

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 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」＞

1. 緒 言

国立スポーツ科学センターメディカルセンター 奥脇 透 …… 1

＜第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」＞

2. 緒 言

JCHO 京都鞍馬口医療センタースポーツ整形外科センター 原 邦夫 …… 3

＜第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」＞

3. サッカー日本女子代表：メディカルサポートの実際と課題

Medical Support for Japan Women's National Football Team

宮崎大学医学部整形外科 山口 奈美ほか … 5

＜第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」＞

4. 日本体育協会とオリンピック

Japan Amateur Sports Association and its Contribution to Tokyo 2020 Olympic Games

日本体育協会スポーツドクター部会 山澤 文裕 …… 10

＜第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」＞

5. 東京オリンピックと JOSSM

Tokyo 2020 and JOSSM

早稲田大学スポーツ科学学術院 金岡 恒治 …… 14

＜第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」＞

6. 緒 言

北海道大学大学院保健科学研究院 遠山 晴一ほか … 18

＜第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」＞

7. スポーツ整形外科におけるエコーの役割

The Role of Ultrasonography in Orthopedics Sports Medicine

至学館大学健康科学部健康スポーツ科学科 後藤 英之ほか … 20

<第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」>

8. スポーツ外傷に対する高気圧酸素治療

Hyperbaric Oxygen Therapy for Sports Injury

東京医科歯科大学スポーツ医歯学診療センター 柳下 和慶ほか … 25

<第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」>

9. スポーツ障害に対する体外衝撃波治療 ～疲労骨折と骨端症を中心に～

Extracorporeal Shock Wave Therapy for Sports Injury

～Focus on the Stress Fracture and Osteochondrosis～

船橋整形外科病院スポーツ医学・関節センター 高橋 謙二ほか … 31

<第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」>

10. 軟骨の再生医療

Regenerative Therapy in Cartilage Repair

大阪保健医療大学スポーツ医科学研究所 中村 憲正 …… 39

<第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」>

11. 遠隔医療システムを用いたラグビー新サポートシステムの可能性

～IT システムが新たな安全対策のソリューションになり得るか～

Possibility of Rugby New Support System Using a Telemedicine System

宮崎大学医学部整形学科 中村 嘉宏ほか … 44

12. 内側半月板後根断裂に対する pullout repair による半月板逸脱進行抑制効果の検討

A Preliminary Study about Effect of Pullout Repair of the Medial Meniscus

Posterior Root Tear on Inhibiting the Progress of the Medial Meniscus Extrusion

岡山大学大学院整形外科 釜付 祐輔ほか … 51

13. 過去 8 年間にプロサッカークラブ所属選手に発生した Jones 骨折 (Zone II, III) について

Jones fractures (Zone II, III) Among the Professional Soccer Club Members over

the Last Eight Years

山形徳洲会病院整形外科 大沼 寧 …… 56

14. 陸上競技短距離選手に発症した第 1 趾基節骨疲労骨折の一例

A Case of the 1st Toe Proximal Phalanx Stress Fracture that Developed to a

Track-and-field Sprinter

今村総合病院スポーツ整形外科 前園 恵慈 …… 61

15. 肩関節内インピンジメント症状を有する野球選手に対する保存療法の成績
Outcomes of Conservative Treatment for Baseball Players with Internal Impingement Symptom of the Shoulder
久留米大学医療センターリハビリテーションセンター 天本 亮ほか … 65
16. 骨硬化を伴う肘頭疲労骨折に対する治療経験
Surgical Treatment for Olecranon Stress Fracture with Bony Sclerotic Change
貴島会クリニック 柳田 育久ほか … 69
17. 小中学生野球選手における上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の罹患率—経時的検討—
Longitudinal Study of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum of Young Baseball Players
京都中部総合医療センター整形外科 琴浦 義浩ほか … 74
18. スポーツ競技者に発症した腰椎椎間関節嚢腫に対して内視鏡下嚢腫摘出術を行なった2症例
Two Cases of Microendoscopic Resection for Lumbar Facet Cyst of Athlete
和歌山県立医科大学整形外科科学講座 西井 佑介ほか … 78
019. 膝蓋腱炎モデルラットにおける膝蓋下脂肪体の病理組織学的評価
The Investigation of Histological Changes in the Infrapatellar Fat Pad with Patellar Tendinopathy
金沢大学大学院医薬保健学総合研究科機能再建学 北川 孝ほか … 82
20. 若年者における2重束膝前十字靱帯再建術後再断裂のリスク因子の検討
Risk Factors of Re-injury after Double Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Athletes
大阪市立大学総合医療センター整形外科 韓 昌勲ほか … 87
21. バレーボール女子Vプレミアリーグ選手の肘関節滑膜ヒダ障害の1例
A Case Report : Synovial Fringe in the Elbow in V-Premiere League Female Volleyball Player
横浜市立みなと赤十字病院手外科・上肢外傷整形外科 若林 良明ほか … 92
22. 成長期スポーツ選手の膝痛に関連する因子
What are the Factors which are Related to the Knee Pain of the Young Athletes?
秋田大学大学院医学系研究科医学専攻機能展開医学系整形外科学講座 木島 泰明ほか … 96

23. 高校野球選手における過去の肩肘痛と投球時上肢しびれの調査
—メディカルチェックでの身体機能との関連と合わせて—
A Survey of the Relationship between Past Shoulder or Elbow Pain and Present
Upper-limb Numbness in Throwing or Physical Function by the Medical Check in
High School Baseball Player
薬師寺運動器クリニックリハビリテーション科 内田 拓実ほか … 101
24. GOTS/JOSSM/KOSSM traveling fellowship 報告記
大阪市立大学整形外科 橋本 祐介ほか … 105
25. 2017 JOSSM-USA travelling fellowship 報告記
山形大学整形外科講座 丸山 真博 …… 111
26. 2017 JOSSM-USA travelling fellowship 報告記
順天堂大学整形外科・スポーツ診療科, 順天堂大学革新的医療技術開発研究センター 長尾 雅史 …… 114
27. 2017 JOSSM-USA travelling fellowship 報告記
神戸大学大学院医学研究科整形外科 荒木 大輔 …… 116

第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」

緒 言

奥脇 透 Toru Okuwaki

「TOKYO (トキオ)」, 2013 年 9 月 7 日, ブエノスアイレスでの Jacques Rogge 前 IOC 会長が発した言葉に, 日本中が沸き立った. 東京でのオリンピック開催は 1964 年以來 56 年ぶり 2 回目である. しかし, 前回大会は私にとって, わずか 5 歳での出来事であり記憶にない. したがって 2020 年大会が, 初めて経験する自国開催の夏季オリンピックとなる. 第 32 回オリンピック競技大会 (The Games of the XXXII Olympiad) は 2020 年 7 月 24 日~8 月 9 日まで, 第 16 回パラリンピック競技大会 (Tokyo 2020 Paralympic Games) は 8 月 25 日~9 月 6 日まで, 東京を中心に開催される. スポーツドクターとして, この来る 2020 年東京オリンピック・パラリンピック (以下, 2020 年大会) に多少なりとも関与できるという喜びとともに, 大会の成功を祈りながら, 日々のメディカルサポートを展開している. そのなかで最も大切にしていることは「準備」である. これまで帯同したさまざまな国際競技大会において, メディカルサポートがうまくいったと感じた大会では, 結局のところ事前の準備がよかった, という思いがある. 準備段階でみつかったさまざまな問題に対して, その対策を行ないながら進めていくことで, 結果として十分なメディカルサポートにつながったと考えている.

今回のシンポジウムのテーマは, ずばり「2020 年東京オリンピック：準備と対策」である. 2020 年大会のビジョンには, 3 つの基本コンセプト「全員が自己ベスト」, 「多様性と調和」および「未来への継承」が掲げられており, これは医療に関係するスタッフ全員にも求められていることである. この大会ビジョンを踏まえうえて, とともに座長の労をとられた原先生と, 5 名のシンポジストの先生方と一緒に, 大会に向けた準備と対策についてシンポジウムを開催した.

以下は今回, 各シンポジストにお願いした内容である.

1. 日本選手団本部ドクターの立場から

まず中嶋耕平先生には, 北京 (2008), ロンドン (2012) そしてリオデジャネイロ (2016) の 3 大会に, 日本選手団本部ドクターとして帯同された経験を通じて, チームドクターとして, また国立スポーツ科学センターのドクターとして, 2020 年大会に向けた取り組みについて述べて頂く.

2. 競技団体医事委員会ドクターの立場から

次に林光俊先生には, 日本バレーボール協会の医事委員の立場から, チームドクターとして (代表チームと V リーグドクターの関係), またホスト側の医事委員として (とくに競技会場スタッフの準備や対策), 2020 年大会に向けた取り組みを紹介して頂く.

3. 競技団体代表チームドクターの立場から

また山口奈美先生には, サッカー日本女子代表 (なでしこジャパン) のチームドクターとして, これまでのメディカルサポートを通じての経験から感じたことを述べて頂く.

4. 日本体育協会公認スポーツドクターの立場から

一方, 内科医の山澤文裕先生 (専門分野: 呼吸器, アンチ・ドーピング関係, また日本陸上競技連盟医事委員長でもある) には, (公財) 日本体育協会の公認スポーツドクター制度の歴史を通じて, オリンピックとの関係に触れながら今後の方向性を示唆して頂く.

5. JOSSM ドクターの立場から

最後に, JOSSM 理事でもある金岡恒治先生 (日本水泳連盟医事委員長) には, JOSSM ドクターの立ち位置について, 整形外科専門医や日体協ドクターとのすみ分けを踏まえて持論を展開して頂く.

奥脇 透

〒115-0056 東京都北区西が丘 3-15-1

国立スポーツ科学センターメディカルセンター

TEL 03-5963-0211

国立スポーツ科学センターメディカルセンター

Medical Center, Japan Institute of Sport Sciences

結果的に、総合討論は時間の関係でできなかったが、それぞれの立場から述べて頂いた意見は、アスリートをサポートするドクターとしての今後に十分に参考となるものであった。日々の診療を担う医療機関におけるスポーツドクター、所属する競技団体の医事委員、競技団体のチームドクター（各チームまたは日本代表チーム）

および日本選手団本部ドクターが、それぞれに連携し、そのチームワークでもって、2020年大会に取り組んでいくことができれば、開催が決まった時以上の喜びを、達成感や充実感とともに皆さんと共有できるものと信じている。

第 43 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「2020 年東京オリンピック：準備と対策」

緒 言

原 邦夫 Kunio Hara

東京オリンピック・パラリンピックの開催まで 1,000 日を切って各競技種目の強化にも熱が入ってくる時期になっています。今回、第 43 回日本整形外科スポーツ医学会のシンポジウム（1）では「2020 年東京オリンピック：準備と対策」をテーマに 5 名の演者の先生方からご報告頂きました。

中嶋耕平先生からは選手のサポートの目的で選手村に開設されていたメディカルブースのポリクリニックの内容や、リオ・オリンピックでの活動状況について詳細にご報告頂きました。メディカルサポートは一般整形外科の外傷・傷害のケアにとどまることはなくアイスバスなどの予防的なケアやコンディショニングを中心に行なわれました。また日本食の提供など長期間の選手村での生活にストレスの軽減を図って競技に集中してもらうことが重要な活動になるとのことでした。東京オリンピックではまだ具体的なメディカルサポートの計画は難しい段階ですが、自国開催の利点を生かした手厚いサポート体制が展開できるものと期待しています。

林光俊先生のご報告ではバレーボール代表チームへの長年の帯同経験、日本バレーボール協会としての代表チームへのサポート体制のお話を頂きました。バレーボールの傷害は繰り返すジャンプによる膝関節、腰への負担、ボールヒット時の肩関節痛、繰り返しの捻挫などオーバーユースが大きな要因とされメディカルチェックの重要性を述べて頂きました。足関節では試合中の内反捻挫の瞬間の動画も示して頂きバレーボールによる外傷の起こりやすいプレーを通して注意喚起に重要な報告を頂きました。

山口奈美先生には女子サッカーの日本代表チームには U-16/17、U-19/20、フル代表のカテゴリーがあり育成年代からトップチームまでの帯同経験をお話し頂きまし

た。メディカルサポートでは事前準備のなかで感染症対策、医薬品選定や所属チームから選考選手のコンディショニングの情報収集が重要と報告頂きました。帯同時には体重、心拍、体温の身体コンディションに加えて月経随伴症状や月経不順などのサッカーに限らない女子競技の大会期間中の対応をお話し頂きました。

山澤文裕先生からは日本体育協会とオリンピックの歴史的な関係をご説明頂きました。1989 年に日本オリンピック委員会（JOC）が日本体育協会から分離・独立するまでは、オリンピックへの選手団の派遣も日本体育協会が行ないオリンピックへの直接的な関与を行なっていました。2 回目となる東京オリンピック・パラリンピックの開催は、わが国においてスポーツが文化として根づき、発展していく大きなチャンスであるとお話し頂きました。

金岡恒治先生には東京オリンピックと JOSSM の関わりをご講演いただきました。オリンピックという最高レベルでの戦いには最高の競技環境を提供することが要求されます。自国開催の東京オリンピックでは日本選手団以外の他国の選手の医事管理が必要になるばかりか観客のみならずへの医事管理の対応も必要になります。最近ロシアのドーピング疑惑でさらに重要視されているアンチ・ドーピングへの対応も、文部科学省による法的な整備も進められています。多様な国の多くの選手が滞在する選手村には病院施設をもつポリクリニックが設営され、競技現場でのスポーツ選手の運動器に生じた諸問題を適切に対応することができる JOSSM のスポーツドクター・トレーナーの活動の場は、さらに多くなるものとお話し頂きました。

現場のアスリートへの具体的なコンディショニングの対応では代表チームへの招集期間だけでピークを 4 年に

1 回の大切な期間に合わせることは難しいと考えます。所属チームでは年間を通したリーグ戦への調整も必要となり、個々の選手やメディカルスタッフの対応だけでは難しいのが現状です。代表チームの医事管理は各競技団

