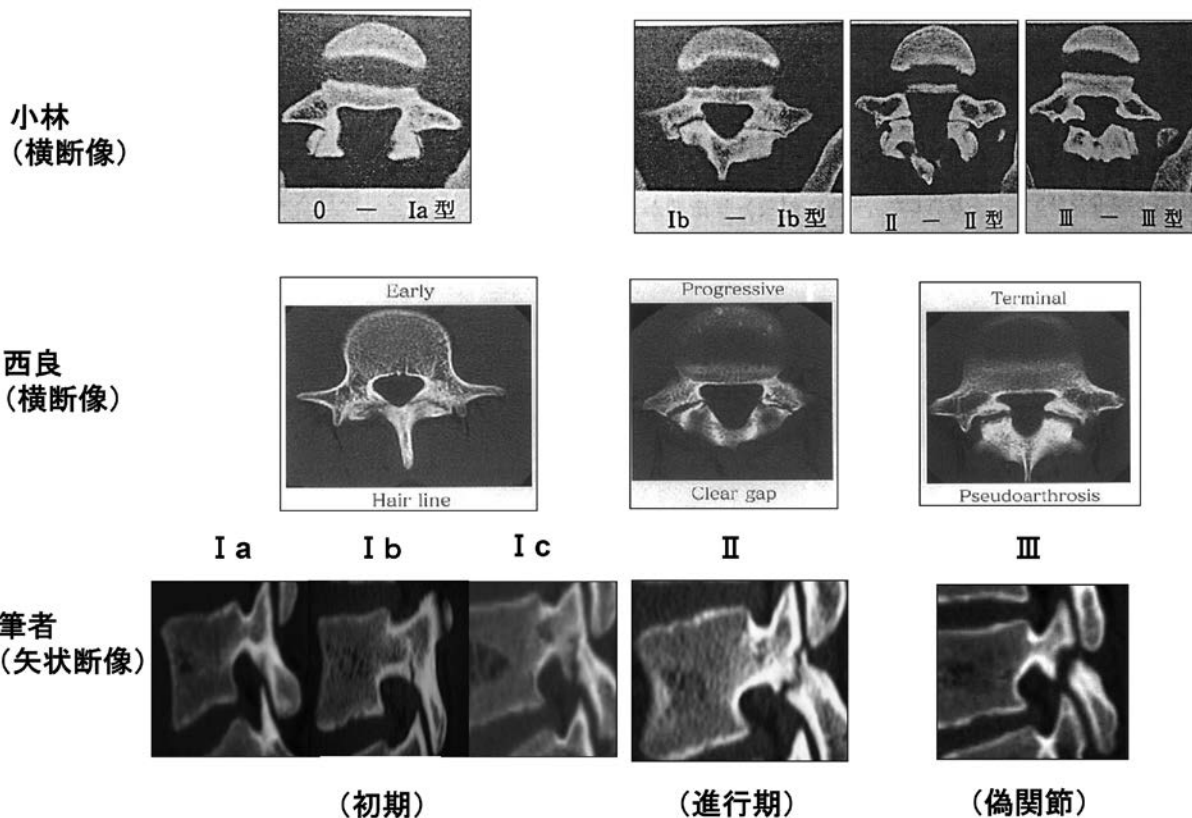
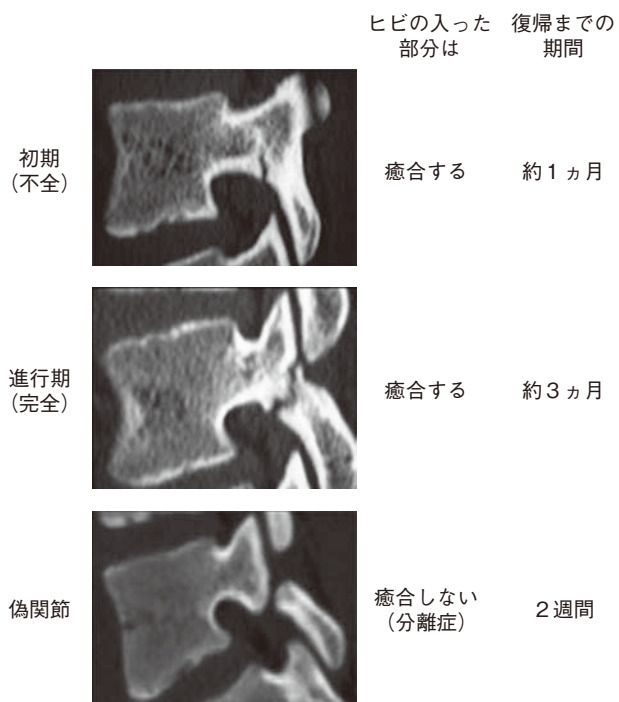


図6b 従来のCT分類との比較



日本サッカー協会 フットボール・カンファレンス 報告書 2011 より

図7a 腰椎疲労骨折の進行度と復帰までの期間

ず柔軟性の獲得を中心とした理学療法を行なうべきであるが、理学所見や受診までの経過、単純X線所見から疑わしいと判断した場合は連携医療機関にMRI検査を依頼することが望ましい。早期であれば、分離症にならず早期復帰できることを患者、保護者によく理解して頂き、最初の3ヵ月、厳重な管理と、アスレティック・リハビリテーションによる身体要因の改善をめざし、そして詳細な経過観察を行なう必要がある。しかし、この対応も一般開業医にはかなりの手間と時間がかかることを考えるとスポーツ診療を専門的に行なっている医療機関に紹介することも考慮すべきと考える。また、慢性期の症例を漫然と長期間、運動中止させ、通院させることは避けたいものである。

### 結 語

1. 成長期腰痛患者の1/4は腰椎疲労骨折であることを念頭に、疑わしいものにはMRIを、そして早期復帰のためにはCTではなく、月1回のMRIが必要である。
2. あくまでも患者の立場に立ち、急性期に十分な説明

と指導, アスレティック・リハビリテーションを行なえる専門医療機関に紹介することも考慮すべきと



日本サッカー協会 フットボール・カンファレンス 報告書 2011 より

図7b 現場でのチェック項目

考える.

3. 腰椎疲労骨折の治療は診断確定後3ヵ月間が重要であり, この間 MRIを含めた詳細な経過観察を行なう必要があり, これによって早期復帰が可能となる.
4. CT所見の変化をより詳細に表すため矢状断像による進行度の新分類を提唱した.

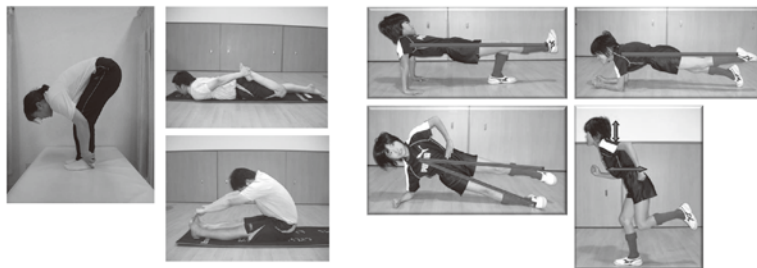
### 文 献

- 1) 大場俊二ほか: 成長期腰椎分離症(腰椎疲労骨折)の発生頻度・診断と治療. 骨・関節・靭帯, 19: 283-293, 2006.
- 2) Sairyo K et al: MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents. A clinical and biomechanical study. Spine, 31: 206-211, 2006.
- 3) 大場俊二ほか: 腰椎疲労骨折の早期診断と早期スポーツ復帰. 日臨スポーツ医会誌, 15: 429-439, 2007.
- 4) 大場俊二ほか: 腰椎疲労骨折における画像診断的検討—CTとMRI所見の関連と変化—. 整スポ会誌, 24: 266-271, 2004.
- 5) 大場俊二: 腰椎疲労骨折(成長期腰椎分離症)治療期間の短縮. 整スポ会誌, 31: 164-170, 2011.
- 6) 小林良充ほか: CT像による成長期腰椎分離の分類とその有用性. 整・災外, 32: 1625-1634, 1989.
- 7) Sairyo K et al: Conservative treatment of lumbar