体に設置されている医学委員会で行なわれており、年間を通した選手のコンディショニングを管理する所属チームの各リーグの医学委員会との間にこれまで以上に密な連携を構築することが急務であると考えています。

サッカー日本女子代表：メディカルサポートの実際と課題

Medical Support for Japan Women's National Football Team

山口 奈美 ¹⁾	Nami Yamaguchi	石田 康行 ¹⁾	Yasuyuki Ishida
田島 卓也 ¹⁾	Takuya Tajima	森田 雄大 ¹⁾	Yudai Morita
帖佐 悦男 ¹⁾	Etsuo Chosa	園田 典生 ²⁾	Norio Sonoda

● Key words

メディカルサポート, サッカー日本女子代表

● 要旨

サッカー日本女子代表におけるメディカルサポートの現状と課題を報告する。メディカルサポートの主な内容は、事前準備(情報収集, 医薬品の準備等), メディカルチェック, 帯同時のサポート(コンディショニング, 傷害・疾病への対応, ドーピングコントロール対策等), 活動終了後の報告である。各年代で外傷・障害, 月経異常の有無などに特徴があり, とくに U-20 世代では足関節捻挫の既往, フル代表では膝前十字靭帯損傷の既往が特徴的であり, 各年代における傷害・身体的特徴を把握し, 教育や指導・予防対策を行なうことが重要である。また, チーム全体で選手の情報を共有し, 所属チームと連携してサポートを行なうことが重要である。

はじめに

国際サッカー連盟(FIFA)が主催する世界大会をめざすサッカー日本女子代表チームには年代別に, A 代表(なでしこジャパン), U-20 代表および U-17 代表のカテゴリーがあり(図 1)¹⁾(フットサルを除く), それぞれのカテゴリーを 2~3 名のドクターで担当し, トレーナーと協力してメディカルサポートを行なっている。

これまで経験してきたサッカー日本女子代表活動におけるメディカルサポートと課題を報告する。

メディカルサポート

サッカー女子日本代表の活動は, カテゴリーやその年によって異なり, オリンピックやワールドカップ等の国際大会が開催される年は必然的に活動日数が増える。2017 年のなでしこジャパンの活動日数は約 90 日間で, 国内トレーニングキャンプ 1 回, 海外遠征 3 回, 国際試合・大会 4 回(海外 1 回)という内容であった。

なでしこジャパンの活動ではメディカルスタッフとしてアスレティックトレーナー 2 名(アンダーカテゴリーは 1 名), ドクター 1 名が帯同しメディカルサポートを行なった。

山口奈美
〒 889-1692 宮崎県清武町大字木原 5200
宮崎大学医学部整形外科
TEL 098-585-0986

1) 宮崎大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Miyazaki
2) 藤元総合病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Fujimoto General Hospital

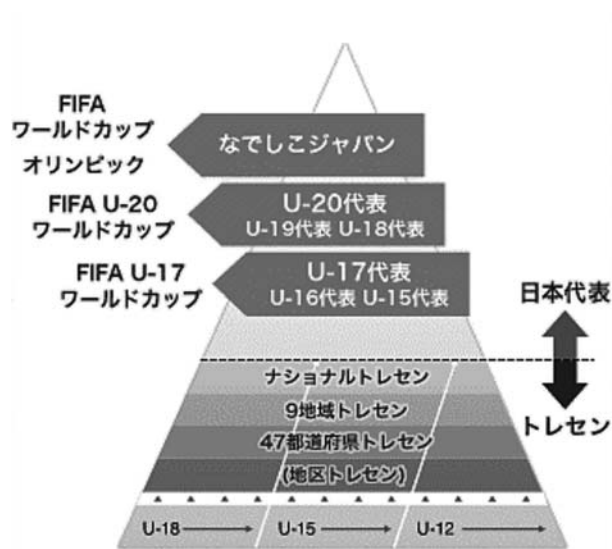


図1 サッカー日本女子代表のカテゴリー¹⁾
トレセン：トレーニングセンター

以下、ドクターのメディカルサポートの具体例を示す。

事前準備

- 1) 感染症対策：国際大会や海外遠征で訪れる国々の衛生環境や流行している感染症などを把握し、入国の際に必要な予防接種や予防薬を調査する。日本サッカー協会医学委員会で定められた予防接種の接種歴を把握し、大会前までに済ませるように調整を行なう。
- 2) 医薬品・医療器材の選定：基本的には日本サッカー協会医学委員会で選定された医薬品・医療器材を使用するが、渡航先や日数、選手の年齢を考慮して増減や追加の医薬品を検討する。
- 3) 選手の情報収集：チーム集合前に直近の外傷や障害について所属チームから情報収集を行なう。

チーム集合時のメディカルチェック

選手が持参するサッカーヘルスマイト(図2)および集合時に記入した調査票を確認し、外傷・障害の有無や程度、コンディショニングを確認する。必要に応じて代表活動が可能であるかの判断を行なう。

チーム帯同中のメディカルサポート

- 1) コンディショニング：体重・体脂肪・心拍数・体温の測定、選手が申告する毎朝のコンディションを確認



図2 サッカーヘルスマイト
選手個人の代表活動歴や既往歴、受けた医療行為、予防接種歴などが記録されており、代表活動の際には必ず持参する。

- する。必要に応じて練習量やメニューなどをコーチングスタッフと相談する。その他、月経随伴症状や月経異常の有無を聴取し、月経開始から終了までを把握する。
- 2) 傷害・疾病への対応：軽度の傷害・疾病は、持参の医薬品や医療器材で対応する。医療機関受診が必要な場合には選手に同行する。傷害・疾病に関して問題がある選手については所属チームのドクターへ報告し、治療内容やその後の対応を検討する。選手の状態や今後の見通し等をコーチングスタッフに報告する。
 - 3) ドーピングコントロール対策：毎年更新される最新の情報を入手し変更点などを確認する。選手の常備薬やサプリメントを把握し、ドーピング禁止物質が含まれていないかの確認を行なう。必要があればTUE(治療使用特例)を作成し、提出する。代表活動を通して繰り返しアンチ・ドーピング教育を行なう。大会の際には試合前に申告書(図3)を提出し、ドーピングコントロールの際には選手に付き添う。

トレーニングキャンプ・遠征・大会終了時

サッカーヘルスマイトに活動期間中の傷害・疾病について記載し、チームドクターへ報告する。また、医学委員会へ帯同報告書ならびに傷病報告書を提出する。

年代別特徴

これまでに帯同した FIFA U-17 Women's World Cup

[illegible]

図3 List of medicaments prescribed
ワールドカップ等国際大会の際には、試合開始 72 時間以内に
使用した薬剤、摂取したサプリメントを試合前に申告する。

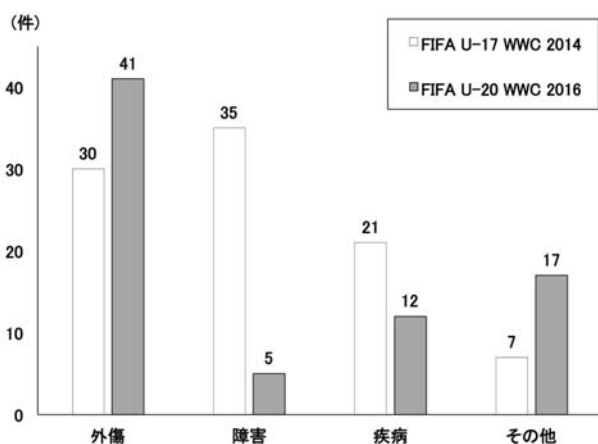


図 4 FIFA U-17 WWC 2014, FIFA U-20 WWC 2016 における外傷・障害・疾病発生件数の比較
FIFA：国際サッカー連盟, WWC：Women's World Cup

Costa Rica 2014 (以下 U-17 WWC), FIFA U-20 Women's World Cup Papua New Guinea 2016 (以下 U-20 WWC)での外傷・障害・疾病を比較する(図4)。

選手数はどちらも21名、平均年齢はU-17が15.9歳、U-20が19.2歳で帯同期間・試合数はどちらも31日間(大会期間21日間)、6試合であった。なお、U-20 WWCに参加した21名中9名はU-17 WWCのメンバーであった。試合数が多く、挫傷や挫創などの軽微な外傷はどちらのカテゴリーにも多く認めたが、overuseや不十分なケアが原因と考えられた障害に関しては、より年齢の低いU-17のカテゴリーの選手に多く認めた。疾病に関しては、時差・移動距離のあるコスタリカで行なわれたU-17 WWCで体調を崩す選手が多くみられた。

さらになでしこジャパンを加えた3つのカテゴリーで

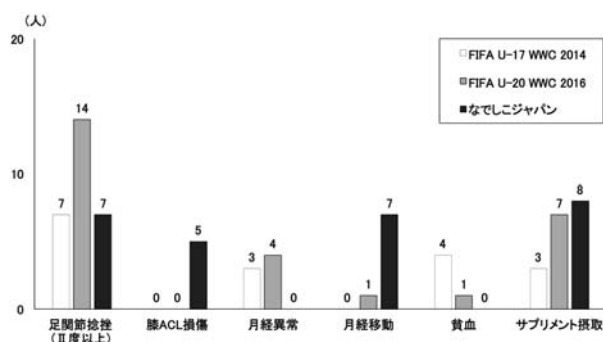


図5 サッカー日本女子代表の年代別特徴
FIFA：国際サッカー連盟, WWC：Women's World Cup, ACL：前十字靱帯

年代別の特徴を比較した(図5)。なでしこジャパンは2017年3月に開催されたアルガルベカップに招集された23名(平均年齢24.2歳)とした。サッカー選手に多い外傷である足関節捻挫(Ⅱ度以上)の既往がある選手はどの年代にも多く、とくにU-20で多く認めた。また、膝前十字靱帯(以下ACL)損傷の既往がある選手はなでしこジャパンで23人中5人(両側例含む)であった。U-17 WWCやU-20 WWCの選手にはACL損傷の既往を認めなかったが、候補選手の中にはACL損傷が原因で大会に参加できなかった選手が数名おり、とくにU-20世代で多くなる傾向であった。月経異常(稀発月経や無月経など)はアンダーカテゴリーの選手に認め、月経移動を行なっている選手はなでしこジャパンの選手に多く認めた。また、年代が上がるにしたがってサプリメントを摂取する選手が多くなる傾向であった。

考 察

メディカルサポートを行なううえでの課題は、その年代によって多少異なる。アンダーカテゴリーでは選手が高校や大学の部活動に所属していることも多く、選手の情報を事前に入手することが困難な場合がある。代表活動中に問題が起こった場合にその後のフォローアップに難渋することもあり。また、U-20 WWCと比較してU-17 WWCで多くの障害が発生していたように、ジュニアユースやユース世代ではセルフケアが習慣づいていない選手が多く若い世代からセルフケアの重要性やその方法を指導することが必要であると思われた。

Jungeら^{2,3)}はサッカー女子トップレベルでの国際試合における外傷発生率は男子とほぼ同程度で、外傷部位は下肢で最も多く(65%)、男子と比較すると足関節・膝・頭部・背部で発生率が高いと報告している。池田⁴⁾

は外傷・障害をカテゴリーごとに調査し、トップチーム選手の膝関節靱帯損傷は男子では内側側副靱帯(82.1%)が多いのに対し、女子ではACLが75%を占めていたと報告している。また、女子サッカーにおけるACL損傷の発生率は男子の2~3倍である⁵⁾との報告もあり、発生率低下のための予防が重要であり、損傷した場合には適切な治療・リハビリが重要となる。

池田⁴⁾は女子ジュニア選手では足関節捻挫が全外傷・障害の25%を占めていると報告している。図5に示すように、各年代で足関節捻挫を経験した選手を多く認め、とくにU-20世代で多くなっている。なでしこジャパンにおいてもジュニアユースやユースの時期に受傷している選手が多く、低年齢での受傷予防ならびに適切な治療が必要である。

女子選手特有の問題としては、女性アスリートにおける三徴(摂食障害・月経異常・骨密度低下)が指摘されている。アンダーカテゴリーでは月経異常の選手を数名認めたが、本人が問題視していないことも多く、寮生活をしている場合や指導者が男性で相談しにくいなど環境的要因もあり見過ごされている場合が多かった。代表活動を通して指導を行ない、調査票などで月経について詳細に聴取することで明らかになった例もあり、とくにアンダーカテゴリーの選手に対しては慎重に対応する必要があると思われた。

サプリメントに関しては、いわゆる「うっかりドーピング」を避けるため、可能な限り食事から必要な栄養素を摂取するよう指導している。しかしながら、所属チームの方針もあり、今後さらに検討が必要な課題である。

代表活動期間中にわれわれが介入できる時間は限られており、所属チームの方針を尊重しながら、連携をとってサポートを行なっていくことが重要である。

結 語

代表チームでのドクターの役割は多岐にわたり、チームに帯同していないところでの役割も多い。チームを構築していくうえでサッカー協会と所属チーム、またはコーチングスタッフと選手間のパイプ役も担う。

選手がよりよいコンディションで代表活動に参加でき、よりよいパフォーマンスを発揮できるよう、今後も「プレイヤーズ・ファースト」を念頭にメディカルサポートを行なっていきたい。

1. サッカー日本女子代表におけるメディカルサポートを報告した。
2. 各年代における外傷・障害・特徴を把握し、指導・予

防を行なうことが重要である。

3. コーチングスタッフを含め、チーム全体で選手の情報を共有し、所属チームと連携してサポートを行なうことが重要である。

文 献

- 1) 日本サッカー協会：Available at：http://www.jfa.jp/youth_development/national_tracen/（last accessed Nov 10 2017）.
- 2) 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*, 32：80S-89S, 2004.
- 3) Junge A et al：Injuries in female football players in top-level international tournaments. *Br J Sports Med*, 41：i3-i7, 2007.
- 4) 池田 浩：サッカーの外傷・障害（疫学）. In：宗田 大, ed. 復帰をめざすスポーツ整形外科. メジカルビュー社, 東京：332-337, 2011.
- 5) Waldén M et al：The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer)：a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19：3-10, 2011.

日本体育協会とオリンピック

Japan Amateur Sports Association and its Contribution to Tokyo 2020 Olympic Games

山澤 文裕^{1,2)} Fumihiro Yamasawa

● Key words

東京 2020, スポーツ医学, トップアスリート

Olympic games : Sports medicine : Top-level athlete

●要旨

日本体育協会は 1911 年の設立当初より、国民体育の振興と国際競技力の向上を柱として事業を実施し、JOC が日本体育協会から 1989 年に分離独立するまで、オリンピックへの選手団派遣、選手強化に深くかかわってきた。さらに、国立スポーツ科学センターが設立された 2001 年まで日本のスポーツ医・科学の中心的役割を担ってきた。また、メディカル・コンディショニング資格認定事業により、多くのスポーツドクターを養成している。近年は、スポーツ立国戦略に関する事業を積極的に行ない、2020 年東京オリンピックに向けて、女性アスリート支援、次世代育成、国際貢献など、さまざまな事業を積極的に展開している。

はじめに

2020 年東京オリンピックまで 3 年となり、大会関係者は大会の成功と選手強化に向け、日々準備を行なっている。選手強化の中心は、選手団を派遣する日本オリンピック委員会(JOC)と各競技団体であるが、日本体育協会は JOC が日本体育協会から 1989 年に分離独立するまで、オリンピックへの選手団派遣、選手強化に深くかかわってきた。また、その後も各競技団体における選手強化や女性アスリートの強化を中心として、日本のスポーツ界において強い指導力を発揮している。

日本体育協会は、嘉納治五郎氏を中心とする体育関係者の協議のもと、1912 年ストックホルムオリンピック大会への参加を契機として 1911 年 7 月(明治 44 年)に大日本体育協会として創立された¹⁾。創立の趣旨要旨(表 1)に述べられているように、設立当初から「国民体育の振興」と「国際競技力の向上」を、大きな柱として事業を実施し、1912 年に開催されたストックホルムオリンピックには、嘉納治五郎団長、選手として陸上競技短距離の三島弥彦氏とマラソンの金栗四三氏の 2 名を派遣した。アジアの国から初めてオリンピックへ出場し、5 大陸すべてから参加があった初めての記念すべき大会であった²⁾。

山澤文裕
〒103-6060 東京都中央区日本橋 2-7-1
東京日本橋タワー 10 階
丸紅東京本社診療所
TEL 03-3282-3856/FAX 03-3282-2423

- 1) 日本体育協会スポーツドクター部会
Sports Doctor Commission, Japan Amateur Sports Association
- 2) 丸紅健康開発センター
Marubeni Health Promotion Center

日本体育協会は 2018 年 4 月より日本スポーツ協会に名称が変更されます。

表1 創立の趣旨：「日本体育協会の創立とストックホルムオリンピック大会予選会開催に関する趣意書」(要旨)

我が国の体育の振興体制は、欧米諸国に比べ著しく劣っており、必然的に青少年の体格も劣弱の状況である。そのため、一大機関を組織し、体系的に国民の体育の振興を図ることが急務である。一方、オリンピック競技大会は、世界の文化の発展と平和に貢献するものである。したがって、オリンピック競技大会への参加に向けた体制を早急に整える必要がある。

表2 日本体育協会とその周辺

明治44年(1911年)	大日本体育協会の創立
昭和21年(1946年)	第1回国民体育大会の開催 理事会にて日本オリンピック委員会設立決定
昭和23年(1948年)	財団法人日本体育協会に名称を変更
昭和39年(1964年)	第18回オリンピック競技大会(東京)アジア初
平成元年(1989年)	日本体育協会から日本オリンピック委員会が独立
平成23年(2011年)	創立100周年「スポーツ宣言日本—21世紀におけるスポーツの使命—」

表3 日本体育協会におけるスポーツ医・科学

1947年「体育医事相談所」開設し、スポーツ選手の健康管理や医事相談等に着手した。その後、体育医事相談所を体協診療所へ改組し、JISS設立までオリンピック代表選手はじめトップアスリートのメディカルチェック、診療を実施した。
1960年「スポーツ科学研究委員会」(現在のスポーツ医・科学専門委員会)を発足させ、1964年オリンピック東京大会の選手強化を推進した。なかでも、各競技団体へのトレーニングドクター(コーチ)配置や選手強化のサポート活動に重点をおいた。「スポーツ科学研究室」が設置され、スポーツ科学・医学研究を推進してきた。また、日本アンチ・ドーピング機構(JADA)が1997年に設置されるまで、ドーピング検査に関する中心的組織でもあった。
1975年 スポーツを推進するための研究およびサポートを展開した。

その後、終戦翌年の1946年には、国民体育大会を開催し、国民体育の振興を具現化した。また、同年にJOC設立を決定した(表2)。

日本体育協会におけるスポーツ医・科学の歴史

日本体育協会は、国立スポーツ科学センター(JISS)が設立された2001年まで日本のスポーツ医・科学の中心的役割を担ってきた(表3)。

とくに、体協診療所はトップアスリートのメディカルチェックや診療を長年実施してきた。トレーニングや競技会参加にあたってのプロブレムリストの作成、フォローアップなどを行なった。2001年にJISSメディカルセンターにトップアスリートのメディカルチェックや診療が移管されても、それまでと同様のシステムを継承している。

日本体育協会は1964年東京オリンピックに出場した約380人の代表選手を対象に、1968年から50年以上にわたって調査研究「一流競技者の健康・体力追跡調査」

を実施し、健康と体力の変化を継続的に調査している³⁾。追跡調査には当初、日本を含む23カ国・地域が参加したが、年を追うごとに調査を行なう国が減り、現在では日本だけが実施している。この調査場所も体協診療所からJISSへ継承された。2017年には13回目の調査が行なわれ、高血圧、糖尿病、脂質異常症など生活習慣病の罹患率が一般の平均よりも低く、歯は平均よりも約5本多く残り、骨密度は高く、関節に痛みを抱える人の割合は少ない、という結果であった。概して一般人の水準よりも健康で、高い体力を維持していることを示す数値が出ている。このように継続的な調査研究は、世界に類がなく、日本体育協会のすばらしい財産といえる。

日本体育協会に求められるもの

わが国はスポーツ立国をめざし、国として国民のスポーツへの取り組み、トップアスリートの強化などに着手し、国としてスポーツの高潔性(インテグリティ)を求めている(表4)⁴⁾。スポーツの振興は、スポーツ界

の自主性が尊重されるべきであり、国は、スポーツ振興を支える民間のスポーツ団体・関係者等との健全なパートナーシップの下、連携・協働してわが国のスポーツ振興に取り組むことが肝要であり、とりわけ日本体育協会は競技団体の統括団体として、国民のスポーツへの取り組み、機会提供を通じ、スポーツの高潔性(インテグリティ)を保護する立場にある。また、スポーツは世界共通の文化として、スポーツを通じた国際交流によって世界平和へ寄与するため、21世紀におけるスポーツの使命として、スポーツ宣言日本を公表した(表5)⁵⁾。スポーツがもつ大きな力を活用することを、日本体育協会は求められている。

その一環として、世界で競い合うトップアスリートの育成・強化、指導者支援は重要であり、戦略的支援を行っている。2020年東京オリンピックそしてその後をめざした取り組みをあげる(日本体育協会のウェブサイト¹⁾から抜粋、改変)。

1. ジュニア期からトップレベルに至る戦略的支援の強化

夏季・冬季オリンピック競技大会等をめざして、a) スポーツ医・科学サポート、競技用具の開発等による多方面からの高度な支援(マルチ・サポート)の戦略的な実施、b) ナショナルコーチ等の配置、c) 各都道府県や競技団体による才能あるジュニアアスリートの発掘(タレント発掘)をはじめとする競技者育成プログラムに基

づく一貫指導体制の促進等により、ジュニア期からの中・長期的な強化・育成戦略の実施を推進する。

国民体育大会については、ジュニアアスリートからトップアスリートまで、国際レベルをめざすアスリートが競う国内トップレベルの総合競技大会として、将来性豊かなアスリートの発掘・育成の場となるよう充実する。

2. トップアスリート・指導者・審判員等の海外研さん支援の充実

国際スポーツ界におけるわが国の貢献度や存在感を高めるため、トップアスリート、指導者の海外研さんに対する支援を充実するとともに、国際競技大会や国際競技連盟での活躍が期待される審判員、医師、専門スタッフ等についても海外研さんの機会を設ける。

3. メディカル・コンディショニング資格認定事業

現在時点でスポーツドクター 5,806 名、スポーツデンティスト 136 名、アスレティックトレーナー 3,027 名、スポーツ栄養士 202 名の資格認定を行なった。スポーツ現場でのレベル高いメディカル・コンディショニングサポートはトップアスリートのみならず、ユースジュニア世代の障害予防に有益である。

日本体育協会は加盟団体スポーツドクター代表者協議会を毎年開催し、アンチ・ドーピングの最新情報やオリンピック・パラリンピックにおける医・科学サポート体制、女性アスリートの支援体制、ジュニアアスリートのタレント発掘などについて講習および討論を活発に行ない、スポーツドクターの資質向上を図っている。

4. 東京 2020 のための次世代育成

Japan Rising Star Project

第 2 期スポーツ基本計画(29 年 4 月開始)の「競技力強

表 4 スポーツ立国戦略

(平成 22 年 8 月 26 日文科科学大臣決定)抜粋

- | |
|----------------------------|
| (1) ライフステージに応じたスポーツ機会の創造 |
| (2) 世界で競い合うトップアスリートの育成・強化 |
| (3) スポーツ界の連携・協働による「好循環」の創出 |
| (4) スポーツ界における透明性や公平・公正性の向上 |
| (5) 社会全体でスポーツを支える基盤の整備 |

表 5 スポーツ宣言日本— 21 世紀におけるスポーツの使命—

(平成 23 年 7 月 15 日抜粋)

- 一、21 世紀のスポーツは、人種や思想、信条等の異なる多様な人々が集い暮らす地域において、遍く人々がこうしたスポーツを差別なく享受しうよう努めることによって、公正で福祉豊かな地域生活の創造に寄与する。
- 二、21 世紀のスポーツは、高度に情報化する現代社会において、このような身体的諸能力の洗練を通じて、自然と文明の融和を導き、環境と共生の時代を生きるライフスタイルの創造に寄与する。
- 三、21 世紀のスポーツは、多様な価値が存在する複雑な世界にあつて、積極的な平和主義の立場から、スポーツにおけるフェアプレーの精神を広め深めることを通じて、平和と友好に満ちた世界を築くことに寄与する。

現代社会におけるスポーツは、オリンピック競技大会等の各種の国際競技会において示されるように、人類が一つであることを確認し得る絶好の機会である。したがって、スポーツが、多様な機会に、グローバル課題の解決の重要性を表明することは極めて重要である。

化のための今後の支援方針(鈴木プラン)」に基づき、オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて有望なアスリートを発掘し、競技団体の強化育成コースに導くことを目的に実施されている。

日本体育協会「競技力向上事業」の一環で、全国の将来性豊かなアスリートを発掘し、競技ごとに拠点となる都道府県にて、世界レベルの指導者とともに合宿形式でのトレーニング等を行なう仕組みである。

5. 東京 2020 のための女性アスリートの育成・支援

オリンピックにおいて女性種目数が増加しており、日本の女性アスリートが目覚ましい活躍をみせている競技があるが、わが国ではいまだ女性アスリートに対する支援が十分とはいえない状況にある。女性アスリートの国際競技力向上を図るため、女性アスリートの育成・支援を目的として、国民体育大会において現在実施されていない女子種目を正式導入し、国体への女子種目導入が普及・育成・強化にどのような影響をあたえるかの調査がはじめられている。

6. 東京 2020 のための国際貢献

Sport for Tomorrow (SFT)

2020 年オリンピック・パラリンピック競技大会を東京に招致する際、IOC 総会において安倍晋三首相が発表したプランが SFT である⁶⁾。これは、2014 年から 2020 年までの 7 年間で開発途上国をはじめとする 100 カ国以上・1,000 万人以上を対象としたあらゆる世代の人々にスポーツの価値を広げていく取り組みであり、日本政府が推進するスポーツを通じた国際貢献事業である。日本体育協会は 2014 年 10 月に SFT コンソーシアムに入会し、SFT コンソーシアム運営委員会委員として積極的に国際貢献を行なっている。

ま と め

日本体育協会は 1. 設立当初より、国民体育の振興と

国際競技力の向上を柱として事業を実施している。2. スポーツ宣言日本およびスポーツ立国戦略に関する事業を積極的に行なっている。3. 2020 年東京オリンピックに向けて、女性アスリート支援、次世代育成、国際貢献、スポーツドクター支援など、さまざまな事業を積極的に展開している。このように、日本体育協会はオリンピック成功へ多大なる支援を行なっている。

COI 開示

筆者は本論文に関し、開示すべき COI はない。

文 献

- 1) 日本体育協会：<http://www.japan-sports.or.jp/> (2018 年 3 月 20 日確認)
- 2) 日本体育協会：日本のスポーツ 100 年のあゆみ。
<http://www.japan-sports.or.jp/portals/0/data0/jas-a100th/ayumi/index.html> (2018 年 3 月 20 日確認)
- 3) 公益財団法人日本体育協会：国立スポーツ科学センター平成 28 年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告Ⅲ 一流競技者の健康・体力追跡調査—第 13 回東京オリンピック記念体力測定—。
<http://www.japan-sports.or.jp/Portals/0/data0/publish/pdf/H2803.pdf> (2018 年 3 月 20 日確認)
- 4) 文部科学省：スポーツ立国戦略。http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/rikkoku/1297182.htm (2018 年 3 月 20 日確認)
- 5) 日本体育協会：「スポーツ宣言日本」について。
<http://www.japan-sports.or.jp/index/news/tabid/92/Default.aspx?itemid=668> (2018 年 3 月 20 日確認)
- 6) Sport for Tomorrow:<http://www.sport4tomorrow.jp/jp/> (2018 年 3 月 20 日確認)