腰痛の訴えがあり(またはなくても)  
チェック項目陽性の場合  
できれば2週間別メニューで

ストレッチング

コア・エクササイズ



2週間しても改善しない  
また繰り返す場合は



**病医院受診**

日本サッカー協会 フットボール・カンファレンス 報告書2011より

図7c 現場での腰痛への対応

- spondylolysis in childhood and adolescence : the radiological signs which predict healing. J Bone Joint Surg Br, 91 : 206-209, 2009.
- 8) 西良浩一：発育期の腰椎分離症の診断・治療指針.  
In：中村耕三, ed. 運動器診療最新ガイドライン.  
総合医学社, 東京：589-592, 2012.
  - 9) 西良浩一ほか：腰椎分離症 発症メカニズムとその  
予防・再発予防. 臨スポーツ医, 25 : 211-220,  
2008.
  - 10) 大場俊二：腰椎分離症発生防止への取り組み—早期  
受診, 早期診断のために—. 日臨スポーツ医会誌,  
16 : 339-348, 2008.
  - 11) 大場俊二ほか：成長期スポーツ活動の健全化をめざ  
して—スポーツ傷害防止プロジェクト—. 日整会  
誌, 79 : S360, 2005.
  - 12) 大場俊二ほか：メディカルサポート「育年代での  
怪我の早期対応」第7回フットボールカンファレン  
ス報告書. (財)日本サッカー協会. 東京：83-93,  
2011.
  - 13) 大場俊二：成長期腰部スポーツ障害の予防. 日臨ス  
ポーツ医会誌, 20 : 410-413, 2012.

# 膝前十字靭帯再建術後筋力の推移

## Recovery in Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

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

### ● Key words

Anterior cruciate ligament reconstruction : Muscle strength : Recovery

### ● 要旨

膝前十字靭帯再建術後4ヵ月と8ヵ月における等速性膝屈伸筋力を測定し得た60例に対し、術後筋力回復の推移とそれに影響を与える因子について検討した。その結果、術後4~8ヵ月では、ほぼ一定のHQ(膝屈曲筋力/伸展筋力)比で患側の膝筋力は有意に増大した。また、患健側比や単位体重筋力の増大率は、性別、年代、受傷から手術までの期間による差は認めなかった。しかし、術後4ヵ月時の患健側比が著明に低下した症例は、術後8ヵ月時の筋力回復も不十分であった。これらことから、術後早期に著明な筋力低下をきたした症例では、リハビリテーションを強化することやスポーツ復帰時期を遅らせるなどの必要があると考えた。

### はじめに

膝前十字靭帯(以下、ACL)再建術後の競技復帰を決定する際にいまだ統一された基準がないのが現状であるが、等速性膝屈伸筋力(以下、膝筋力)は、その1つの評価項目として重要視されている<sup>1~3)</sup>。当科での術後リハビリテーション(以下、リハビリ)プログラムにおいては、術後4ヵ月での膝伸展筋力と膝屈曲筋力の患健側比70%以上をランニング、8ヵ月での同比80%以上を競技練習の開始条件としている(表1)。今回、筆者らはACL再建術後4~8ヵ月時点での膝筋力の測定結果から、術後筋力回復の推移とそれに影響を与える因子について、若干の文献的考察を加えて検討したので報告する。

### 症例と方法

2007年4月~2012年4月までに、膝屈筋腱(半腱様筋腱、薄筋腱)による一重束ACL再建術を行なった177例のうち、同一の術後リハビリプログラムを行ない、術後4ヵ月と8ヵ月の時点で膝筋力測定を行なった60例(男性28例、女性32例)を対象とした。手術時年齢は13~51(平均26±8.9)歳、身長は148~180(平均165±8.5)cm、体重は38~91(平均63±11.5)kg、BMIは16.5~34.8(平均23.1±3.2)、受傷から手術までの期間は13~6528(平均451±1171)日であった。競技種目は、バスケットボールが12例、サッカーが7例、スキーが7例などさまざまであった(図1a)。各競技を行なう頻度は、週に6回以上が11例、4あるいは5回が10例、2あるいは3回が12例、1回以下が27例であった(図1b)。Tegner activity scoreは、6以下が42例であり、7以上は18例であっ

林 大輝  
〒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



表1 当科における術後リハビリプログラム  
術後4ヵ月と8ヵ月における筋力をステップアップの重要な転機にしている。

術後経過期間	装具	リハビリ内容
0	20~75°	健側筋力強化, 自動 ROM
1週	20~90°	松葉杖歩行
2週		歩行訓練, レッグプレス, 他動 ROM
3週	20~100°	前方ランジ, カーフレイズ
4週		ステップ, ハムブリッジ
5週		固定バイク, カーフレイズ(片脚)
6週	制限なし	ハーフスクワット
8週	屋内 OFF	早歩, 片脚スクワット, 側方ランジ
4ヵ月	OFF	ジョギング, ランニング(患健側比 70%以上) マシントレーニング
8ヵ月		練習開始(患健側比 80%以上)
12ヵ月		競技復帰 (患健側比90%以上, パフォーマンステスト)

(ROM ; range of motion)

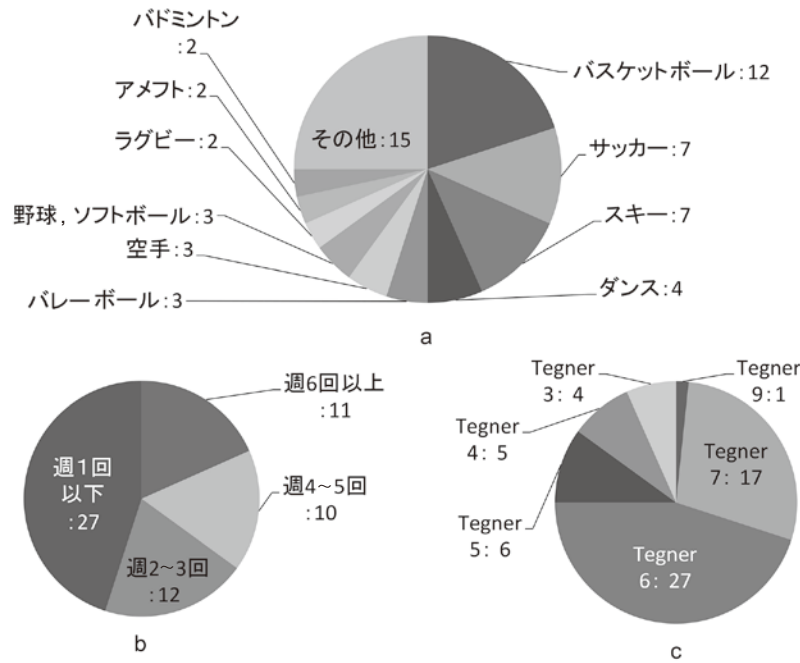


図1 a: 競技種目, b: 競技頻度, c: 受傷前の Tegner activity score

た(図1c).