東京オリンピックと JOSSM

Tokyo 2020 and JOSSM

金岡 恒治 Koji Kaneoka

● Key words

東京オリンピック, JOSSM, レガシー

● 要旨

1964 年の東京オリンピックは高度経済成長期のインフラ整備に大きく貢献した。2020 年も多くの競技会場等の施設建設が行なわれ、本邦のスポーツ実施環境の整備に貢献することが期待されている(レガシー)。しかし本邦が現在抱えている重大な問題として、超高齢化社会を背景とした社会保障費高騰があり、これらに対する解決策として、“スポーツ医学”は大きな役割をもつ。スポーツ医学がトップアスリートのみならず、高齢者の運動器障害を軽快・予防方法のエビデンスを集積し、新たな手法の開発・普及を進めていくためには Tokyo 2020 が好機であり、その成果は長寿先進国の本邦のみならず、世界のポジティブな変革となり、未来への重要な真の“レガシー”として継がれていくと期待される。

はじめに

2020 年東京オリンピック組織委員会が掲げる 3 つの基本コンセプトは、すべての参加アスリートが最高のパフォーマンスを発揮することのできる大会を提供する(全員が自己ベスト)、さまざまな人種、性的指向、障害の有無などの多様性を認めあう社会への契機とする(多様性と調和)、世界にポジティブな変革を促し、レガシーとして未来へ継承する(未来への継承)、とされている。

最高の競技環境を提供するためには最適な医事運営が必要となり、競技選手の外傷・障害への対応、観客への対応、アンチ・ドーピング運営が求められる。競技選手は基本的に選手村に滞在するため、選手村には病院施設

をもつポリクリニックが設営され医療サービスが提供される。競技選手の医事管理やコンディショニングは選手の所属する国の NOC (National Olympic Committee 各国のオリンピック委員会) や NF (競技団体 National Federation) のメディカルスタッフが提供するが、これらのスタッフをもたない選手団の選手はポリクリニックにおいてメディカルサービスを受けたり、コンディショニングを行なうことになり、そのための施設運営が準備されている。また各競技会場(ベニユー)においても競技中の選手のための救護室が設営され、ドクターやトレーナーの配置が行なわれる。また観客のための救護室も準備される。アスリートは大会で最高のパフォーマンスを発揮するために必要な最善の対応を求めため、競技現場でのスポーツ選手の運動器諸問題に適切に対応することができる本学会会員のスポーツドクター・トレーナー

金岡恒治
〒359-1192 所沢市三ヶ島 2 丁目 579-15
早稲田大学スポーツ科学学術院
E-mail kaneoka@waseda.jp

早稲田大学スポーツ科学学術院
Waseda University, Faculty of Sport Sciences

表1 運動器の障害の stage 分類の試み

stage	I	II	III	IV	V
組織変化	—	微細損傷	炎症	骨増殖・吸収/ 軟骨変性	変形
X 線変化	—	—	—	骨棘・疲労骨折/ 関節裂隙狭小	変形性変化
MRI 所見	—	—	STIR： 高輝度変化	軟骨変性所見 など	神経圧迫所見 など
症 状	違和感	運動時痛	運動後の疼痛	ADL 障害	可動域制限 神経障害など
機能的運動器障害			器質的運動器障害		

の活動の場は多いことが予測される。スポーツの現場で遭遇する医学的な諸問題は、病院の外来において見慣れている患者のものと一致しないことが多く、普段競技現場に足を運ぶことの少ないドクターには戸惑うことが予測される。ここでは運動器障害の病態評価と障害程度の評価について私見を交えながら紹介し、日本整形外科学会スポーツ医学会の役割について言及する。

運動器障害の病態評価と障害程度評価

整形外科医、理学療法士、トレーナーは広く運動器全般の障害を扱うプロフェッショナルである。しかし近年では、とくにドクターにおいては運動器の専門領域が大きく関節外科と脊椎外科に大別され、さらには頸椎、腰椎、肩、肘、手、股、膝、足などの各部位に細分され、臨床医はその最新の診断技術や高度な治療技術を習得するために長期間で深い研鑽を必要としている。また整形外科医が活動する施設によって、受診する運動器障害の障害程度(stage)は異なり、大病院では手術適応のある stage が進んだ患者が多く集まり、スポーツの競技現場で発生する軽微な運動器障害の対処に不慣れとなることが危惧される。実際に大学病院の脊椎外科の専門医であった筆者も、オリンピックの競技現場で発生した腰部障害に対して最適な対応ができなかった苦い経験をもつ。

競技の現場においては、さまざまな部位に多彩な程度の運動器の問題が発生する。競技に必要とされる身体挙動を繰り返す際に、何らかの身体機能の低下によってある特定の組織に負荷が加わり続けると、当初は障害部位の違和感を感じる程度(stage I)であったものが、不適切な身体挙動の繰り返しによって、組織に微細損傷が生じ、特定の運動挙動の際に疼痛を感じるようになる(stage II)。さまざまな理由によってこの不適切な挙動を繰り返すことによって、組織修復のための炎症機転が働き、運動を終えたあとも疼痛が生じ、MRI-STIR 画像等によって組織の水分量増加を反映した高輝度変化

を認めるようになる(stage III)。障害程度がさらに進むと組織の増殖・吸収・変性などの変化が生じ、X 線検査によって骨棘形成、疲労骨折、関節裂隙狭小などの変化が描出され日常生活でも疼痛を生じるようになり(stage IV)。最終的には変形性関節症、脊柱管狭窄症に至る(stage V)。スポーツの現場で遭遇する運動器の障害には、X 線検査によって器質的变化を認めない stage I～III の障害が多く、その発生機転である身体機能低下の改善を行わない限り、障害発生の原因となったスポーツ動作に復帰することは難しくなる。この様な X 線検査で描出される器質的变化を生じる前の運動器障害は身体機能の低下によって発生するため、機能的運動器障害と捉えることができる(表1)。

競技現場で活動するスポーツドクター・トレーナーは、選手に発生した運動器障害の発生部位を、画像検査に頼らない詳細な身体所見収集によって推定評価し、同時にその傷害程度を stage 分類評価し、その評価結果に基づいて最適な対処方法を選択する必要がある。

身体機能と運動器障害

腰椎椎間板障害を例にあげて身体機能低下と障害程度を解説する(図1)。スクワット動作やパワーポジションと呼ばれるスポーツ動作を行なう際には、骨盤前傾位をとるように指導される。しかしハムストリングスのタイトネス、股関節可動域低下や体幹安定性低下などの身体機能の低下によって骨盤前傾位が保てず、骨盤後傾位となると椎間板に加わる圧力は増す。

椎間板への荷重負荷が過大になると、線維輪に微細損傷が生じ(stage II)、その修復のために炎症が生じ神経、血管が侵入し、椎間板内圧の上昇によって腰痛が生じるようになり(椎間板性腰痛 stage III)。最終的には髄核が脱出し椎間板ヘルニアを呈する(stage IV)。もし遺伝的要素や変形性変化によって脊柱管狭窄を有してヘルニアによる神経根の圧迫が強い場合(stage V)には保

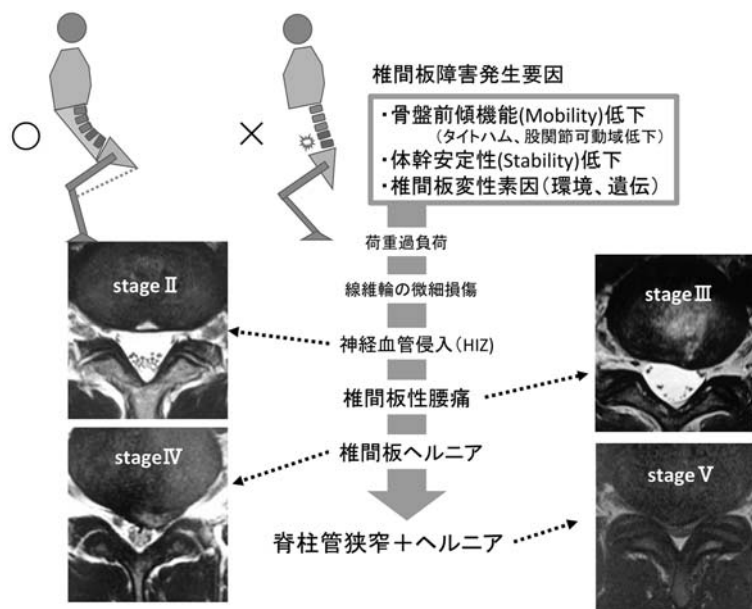


図1 腰椎椎間板障害を例にした，身体機能低下と障害程度の関連

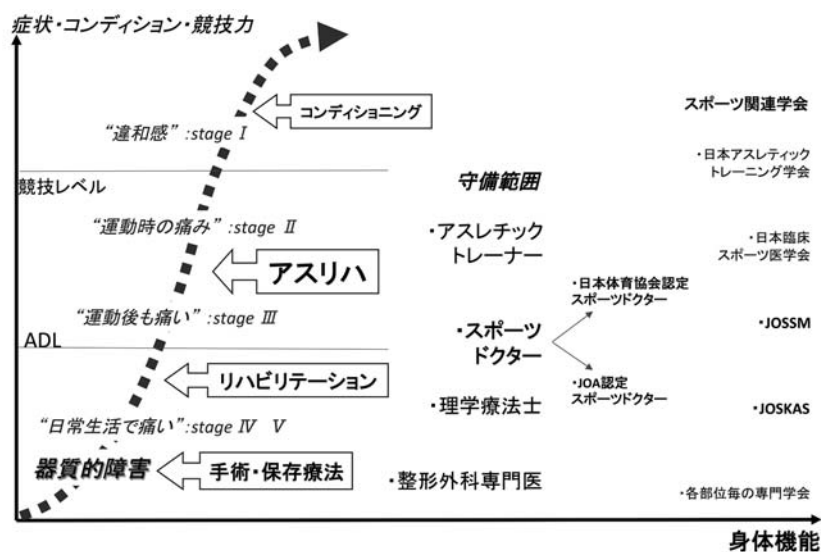


図2 身体機能と症状・コンディション・競技力との関連

症状の程度に合わせて，運動器障害担当職種は変化し，スポーツドクターは守備範囲を広くしておく必要がある．また各スポーツ関連学会には，その対象とする障害の程度毎に役割を分担することが求められる．

存加療に抵抗し手術加療が必要となる．

これらの各 stage の障害に最適に対処することのできる職種としては，stage V に対しては脊椎外科専門医，stage IV に対しては一般整形外科医，stage III に対しては市井の整形外科クリニックのみならず，各種代替医療も多く患者に選択されている（図2）．また stage II や I に対しては身体機能を高める介入を指導することが求

められ，競技現場においてはアスレチックトレーナーやコンディショニングコーチなどと呼ばれる職種が担当している．スポーツドクターは器質的障害を手術加療するのみならず，広い範囲の障害に対処することが求められるとともに，stage I ～Ⅲの程度の障害に最も適切に対応することのできる職種のスタッフに対処を依頼することも必要となる．この様に競技現場においては，どの

対処が最も選手のためになるのか(アスリートファースト)を考え、他の職種のメディカルスタッフにパスを廻すことも必要となる。

整形外科医のスポーツドクター制度として、日本体育協会認定と日本整形外科学会認定の2つが存在するが、日本体育協会認定スポーツドクターはより競技現場に近い“初期の stage”を、日本整形外科学会認定スポーツドクターはより進んだ stage の障害を担当することで役割は分担される。さらにスポーツ整形外科関連の学会の役割分担として、日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科医学会(JOSKAS)においてはスポーツ障害への手術加療方法について議論し、日本整形外科スポーツ医学会(JOSSM)では整形外科クリニックにおけるスポーツ障害の保存的加療について主に議論し、日本臨床スポーツ医学会においては競技現場におけるアスレティックリハビリテーションについて主に議論する場とすればおのお

のの特色が活かされ则认为る。

2020 東京においては、自らの職域をよく理解するとともに、他のメディカルスタッフの職域を尊重した連携を構築することで、最良のメディカルサービスを提供できることができると期待する。また競技現場で生まれたこのような連携が本邦の医療現場においても反映されれば、さまざまな運動器診療にまつわる社会的な問題の解決に資することも期待され、大会後のレガシーになると考える。

おわりに

オリンピックが本邦で開催されることで、無形のレガシーとして運動器障害に対する意識の変革が促されることが期待される。

緒 言

遠山 晴一¹⁾ Harukazu Tohyama 田中 寿一²⁾ Juichi Tanaka

● Key words

スポーツ医学, イノベーション, 臨床応用
Sports medicine : Innovation : Clinical application

● 要旨

パネルディスカッション「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」では超音波断層検査, 高気圧酸素治療, 体外衝撃波治療, 多血小板血漿, 再生医療, IT システムなどの近年, 発達が著しい技術のスポーツ医学への応用に関して, それぞれに造詣の深い6人のパネリストに解説をお願いし, それぞれの手法の原理や有効性などを検討した. その結果, これらの技術をスポーツ医学領域に導入することにより, スポーツ現場でのスポーツ傷害の診断ならびに治療方針の決定が容易になり, また, スポーツ傷害をより低侵襲で早期に治癒させることが可能となることが期待できることが示唆された.

はじめに

スポーツ整形外科における診療ではスポーツ現場において可能な限り正確な診断を行ない, 適切な治療の選択を迅速に行なわなければならない場合がある. また, スポーツ傷害を有するアスリートに対して, できるだけ低侵襲で治療を行ない, より早期に競技復帰を目指すなければならない. これらの課題を解決するため, 革新技術をはじめとする新たな手法をスポーツ整形外科に応用しようとする試みが種々のアプローチでなされている. 本パネルディスカッション「スポーツ医学イノベーション：継承と革新」では, 近年技術発展が著しい超音波断層検査, 高気圧酸素治療, 体外衝撃波治療, 多血小板血

漿, 再生医療, IT システムのスポーツ医学への応用に関して, それぞれに造詣の深い6人のパネリストにそれぞれの手法を紹介していただき, これらの原理や有効性などを検討した. また, 総合討議ではそれぞれの手法の現時点での問題点と将来展望について討議した. 各パネリストの発表概要を以下に述べる.

スポーツ整形外科における超音波断層検査(エコー)の役割

近年の機器の発達による画像の鮮明化により, 超音波断層検査(エコー)による肩腱板損傷の診断に関して, 正確度 accuracy は完全断裂で93%, 不全断裂で88%とMRIに近い診断精度が得られるようになり, その有用性は軟部組織を主体としたスポーツ障害の診療において高まっている. また, エコーガイド下での intervention

遠山晴一
〒060-0812 札幌市北区北12条西5丁目
北海道大学大学院保健科学研究院
TEL 011-706-3393/FAX 011-706-6067
E-mail tohyama@med.hokudai.ac.jp

1) 北海道大学大学院保健科学研究院
Faculty of Health Sciences, Hokkaido University
2) 萩原整形外科病院手外科・スポーツ障害治療センター
Center for Hand Surgery and Sports Injury Care, Hagiwara Orthopaedic Hospital

は腱付着部炎などの治療において、その治療効果を高めることが期待できる。後藤ら(至学館大学健康科学部)はエコーの最大の利点である動態評価を積極的に利用し、スポーツ整形外科における診療を行ない、本パネルディスカッションでは上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎の評価、肘関節外反不安定性の評価、肩関節上方関節唇損傷の評価、肩関節前方不安定性の評価、剪断波エラストグラフィによる肩関節後方関節包の組織弾性の評価などの自験例をもとにスポーツ整形外科におけるエコー検査の有用性を述べた。

スポーツ外傷に対する高気圧酸素治療

高気圧酸素治療(hyperbaric oxygen therapy ; HBO)は 2~3 気圧に加圧した空間内で純酸素を 1~1.5 時間、酸素を吸入する治療であり、近年、基礎的および臨床的研究により、創傷治癒を促進する効果があることが明らかになっており、スポーツ外傷に対しても本治療の治癒促進の効果が期待できる。柳下ら(東京医科歯科大学スポーツ医歯学診療センター)は本パネルでスポーツ外傷の急性期における腫脹軽減の観点からスポーツ外傷における HBO の有用性を検討した。さらに 1.3 気圧程度の中で空気あるいは低濃度の酸素を加えた空気を吸入する「高圧カプセル」と HBO の本質的相違を説明した。

スポーツ障害に対する体外衝撃波治療法

音響環境が異なる境界においてエネルギーが生じる衝撃波を利用した体外衝撃波治療法は欧州を中心に難治性腱症や偽関節などをはじめとする整形外科領域における治療に利用され、本邦では 2008 年より難治性足底筋膜炎に対する治療として承認されている。また、国際衝撃波治療学会では本治療の効果が実証された適応症として、足底筋膜炎、アキレス腱炎、膝蓋腱炎をはじめとする難治性腱症、偽関節、疲労骨折や骨端症などがあげられている。高橋ら(船橋整形外科病院スポーツ医学・関節センター)は外衝撃波治療法の治療原理を解説するとともに離断性骨軟骨炎やオスグッド病などの骨端症に本治療法を行なった自験例を紹介し、本治療法の有効性ならびに安全性を検討した。

多血小板血漿 (PRP) によるスポーツ傷害の治療

自己血小板に内在する成長因子などの生体活性物質が高濃度に存在する多血小板血漿を障害部位に局所注入する多血小板血漿 (PRP) 治療はスポーツ傷害に対する新たな治療法として注目を集めている。一方、PRP 作製キットの製造元間の違い、適応症や後療法などに関して標準化されていないなどの問題点も存在している。金森

ら(筑波大学整形外科)は本パネルで現時点における基礎研究知見や臨床成績を解説し、本治療の有用性や今後の課題を明らかにした。

スポーツ傷害における再生医療：その現状と展望

近年、細胞や生物製剤を利用して組織再生を試みる再生医療のスポーツ傷害への試みがなされている。中村(大阪保健医療大学スポーツ医科学研究所)は本パネルで再生医療の応用というアプローチによる運動器スポーツ傷害の治療の原理とその実際を自身が行ってきた再生医療の経験をもとに解説し、さらにスポーツ傷害における再生医療に関して、現状での問題点と将来展望について検討した。

遠隔医療システムを用いたラグビー新サポートシステムの可能性

近年の IT システムの発展は医療分野にも多くの領域で応用されている。中村ら(宮崎大学整形外科)は画像圧縮ソフトウェア、ウェアブル HDcam、生体モニター、電子ペンを統合した IT システムをラグビーの試合現場に導入し、後方支援病院で待機する専門医師とデータ通信を行なうことにより、ラグビー試合中に発生した外傷に対し、迅速な診療の指示や搬送病院の選定を行なうテレメディシン診療の実例を紹介し、スポーツ競技の運営における医務業務の IT システムの応用の有用性を示した。

おわりに

以上のように、本パネルディスカッションでは超音波断層検査、高気圧酸素治療、体外衝撃波治療、多血小板血漿、再生医療、IT システムなどの近年、技術発展が著しい手法をスポーツ医学領域に導入することにより、スポーツ現場でのスポーツ傷害の診断ならびに治療方針の決定が容易になり、また、スポーツ傷害が低侵襲でより早期に治癒させることが可能となることが期待できることを示した。F1 などの自動車レースのために開発された技術や知識が一般乗用車の技術発展に寄与することがまれではないように、スポーツ医学領域に応用された革新的な技術が一般整形外科の診療にイノベーションをもたらす可能性がある。そのためには、スポーツ整形外科医は思いつきや流行で新たな技術をスポーツ医学領域に漫然と応用するのではなく、これまでの基礎研究の知見に基づき論理的にその技術をスポーツ医学領域に臨床応用し、さらにバイアスのない客観的な手法を用いてその臨床応用の評価を行なうことが肝要と考えられた。

(遠山晴一 記)

スポーツ整形外科におけるエコーの役割

The Role of Ultrasonography in Orthopedics Sports Medicine

後藤 英之^{1,2)} Hideyuki Goto
吉田 雅人²⁾ Masahito Yoshida
竹内 聡志²⁾ Satoshi Takeuchi

杉本 勝正³⁾ Katsumasa Sugimoto
武長 徹也²⁾ Tetsuya Takenaga
大塚 隆信^{2,4)} Takanobu Otsuka

● Key words

超音波検査, スポーツ整形外科, 画像評価

Ultrasonography : Orhopaedic supports medicine : Image analysis

●要旨

スポーツ障害や外傷では運動による過剰なストレスによって軟部組織の損傷や痛みが誘発されるため、これらの詳細な評価が必要とされる。超音波断層検査(エコー)は、軟部組織の動的評価が可能であり、画像の鮮明化により、その精度はMRIを凌駕するものとなっている。さらに機器の軽量コンパクト化が進み、外来診察室内やスポーツ現場での使用ができる利点もある。選手と向き合って走査しながら画像を説明すれば、病態の把握、情報の共有化が可能となる。またエコーガイド下の注射を行なうことで、注射部位の精度を高めることができ、スポーツ障害に多い慢性的な腱附着部障害の治療においてより質の高い治療を提供することができる。

はじめに

従来、整形外科における画像診断は単純 X 線撮影に代表される骨、関節を中心とした形態学的診断が中心であった。しかし、整形外科疾患の多くは、神経、筋肉、靱帯といった軟部組織の異常を合併しており、それらの主症状である機能異常や疼痛を画像で直接証明すること

は困難であった。とくにスポーツ障害や外傷では運動による過剰なストレスによって軟部組織の損傷や痛みが誘発されるため、これらの詳細な評価が必要とされる。MRI は X 線撮影では捉えられない軟部組織の状態を観察することを可能とし水分の含有量を反映する炎症や微細な損傷の早期診断を可能とし、スポーツ整形外科分野における画像診断学は飛躍的に進歩することとなった。しかし、MRI は撮像機種、磁場強度の違いによる画

後藤英之
〒474-8651 愛知県大府市横根町名高山55
至学館大学健康科学部健康スポーツ科学科
TEL 0562-46-1291/FAX 0562-46-1298

- 1) 至学館大学健康科学部健康スポーツ科学科
Department of Health and Fitness, Faculty of Wellness Shigakkan University
- 2) 名古屋市立大学大学院医学研究科 整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University Graduate School of Medical Science
- 3) 名古屋スポーツクリニック
Nagoya Sports Clinic
- 4) 東海学園大学教育学部
Department of Education, Tokai Gakuen University



図1 少年野球肘検診で判明した上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎の症例の画像所見
 A：単純X線正面像，上腕骨小頭外側部には明らかな透亮像はないが内上顆の裂離を認める。
 B：同一症例の単純X線斜位像，上腕骨小頭外側部に透亮像を認める。
 C：同一症例の超音波断層像(上腕骨小頭部短軸像)，軟骨下骨の途絶を認める。

像描出能の違いや静止画像での評価であること，検査待機時間や撮像時間の問題，頻繁な検査が難しいなどの問題がある。またスポーツ損傷では運動時に症状が誘発されるため，軟部組織の動的な変化を観察し機能異常を評価することが要求されるがMRIでは撮像肢位が制約されることが問題である。

超音波断層検査(エコー)は，軟部組織の動的評価が可能であり，機器の発達に伴う画像の鮮明化により，その精度はMRIを凌駕するものとなっている¹⁾。肩腱板断裂の診断精度は，完全断裂の評価では sensitivity 100%，specificity 93.4%，accuracy 93.1%であり，不全断裂に対する評価では sensitivity 86.2%，specificity 90.6%，accuracy 88.5%と，MRIに匹敵する精度が得られている²⁾。さらに機器の軽量コンパクト化が進み，外来診察室内やスポーツ現場で使用できる利点もある。選手と向き合って走査しながら画像を説明すれば，病態の把握，情報の共有化が可能となる。またエコーガイド下の注射(intervention)を行なうことで，注射部位の精度を高めることができ，スポーツ障害に多い慢性的な腱附着部障害の治療においてもより質の高い治療を提供することができる。

われわれはとくにエコーの最大の利点である動態評価を積極的に行ないスポーツ整形外科診療を行なってきた³⁾。具体的には，上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎(OCD)の病巣部の評価，野球肘内側部障害における外反動揺性の評価，上方肩関節唇損傷の評価，烏口肩峰アーチにおける滑動性の評価，剪断波エラストグラフィによる肩関節後方関節包の組織弾性評価⁴⁾，肩関節前方不安定症に対する前方動揺性の評価などがあげられる。

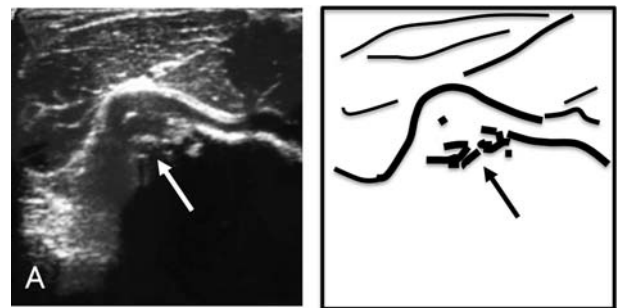


図2 少年野球肘検診で判明した上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎(進行例)
 A：超音波断層像(上腕骨小頭部短軸像)，軟骨下骨の分離を認め病変も大きく，進行例であった。
 B：Aのシェーマ。

1. エコーを用いた少年野球肘検診による上腕骨小頭部OCDの早期発見

少年野球クラブ119名(小学4年生から中学1年生，平均年齢11.1歳)にメディカルチェックを実施したところ，4名4肘(3.3%)の上腕骨小頭部OCDが判明した。各症例のポジションはそれぞれ投手2名，内野手，捕手ですべて透亮期の外側型であった。小頭部の骨端線は全例開存しており，全例内側部に内側上顆の裂離や骨端核の分節化などの変化を認めた。超音波所見では3例は軟骨下骨の不連続性を示す早期の病変であったが(図1)，1例はすでに軟骨下骨の不整を示しており病変の大きさも他と比べ大きかった(図2)。病変の大きさや程度に多少の差はあるが，総じて早期の症例でありエコーを用いた少年野球肘検診によって早期の上腕骨小頭部OCDの診断が可能で，有用な方法であると考えられた⁵⁾。

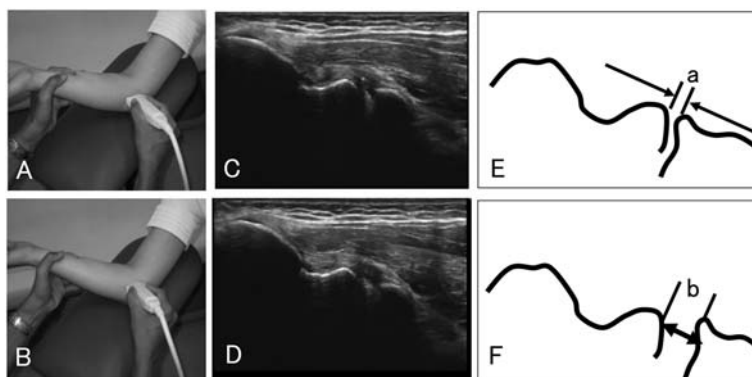


図3 肘関節内側側副靱帯(肘 MCL)の描出と外反ストレス像
肘関節回外屈曲位で上腕骨内上顆部と尺骨鉤上結節部を目印に、肘関節内側側副靱帯(肘 MCL)の前斜走線維の長軸像を描出し、靱帯およびその付着部周辺を詳細に観察する。さらに、肘外反ストレスを負荷し、関節開大距離を測定するとともに、内側上顆部の骨片の異常可動性の有無、肘 MCL 内の低エコー領域の出現の有無について観察する。
A：外反ストレス負荷前、B：外反ストレス負荷後、C：Aの超音波像、D：Bの超音波像、E：外反ストレス前のシェーマ、F：外反ストレス負荷後のシェーマ (a：外反ストレス負荷前の関節間距離、b：外反ストレス負荷時の関節間距離、関節開大距離＝b-a)。