これらの症例に対して, 術後8ヵ月における膝関節機能評価を IKDC (international knee documentation committee) の評価基準<sup>4)</sup>で評価した. また, 等速性筋力測定装置の Cybex (Cybex社製 cbx-770) を使用し, 角速度 60rad/secにおける健側, および患側の膝屈曲筋力

(以下, Ham)と膝伸展筋力(以下, Quad)をそれぞれ測定した. 次に, 得られた結果から, ①患健側比(患側筋力/健側筋力×100)%, ②単位体重筋力(膝筋力/体重)N/kg, ③HQ比(ham/quad×100)%, ④単位体重筋力と患健側比の増大率(8ヵ月時の筋力/4ヵ月時の筋力×100)%をパラメータとして算出した. 検討項目は, 1)術後4ヵ月

表2 術後8カ月のIKDCによる膝靭帯と可動域評価  
6°以上の可動域制限を8例に認めたが、靭帯評価は全例でGroup B以上であった。

IKDC		A	B	C	D
靭帯評価	Lachman	-1~2mm	3~5mm	6~10mm	10mm<
	症例数	54	6	0	0
ROM評価	伸展制限	<3°	3~5°	6~10°	10°<
	症例数	52	7	7	1

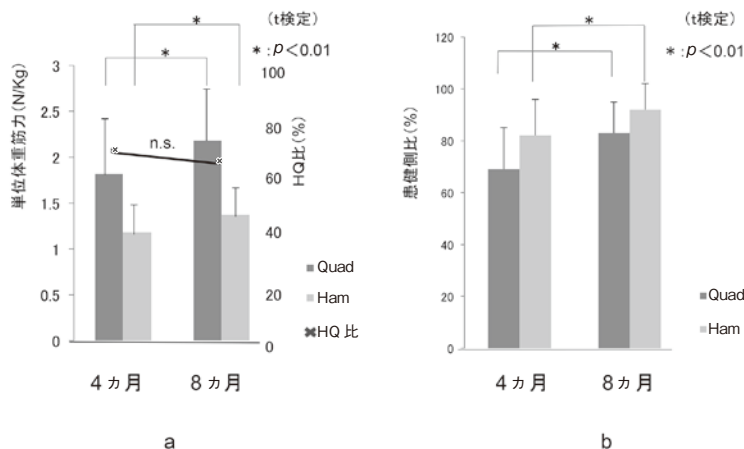


図2 全症例における術後4ヵ月と8ヵ月の筋力  
a: 患側単位体重筋力 (N/kg) とHQ比 (%)  
b: 患健側比 (%)

と8ヵ月における各パラメータの比較 (Student's t test), 2) 性別 (Student's t test) および年代間 (10代: 18例, 20代: 26例, 30代以上: 16例) (ANOVA) における各パラメータの比較, 3) 術後4, 8ヵ月時の Quad および Ham の患健側比, 単位体重筋力, ならびにそれぞれの増大率と受傷から手術までの期間との相関 (Spearman の順位相関係数検定), 4) 術後8ヵ月時の Quad の患健側比が 80% 未満群 (以下, U 群) と 80% 以上群 (以下, O 群) の比較 (性別:  $\chi^2$  検定, 競技頻度: Mann-Whitney U 検定, その他: Student's t test) である. なお, 統計学的有意水準は 5% 未満とした.

## 結 果

### 1. 術後8ヵ月における膝関節機能評価

IKDC の評価基準を用いた術後8ヵ月における靭帯評価では, Group A: 54例, Group B: 6例で, Lachman が 6mm 以上の Group C と D は認めなかった. また, 可動域の評価は, 伸展制限がない Group A, および 5° 以下の B を合わせると 52 例であり, 伸展制限が 6 以上 10°

以下の Group C は 7 例, 10° 超過の Group D は 1 例であった (表 2).

### 2. 術後4ヵ月と8ヵ月における各パラメータの比較

健側の単位体重筋力や HQ 比は術後4ヵ月と8ヵ月との間で有意差はなかった. 一方, 患側では HQ 比の有意差はなかったが, 単位体重筋力は有意に増大した (図 2a). 患健側比は 4~8ヵ月にかけて有意に増大した (図 2b).

### 3. 性別および年代間における各パラメータの比較

男性は女性と比較すると, 4ヵ月と8ヵ月における Quad, Ham いずれの単位体重筋力も有意に高値であった. しかし, 患健側比と単位体重筋力の増大率に関しては有意差がなかった (表 3a). 年代間比較では, 受傷から手術までの期間が, 30代以上は 20代と比較して有意に長期であったが, 年代間による増大率などの有意差は認めず, 8ヵ月における患側 Quad の単位体重筋力においてのみ, 30代以上が 20代と比較し有意に低値であった (表 3b).

表3 性別および年代間における各パラメータの比較

a 性別での比較 (Student's t test)

4ヵ月と8ヵ月における Quad, Ham いずれの単位体重筋力も男性が有意に高値. 患健側比と単位体重筋力の増大率に関しては有意差はない.

			男性	女性	p 値	
患健側比 (%)	4ヵ月	伸展	0.73±0.15	0.66±0.16	0.12	
		屈曲	0.81±0.13	0.83±0.15	0.51	
	8ヵ月	伸展	0.85±0.11	0.81±0.14	0.18	
		屈曲	0.92±0.10	0.92±0.11	0.76	
	増大率	伸展	1.21±0.29	1.25±0.21	0.54	
		屈曲	1.15±0.18	1.14±0.23	0.82	
単位体重筋力 (N/kg)	4ヵ月	患側	伸展	2.16±0.56	1.52±0.47	<0.01
			屈曲	1.35±0.31	1.03±0.24	<0.01
		健側	伸展	2.95±0.40	2.27±0.11	<0.01
			屈曲	1.67±0.32	1.24±0.20	<0.01
	8ヵ月	患側	伸展	2.53±0.52	1.87±0.38	<0.01
			屈曲	1.57±0.29	1.20±0.18	<0.01
		健側	伸展	2.97±0.46	2.32±0.28	<0.01
			屈曲	1.73±0.31	1.30±0.20	<0.01
	増大率	患側	伸展	1.22±0.23	1.29±0.26	0.26
			屈曲	1.04±0.02	1.07±0.15	0.53
		健側	伸展	1.01±0.09	1.03±0.13	0.45
			屈曲	1.19±0.18	1.20±0.24	0.81
HQ 比 (%)	4ヵ月	患側	0.66±0.20	0.71±0.17	0.26	
		健側	0.57±0.05	0.55±0.08	0.33	
	8ヵ月	患側	0.63±0.01	0.66±0.02	0.34	
		健側	0.58±0.07	0.56±0.07	0.30	
受傷から手術までの期間 (日)			208.2±269.0	663.5±1564.9	0.13	
年齢 (歳)			25.5±7.22	25.6±10.33	0.97	

(t 検定)

4. 術後4ヵ月と8ヵ月のQuadおよびHamの患健側比, 単位体重筋力, ならびにそれぞれの増大率と, 受傷から手術までの期間との相関

術後4ヵ月と8ヵ月のQuadおよびHamの患健側比, 単位体重筋力, ならびにそれぞれの増大率は, いずれも受傷から手術までの期間との間には相関はなかった(表4).

5. 術後8ヵ月でのQuadの患健側比が80%未満群(以下, U群)と80%以上群(以下, O群)の比較

U群は19例(31.7%), O群は41例(68.3%)であった. 平均年齢がU群では30歳に対し, O群では平均24歳であり, 2群間で有意差を認めた. 術後4~8ヵ月までの単位体重筋力の増大率は, U群のほうがO群に比べて有意に大きかったが, 術後4ヵ月時点での単位体重筋力はQuad, HamともにU群のほうが有意に小さかった. さ

らに, 術後4ヵ月時点でのQuadの患健側比は, O群の平均76%に対して, U群は54%, また, HQ比はO群の平均63%に対してU群は81%と, いずれも有意差があり, とくにQuadの低下が著明であった. また, 統計学的有意差はなかったが, U群は受傷から手術までの期間が2年半以上であったものが多かった(表5).

考 察

ACL再建術後の筋力の回復状況に関して, 単位体重筋力ならびに患健側比をパラメータとして検討したいいくつかの報告<sup>5~8)</sup>があるが, 術後3~6ヵ月での患側Quadの単位体重筋力ならびに患健側比の回復が最大である<sup>7)</sup>としているものが多い. 本研究では, 当科におけるACL再建術後のリハビリプログラムにおいて重要な転機とな

b 年代間比較 (ANOVA)

受傷から手術までの期間が、30代以上は20代と比較して有意に長期であった。各パラメータの年代間による比較は、術後8ヵ月時の患側のQuadの単位体重筋力では、30代以上は20代に比べて有意に低値であったが、他は有意差を認めなかった。

(一元配置分散分析法)

			10代 (n=18)	20代 (n=26)	30代以上 (n=16)	p 値
患健側比 (%)	4ヵ月	Quad	66±17	73±13	67±18	0.27
		Ham	79±13	83±15	85±15	0.42
	8ヵ月	Quad	84±15	86±9	77±13	0.06
		Ham	93±12	92±10	90±9	0.57
	増大率 (%)	Quad	133±32	120±19	118±21	0.13
		Ham	120±17	114±25	108±14	0.20
単位体重筋力 (N/kg)	4ヵ月 患側	Quad	1.71±0.67	1.99±0.50	1.65±0.65	0.13
		Ham	1.13±0.35	1.26±0.30	1.09±0.28	0.18
	8ヵ月 患側	Quad	2.10±0.65	2.39±0.46*	1.92±0.50*	<0.05
		Ham	1.29±0.33	1.48±0.27	1.30±0.31	0.07
	増大率 (%) 患側	Quad	129±27	124±23	124±26	0.80
		Ham	116±17	121±26	121±21	0.75
HQ 比 (%)	4ヵ月	患側	72±25	65±14	72±18	0.38
		健側	56±6	56±7	55±8	0.74
	8ヵ月	患側	64±15	62±9	69±14	0.21
		健側	56±6	58±7	58±8	0.55
受傷から手術までの期間 (日)			198.5±236.9	156.2±171.0**	1214.4±2106.3**	<0.01

\* : p<0.05

\*\* : p<0.01

表4 術後4ヵ月と8ヵ月のQuadおよびHamの患健側比、単位体重筋力、ならびにそれぞれの増大率と、受傷から手術までの期間との相関

いずれも受傷から手術までの期間との間には相関はなかった。

(Spearmanの順位相関係数検定)

			相関係数 (rs)	p 値
患健側比 (%)	4ヵ月	Quad	-0.08	0.53
		Ham	0.04	0.76
	8ヵ月	Quad	-0.17	0.18
		Ham	-0.09	0.47
	増大率 (%)	Quad	-0.05	0.70
		Ham	-0.15	0.26
単位体重筋力 (N/kg)	4ヵ月 患側	Quad	-0.17	0.18
		Ham	-0.60	1.55
	8ヵ月 患側	Quad	-0.30	0.02
		Ham	-0.15	0.26
	増大率 (%) 患側	Quad	-0.04	0.74
		Ham	-0.12	0.36

表5 術後8ヵ月における患健側比80%未満群(U群)と80%以上群(O群)の比較 (性別:  $\chi^2$ 検定, 競技頻度: Mann-Whitney U検定, その他: t test)

U群はO群に比べて有意に高齢で, また, 統計学的有意差はなかったが, 受傷から手術までの期間が長期であった. さらに, 術後4ヵ月での単位体重筋力および患健側比は有意に低下していた.

	U群 (19例)	O群 (41例)	p値
性別*	男:7 女:12	男:21 女:20	0.30
年齢(歳)	30±10.1	24±7.72	<0.01
身長(cm)	164±6.9	165±9.2	0.61
体重(kg)	62±10.7	64±11.9	0.54
BMI	22.8±2.71	23.3±3.48	0.62
競技頻度(回/週)**	6回以上:2	6回以上:9	0.16
	4~5回:3	4~5回:7	
	2~3回:3	2~3回:9	
	1回以下:11	1回以下:16	
単位体重筋力の増大率(%) (Quad)	139±31	119±19	<0.05
4ヵ月の単位体重筋力(N/kg) (Quad)	1.3±0.5	2.1±0.5	<0.01
4ヵ月の単位体重筋力(N/kg) (Ham)	1.0±0.3	1.3±0.3	<0.01
4ヵ月の患健側比(%) (Quad)	54±15	76±10	<0.01
4ヵ月のHQ比(%)	81±25	63±11	<0.01
受傷から手術までの期間(日)	1036±1970	180±202	0.08

\*:  $\chi^2$ 検定

\*\* : Mann-Whitney U検定

る4ヵ月と8ヵ月時点における筋力を測定し, 患健側比, HQ比, 単位体重筋力の回復状況を検討した. その結果, 全症例の術後4~8ヵ月における筋力の回復は, 諸家の報告<sup>7,8)</sup>と同様に, 理想値とされる60%以上<sup>9)</sup>のHQ比を維持しながら単位体重筋力と患健側比は有意に増大していた. これは, 術後の筋力強化が膝伸展と膝屈曲, それぞれバランスよく行なわれた結果と考えた.

ACL術後の筋力に影響を与える因子として, 性別<sup>5,10)</sup>, 年代<sup>5,11,12)</sup>, 受傷から手術までの期間<sup>8)</sup>, 術前の筋力<sup>9)</sup>, 術前のスポーツレベル<sup>13)</sup>などが検討されている. 佐藤らは, バスケットボール選手のACL再建術後の筋力を男女間で比較したところ, 患健側比およびHQ比に有意差はなかったが, 単位体重筋力は女性が男性より有意に低値を示したと報告した<sup>10)</sup>. 本研究でも同様に, 術後4ヵ月と8ヵ月において, 患健側比およびHQ比は男女間で有意差はなかったが, 単位体重筋力は女性が男性に比べて有意に低値であった. しかし, 単位体重筋力ならびに患健側比の増大率をみると, 男女間で有意差は認めなかったことから, 相対的にみた筋力の回復過程に性別は影響しないものと考えた.

また, 年代については, 高齢は患健側比の回復を遅延させる有意な危険因子であるとの報告<sup>5,12)</sup>が散見される. 今回の検討においても, 8ヵ月時の患側のQuadの

単位体重筋力では, 30代以上は20代に比べて有意に低値となり, また, 8ヵ月時のQuadの患健側比においても30代以上は, 10代, 20代に比べて低い傾向( $p=0.06$ )が認められた. しかし, Quadの患健側比の増大率, 単位体重筋力の増大率をみると, いずれも有意差は認めなかったことから, 筋力の相対的な回復過程は, 性別と同様に年代に大きな影響を受けないものと考えた.

受傷から手術までの期間に関して検討した報告は少ないが, 山崎らは, 3ヵ月を区切りに2群間に分けて術前の筋力を比較したところ, 2群間に有意差はなかったと報告している<sup>8)</sup>. 本研究では, 受傷から手術までの期間と術後の筋力の各パラメータとの相関は認めなかった. したがって, 術後4ヵ月~8ヵ月における筋力にかかわる各パラメータの回復は, 性別, 年代, 受傷から手術までの期間との相関を認めなかったことから, これらに依存しない同一リハビリプログラムの設定が可能であると考えた. しかし, 術後8ヵ月でのQuadの患健側比が80%未満であったU群19例についてみると, O群に比べて, 有意に高齢(平均:30歳)であり, また, 統計学的有意差はなかったが, 受傷から手術までの期間が長期であった. さらに, 術後4ヵ月での単位体重筋力および患健側比は有意に低下していた. これらのことから, 手術までの期間が長期に及んだ30歳以降の症例で

は、術前の筋力が著しく低下し、これが術後早期の4ヵ月時点まで継続している可能性が推測された。これらの症例に対しては、術前からの十分な筋力強化や術後リハビリプログラムの進行を遅らせるなどの工夫が必要であると考えた。