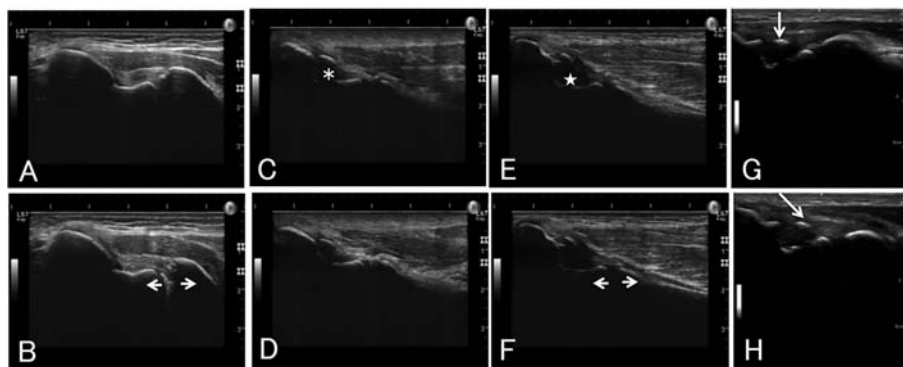


図4 肘関節外反ストレス下の内側部の超音波所見と異常像
A：ストレス負荷(-)、B：Aのストレス負荷時。関節裂隙の開大を認める(白矢印)、C：上腕骨内側上顆部の骨の不連続性がある(*), D：Cのストレス負荷時。骨片に不整や異常可動性はなく骨端核の分節化を疑う、E：上腕骨内側上顆部に不整な骨棘形成を認める(★), F：Eのストレス負荷時、骨棘部の異常可動性はないが、関節裂隙の開大を認める(白矢印)、G：上腕骨内側上顆部に裂離骨片を認める(白矢印)、H：Gのストレス負荷時。骨片の異常可動性を認める(白矢印)。

2. 成長期野球肘内側部障害の診断

野球肘内側部障害に対するエコー検査では、肘関節回外屈曲位で上腕骨内上顆部を描出しさらに尺骨鉤上結節部を捉えることにより、肘関節内側側副靱帯(肘 MCL)の前斜走線維の長軸像を描出し、靱帯およびその付着部周辺を詳細に観察する(図3)。さらに、肘外反ストレスを負荷し、関節開大距離の健患側差を測定する。また、内

側上顆部の骨片の異常可動性の有無、肘 MCL 内の低エコー領域の出現の有無について観察する。野球肘内側部障害では骨端線の開大や骨端核の肥大を認めるほか、骨端核の分節化、裂離骨片様の所見が認められる(図4)⁶⁾。

3. 上方関節唇損傷(SLAP 病変)に対する超音波診断

上方関節唇の描出には、肩峰鎖骨間隙からプローブを

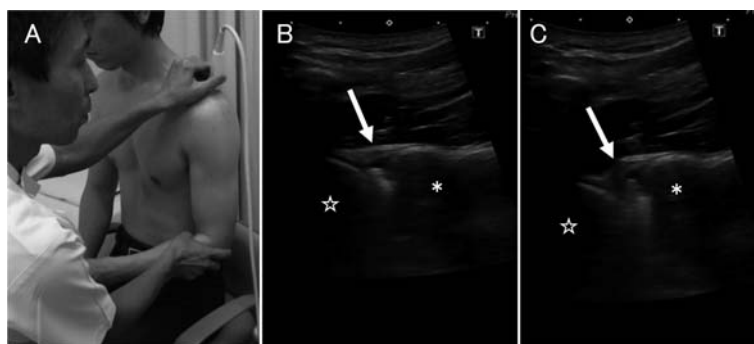


図5 肩峰鎖骨間隙からの上方関節唇の観察

- A：マイクロコンベックスタイプのプローブを使用し上方関節唇を観察する下方への牽引や挙上位内外旋によって動態評価をする。
 B：牽引ストレス前：骨頭(☆)と肩甲関節窩(*)の間に関節唇(矢印)が描出される。
 C：牽引ストレス時：関節唇実質部の連続性が絶たれており損傷(矢印)を認める。

表1 超音波所見と手術所見の比較 (SLAP 病変) (N=71)

SLAP 病変 45 例中 38 例が診断可能で、損傷なしと診断した 26 例中偽陽性は 10 例であった。
 Sensitivity 84.4 %, specificity 61.5 %, accuracy 76.1 % であった。

SLAP 病変		超音波所見	
		+	-
手術所見	+	38	7
	-	10	16

あてることによって描出が可能である⁷⁾。被検者の胸をなるべく張ってもらい間隙を大きくすること、マイクロコンベックスタイプのプローブを使用してやや外側に向けて描出すると肩甲関節窩縁と上腕骨頭を描出することができる。その後、上肢を挙上して内外旋を加え、関節唇の動態評価を行なう。さらに下方に牽引して観察すると、骨頭の下方への偏位に応じて関節唇が移動するため関節唇の関節窩基部からの剝離や実質部での断裂を描出することができる(図5)。また後方の関節唇は通常のリニアプローブを肩関節後方からあてることによって描出可能で、形態的異常のほか骨頭の内外旋運動時の関節唇の異常可動性を評価する。これにより関節唇の転位があるもの、関節唇が描出できないものを病変ありとしている。投球時の肩痛のため手術を行ない関節唇の状態を把握できた症例のうち超音波検査で撮像可能であった 71 例 71 肩での検討では、SLAP 病変が 45 例中 38 例が診断可能であり、損傷なしと診断した 26 例中偽陽性は 10 例であった。その診断精度は sensitivity 84.4 %, specificity 61.5 %, accuracy 76.1 % であった(表1)。

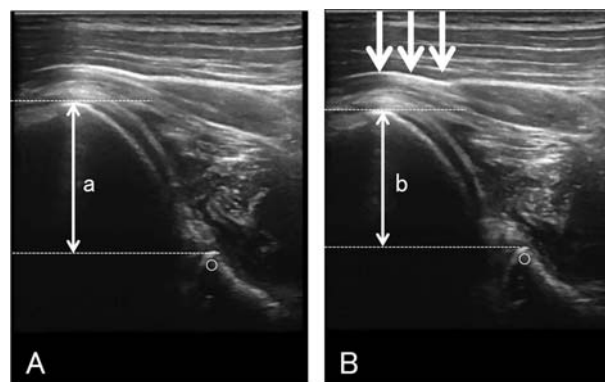


図6 肩関節前方走査による上腕骨頭の前方変位置量の測定

- A：骨頭圧迫前の超音波断層像、点線は計測のための基準線を示す。○：関節窩の上縁。
 B：骨頭圧迫後の超音波断層像、点線は計測のための基準線を示す。○：関節窩の上縁(a：圧迫前の関節窩の上縁から骨頭前縁までの距離、b：圧迫前の関節窩の上縁から骨頭前縁までの距離、骨頭の前方変位置量=a-b)。

accuracy 76.1 % であった(表1)。

4. 肩関節前方不安定性の評価

仰臥位とし、肩関節の前方走査法によって、探触子の周波数を 6 MHz に下げ、4~5 cm の深部に焦点をあてることによって、上腕骨頭と肩甲関節窩前縁を描出することができる。この状態で前方および前下方の関節唇の形態や動態変化、骨頭圧迫前後の骨頭の前方変位置量を測定することができる(図6)。対照群 5 例、平均年齢 16.8 歳(15~18 歳)と前方不安定群 10 例(不安定群)、平均年齢

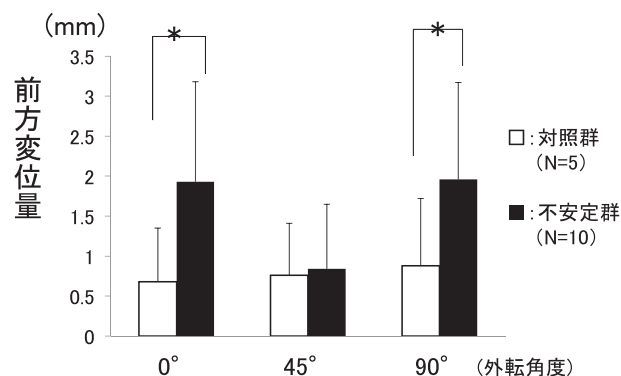


図7 超音波断層法による骨頭前方変位量
外転 0°, 45°, 90° での骨頭の変位量は対照群では平均 0.7 mm, 0.9 mm, 0.9 mm, 不安定群では平均 1.9 mm, 0.8 mm, 2 mm であり, 外転 0°, 90° で有意に不安定群が大きかった (* $p < 0.05$: Student t-test).

22.9 歳 (13~34 歳) との比較では外転 0°, 45°, 90° での骨頭の変位量が対照群では平均 0.7 mm, 0.9 mm, 0.9 mm, 不安定群では平均 1.9 mm, 0.8 mm, 2 mm であり, 不安定群で有意に大きく不安定性の定量評価が可能であった (図 7)。

5. エコーガイド下の注射 (intervention)

スポーツ損傷の多くは保存的治療によって治療することが可能である。そのためには急性期から回復期にかけて行なうリハビリテーションにおいて確実に疼痛を除去し治癒を促進するための注射治療も重要である。これをエコーガイド下に行なえば, 標的組織に正確に注射することができ, 疼痛誘発部位を特定するのに有用である。具体的には, 肩甲上腕関節への注射, 肩峰下インピンジメントに対する肩峰下滑液包注射や多血小板血漿 (PRP) 療法の注射に用いられる。

ま と め

エコー検査は撮像方法を工夫することや, 理学所見と

合わせて総合的に判断することによってスポーツによる損傷部を詳細に観察し, 血流, 腫脹の有無, 動態の評価ができる。またエコーガイド下の注射によって疼痛誘発部位を特定するとともに治療効果を期待することができる。このようにスポーツ整形外科においてエコーは重要な役割をもち, これをどのように活用していくかその工夫と発展が期待される。

文 献

- 1) Teefey SA et al: Detection and quantification of rotator cuff tears. Comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. J Bone Joint Surg Am, 86: 708-716, 2004.
- 2) 後藤英之ほか: 肩腱板断裂の超音波診断. 中部整災誌, 49: 941-942, 2006.
- 3) 後藤英之: スポーツ障害と超音波断層法〜診断・治療への応用. 映像情報メディカル, 44: 929-933, 2012.
- 4) Takenaga T et al: Posterior Shoulder Capsules Are Thicker and Stiffer in the Throwing Shoulders of Healthy College Baseball Players: A Quantitative Assessment Using Shear-Wave Ultrasound Elastography. Am J Sports Med, 43: 2935-2942, 2015.
- 5) 後藤英之ほか: メディカルチェックによって判明した上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎の治療経過. 東海スポーツ傷害研会誌, 30: 10-12, 2012.
- 6) 後藤英之ほか: 成長期野球肘内側部障害に対する外反ストレス超音波断層検査の有用性 (Evaluation of the medial elbow injury in youth baseball players by valgus stress ultrasonotomography). 日整外超音波研会誌, 22: 14-20, 2011.
- 7) 杉本勝正: 超音波断層法による上方関節唇の動態検査. 日整外超音波研会誌, 14: 27-30, 2002.

スポーツ外傷に対する高気圧酸素治療

Hyperbaric Oxygen Therapy for Sports Injury

柳下 和慶^{1,2)} Kazuyoshi Yagishita 小柳津卓哉²⁾ Takuya Oyaizu
 榎本 光裕^{1,2)} Mitsuhiro Enomoto 堀江 正樹²⁾ Masaki Horie
 大原 敏之¹⁾ Toshiyuki Ohara

● Key words

高気圧酸素治療, 腫脹軽減, 治癒促進

●要旨

昨今, スポーツ外傷急性期での早期回復目的での高気圧酸素治療(hyperbaric oxygen therapy; HBO)が注目されている。スポーツ外傷の急性期では, 受傷部位は血管透過性の亢進により腫脹し, 組織低酸素環境となる。HBO は低酸素環境を改善し腫脹を軽減することが可能である。複数の骨格筋損傷の基礎研究からは, HBO による腫脹減少, 血管透過性の減少, 筋衛星細胞の分化促進, 筋芽細胞の成長促進, 炎症反応の収束促進が明らかになってきている。臨床的にも競技復帰までの治療期間の短縮などの有効性報告が散見されており, 従来の RICE 治療に追加されるイノベーションな急性期治療として期待される。

はじめに

高気圧酸素治療(hyperbaric oxygen therapy; HBO, HBO₂, or HBOT, 以下 HBO)とは, 一人用もしくは複数同時収容可能な特殊治療装置を用いて, 2~3 気圧に加圧し最大圧力にて純酸素を 60~90 分吸入する治療法であり, 高気圧環境下での純酸素吸入により溶解型酸素を増大し, 末梢組織の酸素化を図る治療法である。一酸化炭素中毒, 減圧症, 空気塞栓症, ガス壊疽などの救急疾患のほか, 糖尿病性足病変, 骨髄炎, 放射線照射後の

晩期障害である放射線性出血性膀胱炎・腸炎等は保険適応疾患であり, その有効性については国際的にも一定の評価がある。1990 年代より創傷治癒目的での HBO の適用が注目されており, とくに米国では創傷治癒センターにおいて HBO は重要な治療法と位置づけられている。

昨今, 閉鎖性創傷である捻挫, 靱帯損傷, 肉離れ等のスポーツに関連する軟部組織外傷に対して, 創傷治癒促進目的の HBO について注目されており, 基礎的臨床的報告が散見されている。本パネルディスカッションでは, スポーツに関連する軟部組織外傷に対する HBO のメカニズムとその有効性について議論した。