本研究の limitation として、術前の筋力測定を全症例に行っていないため、術前の筋力が術後の回復過程に及ぼす影響を及ぼすかについて検討できない点があげられる。次に、術後の安定性に関する詳細な客観的評価がないために、術後の安定性と筋力との相関について検討が困難であったことである。さらに、今回の対象は競技レベルが統一されておらず、症例数も分散しており、レベル間での比較は困難であった。競技レベルが高い程、筋力の回復が早期に得られ順調な競技復帰を果たすこと<sup>13)</sup>が推測されるが、主にレクリエーションレベルを対象とした本研究結果は、ACL再建術後筋力の回復過程を示す1つの指標として興味深いものと考えられる。

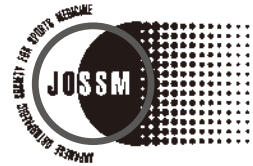
## 結 語

膝屈筋腱を用いた一重束 ACL再建術後4ヵ月と8ヵ月での膝筋力の測定結果から、術後の筋力回復の過程とそれに影響を与える因子について検討した。術後4~8ヵ月では、患健側比や単位体重筋力の増大率は、性別、年代、受傷から手術までの期間による差を認めなかった。術後4ヵ月時の筋力が著明に低下した症例は、術後8ヵ月時の筋力の回復も不十分であることが多かった。

## 文 献

- 1) 山本茂樹ほか：膝前十字靭帯再建術後の筋力回復とスポーツ復帰—選手へのアンケート調査から—。整形外科, 58 : 373-377, 2007.
- 2) 山本茂樹ほか：膝前十字靭帯再建術後の筋力の回復とスポーツ復帰について。膝, 30 : 285-289, 2005.
- 3) 益田洋史ほか：膝前十字靭帯再建術後のジョギング開始時期の検討—膝伸展筋力の回復度合いから—。北海道理療, 23 : 11-14, 2006.
- 4) Hefti F et al : Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1 : 226-234, 1993.
- 5) 入内島崇紀ほか：膝関節前十字靭帯再建術後筋力回復および関節安定性に影響する因子の検討。JOSKAS, 37 : 72-73, 2012.
- 6) 柏 薫里ほか：膝前十字靭帯再建術後の膝伸展および屈曲筋力の評価。JOSKAS 37 : 52-53, 2012.
- 7) 山本茂樹ほか：前十字靭帯再建術後の筋力回復の経時的検討。整スポ会誌, 28 : 205-209, 2009.
- 8) 山崎 祐ほか：ACL再建術後の膝伸筋・屈筋ピークトルク値の推移。九・山スポ研究会誌, 21 : 41-48, 2009.
- 9) 池田 浩ほか：前十字靭帯再建術における術前の筋力が術後の筋力に与える影響。整・災外, 44 : 777-782, 2001.
- 10) 佐藤謙次ほか：バスケットボール選手における膝前十字靭帯再建術後筋力の性差。JOSKAS, 38 : 74-75, 2013.
- 11) 佐藤謙次ほか：膝前十字靭帯再建術後の年代別筋力。JOSKAS, 37 : 104-105, 2012.
- 12) 山本茂樹ほか：膝前十字靭帯再建術後の筋力の回復について：年代別の検討より。整スポ会誌, 28 : 145-149, 2009.
- 13) 木村正一ほか：膝前十字靭帯再建術後における客観的不安定性および大腿四頭筋筋力に関する多変量解析。日関外誌, 15 : 217-221, 1996.

Japanese Journal of  
**ORTHOPAEDIC  
SPORTS  
MEDICINE**



定款・入会細則 .....	101
名誉会員・海外特別会員, 理事, 監事, 代議員名簿 ...	110
各種委員会 .....	112
学会開催のお知らせ .....	114

**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。

### (学術集会への参加)

第7条 学術集会への参加は、本法人の会員ならびにスポーツ医学に関連する者で、学術集会会長が認めた者に限る。

### (学術集会での発表)

第8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。

3 この改定細則は、平成26年1月24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) 理学療法士・作業療法士
- 2) 日本体育協会アスレチックトレーナー
- 3) その他、理事会が認める者
- 4) 上記の者の入会手続き方法は下記の通りとする。
  - 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代議員1名の推薦を得ること
  - ③③)については、業績、活動歴、在学証明書などを添えること

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1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

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

(再入会)

第11条 退会した者が再度入会する場合には, 第2条の手続を要する. 但し, 退会の際未納の会費がある場合は当該未納会費を納入しなければならない. 法人設立前の日本整形外科スポーツ医学会を退会した者も含む.

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.
- 3 この改定細則は平成26年1月24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	麻生 邦一
阿部 宗昭	生田 義和	石井 清一	伊勢亀富士朗	伊藤 恵康
今井 望	今給黎篤弘	大久保 衛	岡崎 壯之	荻野 利彦
越智 隆弘	城所 靖郎	木下 光雄	木村 雅史	黒澤 尚
河野 一郎	腰野 富久	斉藤 明義	榊田喜三郎	阪本 桂造
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	靱田 幸徳	中嶋 寛之	丹羽 滋郎	浜田 良機
林 浩一郎	福林 徹	藤澤 幸三	松井 宣夫	三浦 隆行
茂手木三男	守屋 秀繁	山本 晴康	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

石橋 恭之	稲垣 克記	奥脇 透	久保 俊一	西良 浩一
酒井 宏哉	柴田 陽三	菅谷 啓之	◎高岸 憲二	田中 寿一
田中 康仁	○帖佐 悦男	土屋 弘行	中村 博亮	○別府 諸兄
松田 秀一	丸毛 啓史			

◎理事長    ○副理事長

## 監事

藤 哲    武藤 芳照

代議員

相澤 充	青木 光広	青木 喜満	麻生 伸一	阿部 信寛
阿部 均	雨宮 雷太	新井 祐志	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	稲垣 克記	井上 貴司	井上 雅之	今井 一博
今給黎直明	今田 光一	入江 一憲	岩佐 潤二	岩崎 倫政
岩噌 弘志	岩堀 裕介	岩本 潤	岩本 英明	岩本 幸英
内尾 祐司	内山 英司	内山 善康	大谷 俊郎	大塚 隆信
大槻 伸吾	大沼 弘幸	大野 和則	大場 俊二	大庭 英雄
大森 豪	小笠 博義	岡田知佐子	岡村 良久	小倉 雅
奥脇 透	尾崎 誠	尾崎 敏文	柏口 新二	片岡 洋一
加藤 公	金谷 文則	金岡 恒治	龜山 泰	川上 照彦
川口 宗義	寛田 司	喜久生明男	北岡 克彦	木下 裕光
金 勝乾	久保 俊一	熊井 司	栗山 節郎	河野 秀樹
後藤 英之	小林 龍生	小林 良充	齋藤 知行	齊藤 英知
西良 浩一	佐伯 和彦	酒井 忠博	酒井 直隆	酒井 宏哉
桜庭 景植	鮫島 康仁	塩谷 英司	柴田 陽三	清水 邦明
清水 卓也	清水 正人	常德 剛	白倉 賢二	新城 宏隆
菅谷 啓之	杉田 健彦	杉本 和也	杉本 勝正	鈴江 直人
鈴木 啓之	副島 修	副島 崇	園田 昌毅	高岸 憲二
高杉紳一郎	高橋 敏明	高原 政利	高原 康弘	田口 敏彦
竹内 良平	竹田 秀明	武田 芳嗣	田島 吾郎	立花 陽明
田中 寿一	田中 康仁	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	津村 弘	藤 哲	遠山 晴一
戸祭 正喜	鳥居 俊	内藤 正俊	中川 晃一	中川 匠
中川 照彦	中川 泰彰	中島 育昌	中瀬 順介	長瀬 寅
中村 博亮	中山正一郎	成田 哲也	野崎 正浩	橋口 宏
橋本 祐介	馬場 久敏	林 英俊	林 正典	林 光俊
原 邦夫	原田 幹生	樋口 潤一	平岡 久忠	平沼 憲治
平野 篤	福井 尚志	福島 重宣	福田 亜紀	福田 潤
藤井 康成	藤卷 良昌	藤谷 博人	古島 弘三	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	松木 圭介	松末 吉隆	松田 秀一	松本 秀男
松本 學	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
宮武 慎	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	森原 徹
森本 祐介	柳下 和慶	安田 義	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 哲司	柚木 脩	横江 清司
吉川 玄逸	吉田 宗人	吉村 一朗	吉矢 晋一	米倉 暁彦
和田 佑一	渡邊 耕太	渡邊 幹彦	渡會 公治	

(214名；敬称略，50音順)

## 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

◎/○別府 諸兄 ●武藤 芳照  
帖佐 悦男 松本 秀男

### 財務委員会

◎/○帖佐 悦男  
青木 光広 大谷 俊郎 副島 修

### 編集委員会

◎柴田 陽三 ○中川 泰彰  
阿部 信寛 阿部 均 新井 祐志 岩佐 潤二 内山 善康  
後藤 英之 武田 芳嗣 中山正一郎 平岡 久忠 松本 學  
森澤 豊 安田 義

### 学術検討委員会

◎石橋 恭之 ○井手 淳二  
内尾 祐司 金森 章浩 小林 良充 杉本 和也 原田 幹生  
渡邊 幹彦

### 広報委員会

◎酒井 宏哉 ○金岡 恒治 ●亀山 泰  
大槻 伸吾 平野 篤 村 成幸 安田 稔人 山崎 哲也

### 国際委員会

◎菅谷 啓之 ○熊井 司  
岩崎 倫政 齋藤 知行 清水 邦明 吉田 宗人

### 教育研修委員会

◎久保 俊一 ○岡村 良久 ●岩本 英明 ●奥脇 透  
阿部 信寛 園田 昌毅 松浦 哲也

### 社会保険委員会

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

### メンバーシップ委員会

◎松田 秀一  
池田耕太郎 大庭 英雄 野崎 正浩 本庄 宏司 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 田島 卓也 森 淳 安田 稔人

### 定款等検討委員会

◎土屋 弘行 ○三浦 裕正 ●吉矢 晋一  
入江 一憲 白倉 賢二 杉田 健彦 高杉紳一郎

### 学会活性化検討委員会

◎西良 浩一 ○中川 匠  
大場 俊二 加藤 公 野崎 正浩 林 光俊 山下 敏彦

### 専門医制度検討委員会

◎田中 寿一 ○石橋 恭之  
田中 康仁 中村 博亮 丸毛 啓史

### 情報管理システム委員会

◎中村 博亮  
尾崎 敏文 尾崎 誠 中田 研 山本 謙吾 山本 哲司

### 倫理委員会

◎丸毛 啓史  
大塚 隆信 土谷 一晃 古谷 正博 増島 篤

### 障害検討委員会

◎奥脇 透  
相澤 充 岩堀 裕介 田口 敏彦 水田 博志 鳥居 俊  
渡邊 幹彦

# 学会開催のお知らせ

---

## 第41回日本肩関節学会

会 期：平成26年10月24日(金)・25日(土)  
会 場：佐賀市文化会館, 佐賀県総合体育館  
会 長：森澤 佳三(特定医療法人整肢会 副島整形外科病院 院長)  
テーマ：Globalization～日本から世界へ～  
U R L：http://www.nksnet.co.jp/jss41/

プログラム概要：特別講演, シンポジウム(English Session), セミナー,  
一般講演(口演/ポスター)  
主 題：・腱板広範囲断裂の治療戦略  
・投球障害の治療 など

## 合同開催

第11回 肩の運動機能研究会

会 長：西川 英夫(特定医療法人整肢会 副島整形外科病院 診療部長)  
主 題：・腱板断裂後に対するコ・メディカルの取り組み  
・外傷性肩関節脱臼に対しての治療 など

お問い合わせ先：<事務局>

第41回日本肩関節学会 事務局  
〒843-0024 佐賀県武雄市武雄町大字富岡7641-1  
特定医療法人 整肢会 副島整形外科病院内  
TEL：0954-22-4526 FAX：0954-22-4528  
E-mail：jss41@soejimaseikei.or.jp

## 第39回日本足の外科学会・学術集会

会 期：2014年11月13日(木)・14日(金)

会 場：シーガイアコンベンションセンター

〒880-8545 宮崎県宮崎市山崎町浜山 TEL：0985-21-1111

会 長：野口 昌彦(至誠会第二病院 整形外科診療部長・足の外科センター長)

テーマ：足の外科のプロフェッショナルを目指して

U R L：http://jssf2014.umin.jp/

プログラム(以下の他にも多数講演を企画中)

- 特別講演：変形性足関節症の病因と治療—40年の経験から—  
高倉 義典 先生(西奈良中央病院 顧問, 奈良県立医科大学 名誉教授)
- 基調講演：日本におけるフットケアの現状と課題  
田中 康仁 先生(奈良県立医科大学整形外科 教授)
- 招待講演：1. Patient Specific Computational Modeling of Surgical Correction for Adult Acquired Flatfoot Deformity  
Jennifer S. Wayne, Ph.D.  
(Prof. of Biomed. Eng. and Orthop. Surg., Virginia Commonwealth Univ., USA)  
2. 医用画像ベースのバイオメカニクス—足の外科への応用  
Nozomu Inoue, M.D., Ph.D.  
(Prof. of Dept. of Orthop. Surg., Director, Orthop. Biomechanics Lab., Rush Univ. Med. Center, USA)
- 特別企画：なでしこジャパン(仮題)  
原 邦夫 先生(京都府立医科大学 特任教授, なでしこジャパン チームドクター)
- シンポジウム：
  1. 後脛骨筋腱機能不全の診断と治療
  2. 足部 Charcot 関節症の診断と治療
- パネルディスカッション：
  1. 鏡視下足関節外側靭帯再建術
  2. RA 前足部障害に対する手術法の選択
  3. MTP 関節脱臼を伴う外反母趾の治療
  4. 強剛母趾の診断と治療
- 主題(予定)
  1. 足関節外側靭帯損傷の診断と治療
  2. 変形性足関節症の治療
  3. (重度)外反母趾の治療
  4. 距骨 OCL の治療戦略
  5. 早期スポーツ復帰を目指した新鮮アキレス腱断裂の治療
  6. スポーツによる足部疲労骨折の治療
  7. スポーツによる足部・足関節傷害
  8. 陳旧性アキレス腱断裂の治療
  9. 足部・足関節骨折の治療
  10. 足部変形の治療
  11. 足底筋膜炎の治療

※一般演題, モーニング(1)・ランチオン(6)・イブニング(1)・ハンズオンセミナー, ほか.

お問い合わせ先:

<事務局>東京女子医科大学整形外科医局内 〒162-8666 東京都新宿区河田町8-1

<事務取扱>ウエノコンgresサービス内 〒602-0855 京都府京都市上京区河原町通  
荒神口下ル西側 安田ビル3階

TEL: 075-213-7057 FAX: 075-213-7058 E-mail: jssf2014@uenocongress.jp

# 事務局からのお知らせ

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

本学会の会員は、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。(info@jossm.or.jp) 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、メールアドレスに変更がありましたら、お早めに事務局あてメールにてご連絡ください。(info@jossm.or.jp)

ご連絡がない場合、学会雑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。

### ■事務局連絡先

一般社団法人日本整形外科学会 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

梅雨の時期となりました。日本列島一帯が豪雨となり、特に関東甲信地方では多くのところで梅雨入りした6月5～8日まで断続的に雨が続き、この数日間で6月の1～2ヵ月分の雨量に匹敵する記録的な大雨となりました。6月13日には東京・多摩地方でこの時期に雹が降ったようです。一方北海道では6月3日、観測史上初めて37.8度の猛暑となり、かつてないほどの異常気象が年々増加している感が否めません。これも地球温暖化の影響でしょうか。