柳下和慶
〒113-8519 東京都文京区湯島 1-5-45
東京医科歯科大学スポーツ医歯学診療センター
TEL 03-5803-5341/FAX 03-5803-5341
E-mail yagishita.orth@tmd.ac.jp

1) 東京医科歯科大学スポーツ医歯学診療センター
Clinical Center for Sports Medicine and Sports Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
2) 東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部
Hyperbaric Medical Center, Medical Hospital of Tokyo Medical and Dental University

HBO の局所低酸素環境の改善

靱帯損傷，肉離れ，足関節捻挫，打撲等の軟部組織外傷では，血管透過性が亢進し血管外組織での水分量が増



図1 ラット下腿筋圧挫損傷モデルの作製風景

加するとともに，微小血管の損傷により微小出血を生じ，血管外組織の腫脹を生じる．これにより微小循環での血管抵抗が増大して末梢循環障害を生じ，さらに血管外組織の腫脹により末梢循環と組織間距離が増大することで酸素の拡散距離が増大し，組織の低酸素環境を生じる．

Oyaizu らは，10 週齢 Wistar ラットを用い，右腓腹部に重錘（直径 10 mm，重さ 640 g）を 25 cm から落下させ下腿筋圧挫損傷モデルを作製し，組織酸素濃度を測定したところ（図 1），受傷部位は 18 mmHg と低下していた．しかしながら 2.5 気圧 HBO では 540 mmHg まで上昇し，HBO 終了後約 5 分で酸素濃度は収束するも HBO 前の 18 mmHg までは低下せず，ほぼ基準値である 43 mmHg で収束した（図 2）．また，ラット下腿筋圧挫損傷モデルでの筋内酸素濃度の経時的变化は，損傷前レベルまでの回復には対照群では 24 時間を要する一方，

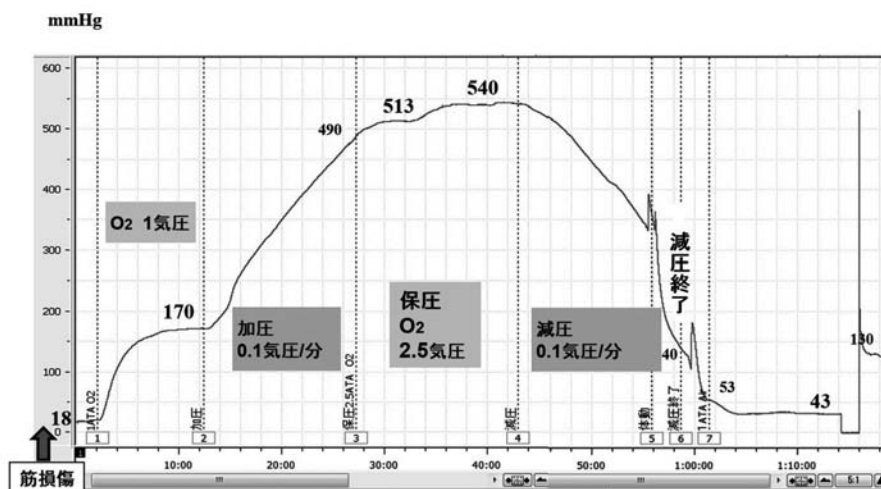


図2 ラット骨格筋打撲モデルでの圧挫損傷後，2.5 気圧 HBO 施行時の組織酸素濃度

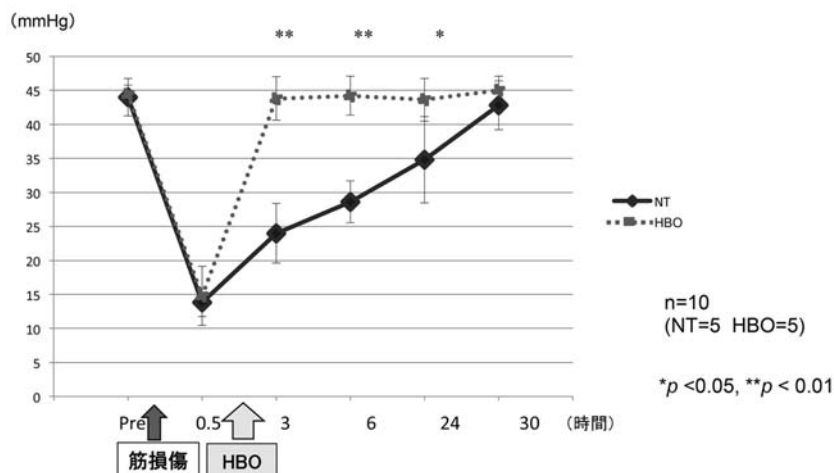


図3 ラット骨格筋打撲モデルでの筋内酸素濃度の経時的变化

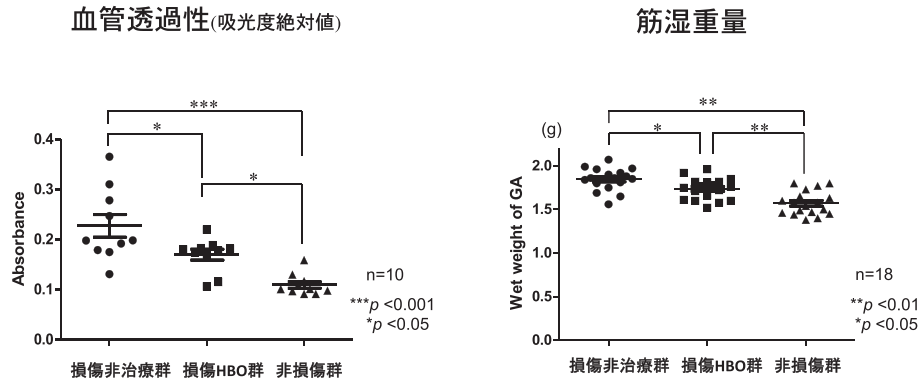


図4 ラット骨格筋打撲モデルでの損傷筋における血管透過性と筋湿重量へのHBOによる影響
下腿筋損傷 24 時間後における血管透過性と筋湿重量。

HBO 群では 1 回の HBO にて回復した(図 3)。以上から、軟部組織損傷での低酸素組織においては、1 回の HBO にて組織低酸素環境は改善し、改善した酸素分圧は以後長時間維持される可能性が示唆された¹⁾。

また臨床例での検討では、正常例での経皮酸素分圧 (TcPO₂) については、1 気圧の空気環境では 50~90 mmHg, 1 気圧の純酸素吸入では 250~450 mmHg, 2 気圧 HBO では 700~900 mmHg, 3 気圧 HBO では 900~1,300 mmHg と報告され、HBO によって末梢組織の過剰な酸素化が図ることができる²⁾。正常例の自験例では 2.5 気圧 HBO にて、足背の TcPO₂ は 400~800 mmHg まで上昇したが、HBO 終了後 5 分前後には基準値へ回復した³⁾。

一方、足関節捻挫急性例で足背の TcPO₂ を測定した自験例では、初回 HBO 前の正常側では 52 mmHg である一方、受傷側では 18~31 mmHg まで低下していた。しかしながら 2.5 気圧 HBO 中の TcPO₂ は初日 300 mmHg から 4 日目 797 mmHg までに上昇した⁴⁾。

以上より、軟部組織外傷においては組織低酸素環境となるが、HBO では確実に組織酸素化を図ることが可能で、HBO 後も経時的に組織酸素化を維持する効果があると考えられる。

HBO の腫脹軽減効果

コンパートメント症候群は、国際的にも HBO の適応疾患であり、HBO の腫脹軽減効果については基礎的報告も散見される⁵⁾。

Oyaizu らは、ラット骨格筋圧挫損傷モデルにて、損傷後の腫脹に対する HBO の腫脹軽減効果を、血管透過性と筋質重量に着目して検討した¹⁾。下腿筋圧挫損傷モ

デルを作製後、22 時間後にアルブミン結合色素 Evans blue を頸静脈から静注し、損傷 24 時間後に血管内色素を wash out したのちに下腿筋を採取しジメチルホルムアミドを用いて homogenize し、抽出液中の Evans blue 色素の吸光度を吸光度計にて測定し、血管透過性を評価した。非損傷群 10 肢と損傷非治療群 10 肢、損傷 HBO 群(酸素加圧 2.5 気圧・120 分間、損傷当日に 1 回施行)10 肢を検討した。色素吸光度は非損傷群にて 0.11 ± 0.02 (平均 $\pm$ SD)、損傷非治療群にて 0.23 ± 0.07 、損傷 HBO 群にて 0.17 ± 0.03 であった。圧挫損傷により吸光度は有意に増加した($p < 0.001$)が、HBO 群の血管透過性は非治療群より有意に低かった($p < 0.05$)。また、損傷 24 時間後における筋湿重量を測定し、非損傷群にて 1.55 ± 0.06 g (平均 $\pm$ SD)、損傷非治療群にて 1.86 ± 0.03 g、損傷 HBO 群にて 1.74 ± 0.06 g であった(図 4)。圧挫損傷後に筋湿重量は有意に増加した($p < 0.001$)が、HBO 群の筋質重量は非治療群より有意に低かった($p < 0.001$)。骨格筋圧挫損傷後の腫脹の成因として血管透過性の亢進に伴うアルブミンの組織流出などがあげられる。本研究では、損傷 24 時間後において血管透過性の亢進と筋質重量の増加が確認されたが、損傷非治療群と損傷 HBO 群とを比較すると血管透過性・筋質重量ともに HBO 群で有意に低下していた。以上より、HBO は骨格筋損傷後の血管透過性を改善することでアルブミンの組織への移動を抑制し、結果として腫脹および腫脹に伴う筋湿重量の増加を軽減すると考えられた。

臨床的な腫脹軽減効果の検討では、柳下らの足関節捻挫急性例 22 例に対する HBO の報告がある。受傷から治療開始まで平均 2.1 日(0~7 日)、治療回数は平均 2.9 回(1~6 回)。HBO の直前直後で足関節体積を

Volumetric edema gauge (Baseline 社製, 米国)を用いて測定し, HBO 直前 $1,448 \pm 243 \text{ cm}^3$ から HBO 直後 $1,423 \pm 247 \text{ cm}^3$ ($p < 0.001$)と, 平均 25 cm^3 , HBO 前体積比 1.7% の体積減少, 腫脹軽減効果を観察した⁶⁾. さらに, 水面の面積を減少させることで測定精度を向上し, 測定時間を短縮する精密型足関節体積測定器を開発し(図 5), 同様に HBO を施行した足関節捻挫急性例 44 例に対して足関節体積を測定した. 精密型での測定では, HBO 直前 $1,569.1 \pm 219.0 \text{ cm}^3$ から HBO 直後 $1,557.8 \pm 218.1 \text{ cm}^3$ ($p < 0.001$)と, 平均 11.3 cm^3 , HBO 前体積比 0.7% の体積減少を認め, visual analog scale (VAS)では, 安静時痛は HBO 直前 19.3 点から HBO 直後 17.2 点 ($p < 0.05$), 歩行時痛は 41.5 点から 30.9 点 ($p < 0.05$)と有意に改善した⁷⁾.



図 5 精密型足関節体積測定器

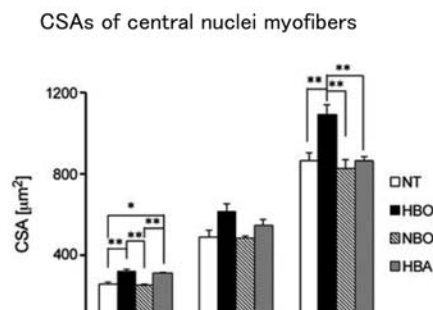
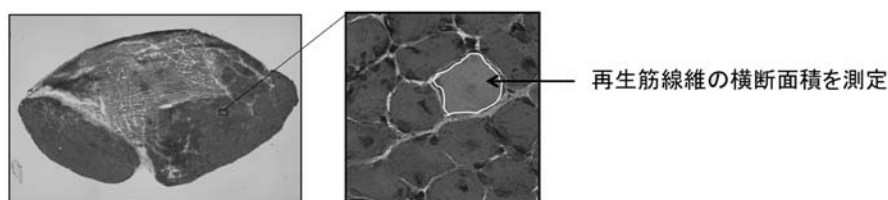


図 6 ラット薬剤誘発性筋損傷モデルでの, HBO による筋再生促進の検討
再生筋線維の横断面積の 4 群間比較.

骨格筋損傷に対する HBO

肉離れ, 骨格筋損傷に対しても HBO による早期修復が期待されている.

Horie らは, 骨格筋破壊性ペプチドである Cardiotoxin によるラット薬剤誘発性筋損傷モデルでの HBO の有用性を検討した⁸⁾. 骨格筋損傷モデルを作製後, 無治療 (NT) 群, HBO 群, 常圧酸素曝露 (NBO) 群, 高気圧空気曝露 (HBA) 群の 4 群にて検討し, 損傷後 5, 15 日目における HBO 群の再生筋線維横断面積が, 他群に比べ有意に高値であり(図 6), 損傷骨格筋の筋張力測定では, 損傷 8 日後において, HBO 群での損傷筋の筋張力が対照群より有意に高値であった. 以上から, HBO は骨格筋損傷の回復を促進させていると考えられた. さらに HBO が骨格筋再生過程で重要な筋衛星細胞へ与える影響を解析するために, 損傷後の筋分化制御因子 (MyoD, IGF1, Pax7) の mRNA 発現量を検討した. 損傷 3, 5 日後の MyoD, 損傷 5 日後の IGF1 の mRNA 発現が HBO 群で増加していた. また, Pax7 と MyoD の免疫組織染色を行なったところ, Pax7・MyoD 二重陽性核 (Pax7⁺/MyoD⁺) が損傷後 3 日目に, MyoD 単陽性核 (Pax7⁻/MyoD⁺) 数が損傷後 5 日目に HBO 群で対照群に比べ有意に高値であった. 一方, 損傷後 8 日目では, MyoD 単陽性核 (Pax7⁻/MyoD⁺) 数が対照群で HBO 群より有意に高値であった. 以上より, HBO は, 筋衛星細胞の分化, 筋芽細胞の成長促進をもたらすことで, 骨格筋損傷の治療促進効果を呈することを示唆された.