いよいよサッカーの世界一を決定するFIFAワールドカップ2014ブラジル大会が6月13日から開会され、日本国内でも盛り上がりを見せています。FIFAランクでは全て同格以上のコートジボワール、ギリシャ、コロンビアを相手に、日本らしい戦い方をしてくれると期待しています。本号が発刊されるころには閉会していることと思いますが、日本代表の健闘を祈っています。

さて本号では、第39回学術集会で発表された「アンチエイジングのためのスポーツ」についての論文が、序文を含めて4編掲載されることとなりました。わが国は世界一の長寿国であり、健康寿命の延伸には運動機能の維持・向上が極めて重要であることは周知のとおりです。そのための包括的手段としての健康スポーツの実践と有効性が述べられています。また学術プロジェクト研究助成論文が3編掲載され、いずれも整形外科スポーツ医学分野において直面する、現場に直結したスポーツ傷害の予防に関する重要な課題に対する、具体的解決に向けた有意義な論文ばかりです。その他、野球選手における投球障害肩、バレーボール選手における肩の検診、フットサル、サッカー選手の検診、腰椎疲労骨折に対する治療、ACL再建術や腓骨筋腱脱臼に対する手術に関するもの等、非常に充実した内容になっています。最後に、ご投稿頂きました先生方、査読・編集にご尽力頂きました先生方に改めまして御礼申し上げます。(文責・岩佐潤二)

JAPANESE JOURNAL OF ORTHOPAEDIC SPORTS MEDICINE  
2014・VOL.34 NO.3

CHIEF EDITOR  
YASUAKI NAKAGAWA,M.D.

### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

NOBUHIRO ABE,M.D.	HITOSHI ABE,M.D.	YUJI ARAI,M.D.
JUNJI IWASA,M.D.	YOSHIYASU UCHIYAMA,M.D.	HIDEYUKI GOTO,M.D.
YOSHITSUGU TAKEDA,M.D.	SHOICHIRO NAKAYAMA,M.D.	HISATADA HIRAOKA,M.D.
MANABU MATSUMOTO,M.D.	YUTAKA MORISAWA,M.D.	TADASHI YASUDA,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.34 NO.3

2014年7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(2014年度)

◎柴田 陽三	阿部 信寛	阿部 均	新井 祐志
◎中川 泰彰	内山 善康	後藤 英之	武田 芳嗣
岩佐 潤二	平岡 久忠	松本 學	森澤 豊
中山正一郎			
安田 義		(◎担当理事	○委員長)



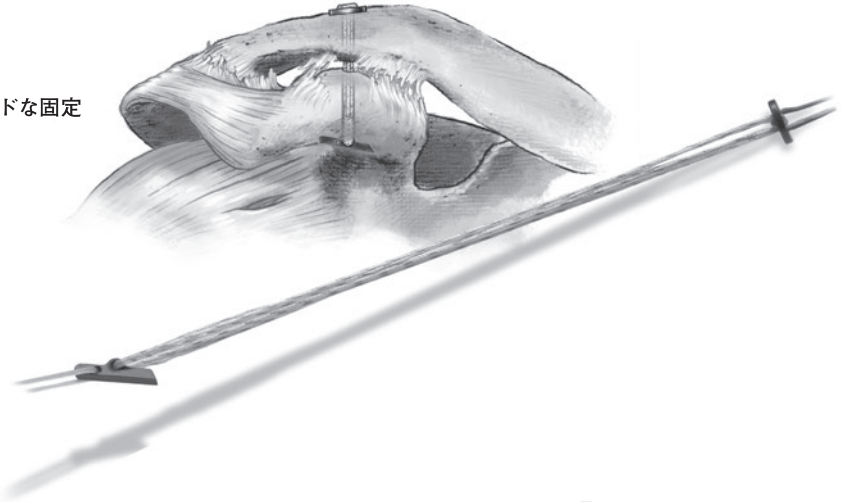
**ZIPTIGHT**  
FIXATION SYSTEM

Featuring...

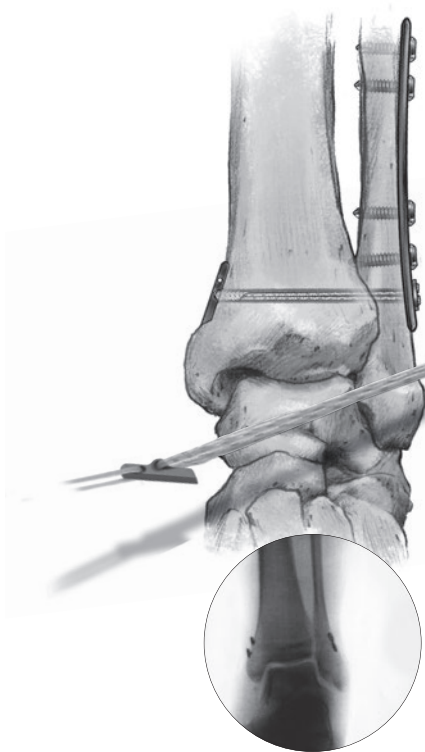
*ZipLop*  
TECHNOLOGY

## AC Joint Reconstruction

- 新鮮肩鎖関節脱臼例に適應
- ノットレスでロープロファイルな固定
- マイクロモーションを許容するセミリジッドな固定



No screws...no knots.



## Ankle Syndesmosis Repair

- ノットレスでロープロファイルな固定
- マイクロモーションを許容するセミリジッドな固定
- チタン製プレートと併用可能なチタン合金製ボタン

販売名：ZipTight システム

承認番号：22500BZX00484000

バイオメット・ジャパン株式会社

本社：〒105-0011 東京都港区芝公園二丁目11番1号 住友不動産芝公園タワー15階  
TEL 03-5404-5670 (代表) FAX 03-5404-5677  
<https://www.biomet.co.jp/>

All trademarks herein are the property of Biomet, Inc. or its subsidiaries unless otherwise indicated.  
©2014 Biomet Japan.

**BIOMET**  
One Surgeon. One Patient.



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/>

Pfizer



藤原真理

Mari Fujiwara

藤原真理

日本音楽コンクール・チェロ部門第1位および大賞、  
チャイコフスキー国際コンクール第2位など  
多くの受賞歴をもつ。

現在、日本を代表するチェリストとして  
国内外で活躍している。

骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載

**ビビアント錠20mg**

Viviant® Tablets 20mg

バゼドキシフェン酢酸塩錠

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

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 資料請求先：製品情報センター

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

2011年7月作成



使い続けられているブランド  
新たな飛躍 ロキソニンテープ



# 新たな飛躍「ロキソニンテープ」

## 【禁忌】(次の患者には使用しないこと)

1. 本剤の成分に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[喘息発作を誘発することがある。]

## 【効能・効果】

下記疾患並びに症状の消炎・鎮痛  
変形性関節症、筋肉痛、外傷後の腫脹・疼痛

## 【用法・用量】

1日1回、患部に貼付する。

## 【使用上の注意】

1. 慎重投与(次の患者には慎重に使用すること)  
気管支喘息の患者[病態を悪化させることがある。]

## 2. 重要な基本的注意

- (1) 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。
- (2) 皮膚の感染症を不顕性化するおそれがあるので、感染による炎症に対して用いる場合には適切な抗菌剤又は抗真菌剤を併用し、観察を十分行い慎重に使用すること。
- (3) 慢性疾患(変形性関節症等)に対し本剤を用いる場合には薬物療法以外の療法も考慮すること。また、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。

## 3. 副作用

本剤は、副作用発現頻度が明確となる臨床試験を実施していない。なお、ロキソニンパップ100mgにおいて承認時までに報告された副作用(自己覚症状及び臨床検査値異常)は、安全性評価対象例1,075例中91例(8.5%)であった。その主なものは、そう痒(2.1%)、紅斑(1.5%)、接触性皮膚炎(1.4%)等の皮膚症状、胃不快感(0.6%)等の消化管症状、ALT(GPT)上昇(0.6%)、AST(GOT)上昇(0.5%)等の臨床検査値異常であった。

ロキソニンパップ100mg及びロキソニンテープ50mg・100mgにおいて製造販売後調査3,038例中87例(2.9%)に副作用が報告され、主なものは、接触性

皮膚炎(1.4%)、そう痒(0.5%)、紅斑(0.4%)等の皮膚症状であった。  
(第8回安全性定期報告時)

以下のような副作用があらわれた場合には、症状に応じて使用を中止するなど適切な処置を行うこと。

	0.5~3%未満	0.5%未満	頻度不明 <sup>※)</sup>
皮膚	そう痒、紅斑、 接触性皮膚炎、皮疹	皮下出血、皮膚刺激、 色素沈着	水疱、腫脹
消化器		胃不快感、上腹部痛、 下痢・軟便	
肝臓		AST(GOT)上昇、 ALT(GPT)上昇、 γ-GTP上昇	
その他		浮腫	

[ロキソニンパップ100mg及びロキソニンテープ50mg・100mgの集計]  
注)自発報告において認められている副作用のため頻度不明。

※その他の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。

経皮吸収型鎮痛・抗炎症剤 薬価基準収載

# ロキソニン<sup>®</sup>

## テープ50mg・100mg

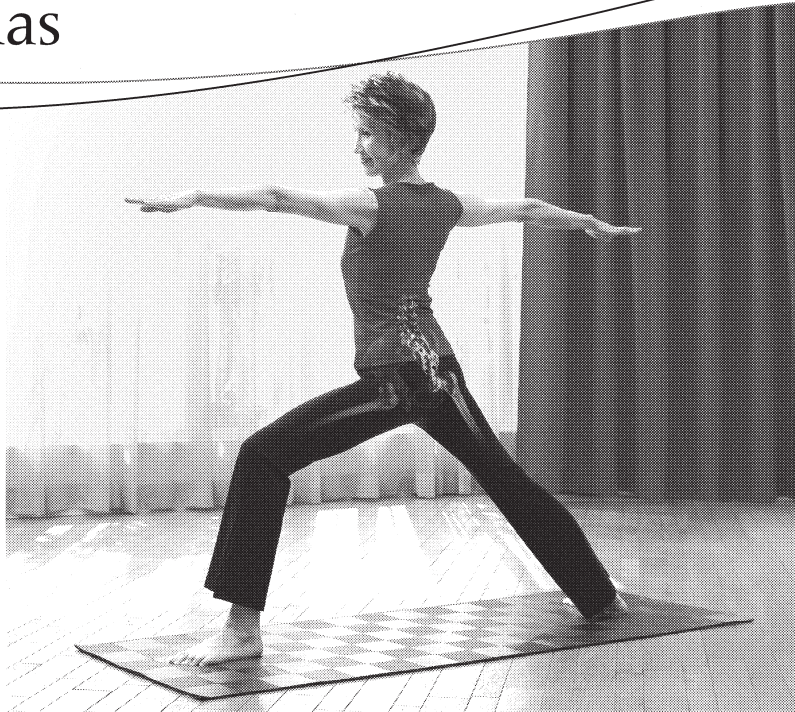
ロキソプロフェナトリウム水和物貼付剤



製造販売元  
 **Daiichi-Sankyo**   
富山県富山市日俣77-3



販売元(資料請求先)  
 **Daiichi-Sankyo**   
東京都中央区日本橋本町3-5-1



骨粗鬆症治療剤(ミノドロン酸水和物錠)

薬価基準収載

**ボノテオ<sup>®</sup>錠 1mg/50mg**

創薬、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)

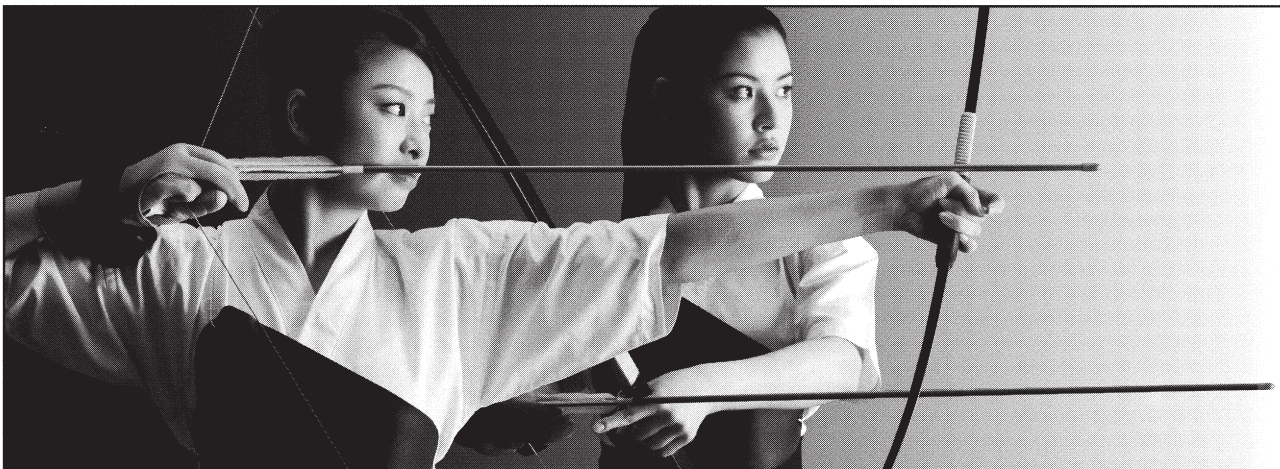
Bonoteo<sup>®</sup>

■「効能・効果」「用法・用量」「禁忌を含む使用上の注意」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**  
東京都中央区日本橋本町2-5-1

[資料請求・お問い合わせ] 営業本部 DIセンター ☎ 0120-189-371

2014/04作成\_A41/2\_Z.02



骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載



**エルシトニ<sup>®</sup>**  
注20S 注20S ディスポ

エルカトニン注射液 創薬 処方せん医薬品<sup>®</sup>  
Elictonin<sup>®</sup> Inj. 20S Elictonin<sup>®</sup> Inj. 20S Dispo ※注冊—医師等の処方せんにより使用すること



骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載

**テリボ<sup>®</sup>** 皮下注用56.5μg

注射用テリパラチド酢酸塩 処方せん医薬品<sup>®</sup>  
Teribone<sup>®</sup> Inj. 56.5μg ※注冊—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」等については製品添付文書をご参照ください。

製造販売元 **旭化成ファーマ株式会社**  
(資料請求先)

医薬情報部 <すり相談窓口>  
〒101-8101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地  
☎ 0120-114-936 (9:00~17:45/土日祝、休業日を除く)  
URL: <http://www.asahikasei-pharma.co.jp>



「運動器の10年」世界運動

科研製薬は  
「運動器の10年」  
世界運動を推進し、  
QOLの向上に  
貢献してまいります。

## 関節機能改善剤（精製ヒアルロン酸ナトリウム関節内注射液）

（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

# アルツ<sup>®</sup>関節注25mg

（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

# アルツ<sup>®</sup>ディスポ<sup>®</sup>関節注25mg

ブリストア<sup>®</sup>包装内滅菌済

特許登録 — 日本国特許第3831505号；第3845110号（医療用滅菌包装における滅菌方法）

- 薬価基準収載
- 効能・効果、用法・用量、禁忌、使用上の注意等の詳細は、製品添付文書をご参照ください。

〔製造販売元〕



生化学工業株式会社  
東京都千代田区丸の内1丁目6-1

発売元

〔資料請求先〕



科研製薬株式会社

〒113-8650 東京都文京区本駒込二丁目28-8

（2012年10月作成） ARZ01CK