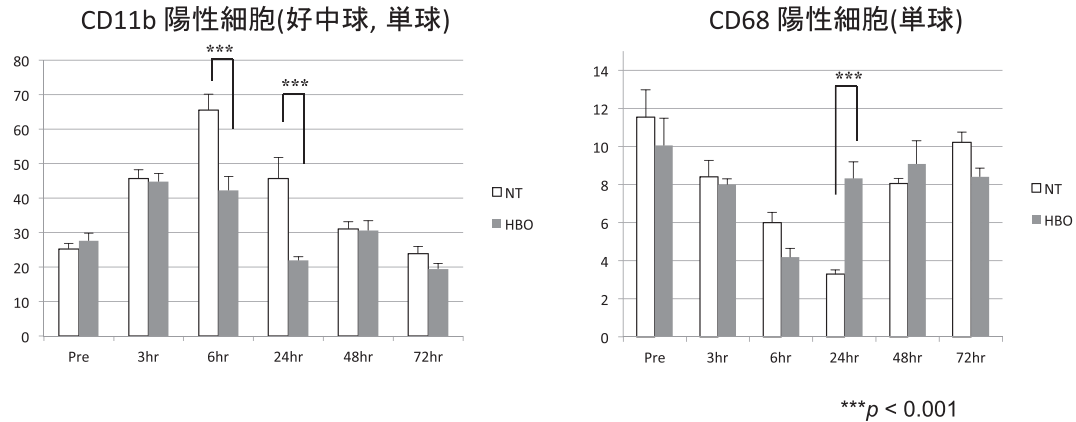


図7 ラット薬剤誘発性筋損傷モデルでの、フローサイトメトリーによる CD11b, CD68 陽性細胞数

骨格筋損傷後には炎症反応が生じるが、HBO の炎症反応への影響については詳細が不明であった。このため、Oyaizu らはラット骨格筋圧挫損傷モデルにて、圧挫損傷後の炎症反応および骨格筋再生過程に対する HBO の有効性を検討した¹⁾。ラット圧挫損傷後当日に 1 回の HBO (2.5 気圧 120 分) を施行し、損傷 3 時間・6 時間・24 時間・2 日・3 日後において動脈血中の好中球と単球のマーカーである CD11b 陽性細胞と単球・マクロファージのマーカーである CD68 陽性細胞をフローサイトメトリーで評価したところ、CD11b 陽性細胞は損傷 6 時間・24 時間で HBO 群が有意に低く、CD68 陽性細胞は損傷 24 時間後では HBO 群が有意に高かった(図 7)。また、損傷 24 時間・3 日・5 日・7 日後において、筋衛星細胞マーカーである Pax7・MyoD 抗体を用いて免疫染色したところ、Pax7⁺/MyoD⁻ 細胞数は損傷 3 日・5 日後に HBO 群で有意に増加していた。Pax7⁺/MyoD⁺ 細胞数は損傷 1 日・3 日後に HBO 群で有意に増加し、Pax7⁻/MyoD⁺ 細胞数は損傷 1 日・3 日・5 日後に HBO 群で有意に増加していた。

筋衛星細胞は筋損傷後の炎症性細胞の集簇に伴う炎症性サイトカインによって休止期から活性化し、自己増殖したのち、炎症のピークアウトに伴い分化し、筋管構造を形成し癒合し、再生筋線維へと分化する。本研究結果から HBO は、血中炎症性細胞数を減少させ、炎症のピークアウトを促進した。また、損傷後早期には増殖期・分化期の筋衛星細胞を、その後は休止期・分化期の筋衛星細胞を増加させたことから、HBO は骨格筋損傷後の炎症反応を収束させ筋衛星細胞の活性を促進したと考えられた。

臨床的報告では、田中らがハムストリング損傷に対する HBO の有効性について、ラグビートップリーグ選手を対象に報告しており、競技復帰時期が奥脇分類 1 型に

て受傷後 19.0 日、2 型にて 33.0 日であり、過去の報告よりも治療期間を短縮する可能性に言及した⁹⁾。しかしながら、プラセボ群設定が困難なことから臨床的報告については限定的であり、今後良質な臨床報告が待たれる状況である。

膝内側側副靱帯損傷に対する HBO

膝内側側副靱帯(MCL)損傷に対する HBO の有効性については、複数の基礎的報告がある^{10~12)}。Horn らはラット MCL 損傷モデルにて検討し、損傷モデル作製後 2.8 気圧 90 分の HBO を 5 日間施行し、HBO 群では 4 週での最大破断強度および 2 週・4 週での線形剛性の有意な増大を報告した。Mashitori らは、ラット MCL 損傷モデルにて検討し、損傷モデル作製後 2.5 気圧 120 分の HBO を 5 日間施行し、HBO 群では癒痕組織形成が有意に良好、2 週での最大破断強度および線形剛性の有意な増大、1 週・2 週での I 型コラーゲンのプロコラーゲン遺伝子の発現増加を報告した。Ishii らはラット膝蓋腱損傷モデルにて検討し、損傷モデル作製後、対照群のほか 1.5 気圧 30 分、2.0 気圧 30 分、2.0 気圧 60 分の 3 つの異なるプロトコルでの HBO を 10 日間施行して比較検討した。HBO 群では 2 週での線維芽細胞の増殖、膠原線維合成、癒痕組織形成が有意に良好で、pro- α 1 (I)mRNA の発現増加が観察され、なかでも 2.0 気圧 60 分の HBO 群が膠原線維合成において最も有効と報告した。以上の様に、MCL 損傷急性期での HBO 適用による MCL 早期治癒の可能性がある。

われわれのラグビートップリーグ選手の MCL2 度損傷に対する HBO の臨床的検討では、HBO 施行 16 例と、HBO 非施行 16 例における試合形式の競技復帰時期までの治療期間は、HBO 施行群では 31.4 $\pm$ 12.2 日

(10～58 日), HBO 非施行群では 42.1 ± 15.8 日(18～71 日)と, HBO にて約 25 % の治療期間の短縮, 早期競技復帰が可能だった。

いわゆる「高圧カプセル」と Topical HBO

昨今, 空気もしくはごく低濃度増量の酸素により, 1.3 気圧程度まで加圧する「高圧カプセル」が汎用されている。たとえば空気での 1.3 気圧加圧の「高圧カプセル」では酸素運搬量は約 3 % 増量するのみであり, 大気圧での 50 % 酸素を吸入した際での酸素運搬量よりも低値である。「高圧カプセル」は酸素増量による薬理作用はほぼ認めず, 治療としての「高気圧酸素治療」とは異なるカテゴリーのものである。スポーツ医学に携わる医師および専門科として, 「高圧カプセル」は高気圧酸素治療とは異質のものであり, 酸素増量としての有効性は極めて懐疑的であることが常識となりたい。

また, たとえば足関節より遠位のみ高濃度酸素空間に晒すことで, 障害組織を高分圧酸素環境とすることをねらった「Topical oxygen」なる装置もあるが, 臨床的に有効な経皮的な酸素移行や酸素分圧上昇を認めず, これも HBO とは区別すべきである。国際的な HBO 学会である Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) では, 「Topical oxygen は HBO ではない」と位置づけている¹³⁾。

イノベーションを確信とするために

外傷の急性期治療の基本は RICE であり, アイシングでは患部冷却により腫脹軽減をめざすが, 一方で血管収縮により組織低酸素環境が増幅することが危惧される。HBO は組織低酸素環境と腫脹を改善し, 従来の RICE 治療との併用にて更なる効果を期待することができ, 外傷に対する新たな急性期治療として位置づけることが可能と考える。さらに組織修復促進を目的とした適用も十分に考慮され, 従来にないアプローチによるイノベーションな急性期治療法といえる。

イノベーションを確信とするためには, 骨格筋損傷における基礎的研究は一定の進捗があるものの更なるメカニズム研究が求められ, また良質な臨床研究による HBO の優位性を証明しなければならない。

文 献

- 1) Oyaizu T et al : Hyperbaric oxygen reduces inflammation, oxygenates injured muscle, and regenerates skeletal muscle via macrophage and satellite cell activation. *Sci Rep*, 8 : 1288, 2018.
- 2) Ercengiz A et al : Hyperbaric, transcutaneous oximetry. *StatPearls*, 2017.
- 3) 大久保淳ほか : 高気圧治療中における治療圧の違いによる経皮酸素分圧動態. *日本高気圧環境・潜水医学会関東地方会誌*, 14 : 21-24, 2014.
- 4) 前田卓馬ほか : 高気圧酸素治療中に経皮酸素分圧を測定した足関節捻挫の 1 症例. *日本高気圧環境・潜水医学会雑誌*, 51 : 152, 2016.
- 5) Skyhar MJ et al : Hyperbaric oxygen reduces edema and necrosis of skeletal muscle in compartment syndrome associated with hemorrhagic hypotension. *J Bone Joint Surg Am*, 68 : 1218-1224, 1986.
- 6) 柳下和慶ほか : 足関節捻挫に対する高気圧酸素療法の有効性. *整スボ会誌*, 27 : 351-355, 2008.
- 7) Yagishita K et al : The effects of hyperbaric oxygen therapy on reduction of edema and pain in athletes with ankle sprain in the acute phase : A pilot study. *Sport Exerc Med Open J*, 3 : 10-16, 2017.
- 8) Horie M et al : Enhancement of satellite cell differentiation and functional recovery in injured skeletal muscle by hyperbaric oxygen treatment. *J Appl Physiol*, 116 : 149-155, 2014.
- 9) 田中哲平ほか : ラグビートップリーグ選手のハムストリング損傷に対する高気圧酸素療法の治療経験. *JOSKAS*, 40 : 887-892, 2015.
- 10) Horn PC et al : The effect of hyperbaric oxygen on medial collateral ligament healing in a rat model. *Clin Orthop*, 390 : 238-242, 1999.
- 11) Mashitori H et al : Effect of hyperbaric oxygen on the ligament healing process in rats. *Clin Orthop*, 423 : 268-274, 2004.
- 12) Ishii M et al : Effects of different exposures of hyperbaric oxygen on ligament healing in rats. *J Orthop Res*, 20 : 353-356, 2002.
- 13) Feldmeier JJ et al : UHMS position statement : topical oxygen for chronic wounds. *Undersea Hyperb Med*, 32 : 157-168, 2005.

1) Oyaizu T et al : Hyperbaric oxygen reduces in-

スポーツ障害に対する体外衝撃波治療 ～疲労骨折と骨端症を中心に～

Extracorporeal Shock Wave Therapy for Sports Injury ～Focus on the Stress Fracture and Osteochondrosis～

高橋 謙二	Kenji Takahashi	高橋 憲正	Norimasa Takahashi
高橋 達也	Tatsuya Takahashi	福田 秀明	Hideaki Fukuda
菅谷 啓之	Hiroyuki Sugaya	土屋 明弘	Akihiro Tsuchiya

● Key words

体外衝撃波治療, 疲労骨折, 骨端症

Extracorporeal shock wave therapy : Stress fracture : Osteochondrosis

● 要旨

体外衝撃波治療は難治性腱症や骨癒合不全症に対し除痛や組織修復を促す物理療法として近年広まってきた。その機序は病的な神経終末の破壊による除痛や、細胞への機械的シグナル伝達による細胞遊走や組織修復因子の活性化によるとされる。一方骨端線への照射は閉鎖を促すとして従来禁忌とされてきたが、近年低出力の焦点型衝撃波や拡散型衝撃波に限り認められるようになった。当院では 2014 年 9 月より小児の疲労骨折や難治性骨端症に対して体外衝撃波治療を行ないその有効性を経験してきた。これまで小児のスポーツ障害に対しては運動制限が中心であったが、本治療は治癒促進により早期復帰を促す手段として有用であることが示唆された。

はじめに

スポーツ障害に対する体外衝撃波治療(extracorporeal shock wave therapy : ESWT)の適応は、国際衝撃波治療学会(International Society of Medical Shock-wave Therapy : ISMST)の提言によると、膝蓋腱炎やアキレス腱症などの難治性腱症と偽関節や疲労骨折などの骨症がよい適応とされている¹⁾。更に関節変形のない

離断性骨軟骨炎、オスグッド・シュラッター病やシンスプリントなどの小児スポーツ障害も適応とされている(表 1)¹⁾。また従来小児骨端線に対する照射は禁忌とされていたが、現在は低出力の収束型衝撃波治療(focused shock wave therapy : FSWT)と拡散型衝撃波治療(radial shock wave therapy : RSWT)に限っては適応禁忌からはずされている(表 1)¹⁾。

当院では 2014 年 9 月以降、従来の保存治療により 3 ヶ月を超えても経過がよくない小児スポーツ障害例に

表 1 ISMST の適応と禁忌

B. INDICATIONS

1. Approved standard indications

1.1. Chronic Tendinopathies

- 1.1.1. Calcifying tendinopathy of the shoulder
- 1.1.2. Lateral epicondylopathy of the elbow (tennis elbow)
- 1.1.3. Greater trochanter pain syndrome
- 1.1.4. Patellar tendinopathy
- 1.1.5. Achilles tendinopathy
- 1.1.6. Plantar fasciitis, with or without heel spur

1.2. Bone Pathologies

- 1.2.1. Delayed bone healing
- 1.2.2. Bone Non-Union (pseudarthroses)
- 1.2.3. Stress fracture
- 1.2.4. Avascular bone necrosis without articular derangement
- 1.2.5. Osteochondritis Dissecans (OCD) without articular derangement

1.3. Skin Pathologies

- 1.3.1. Delayed or non-healing wounds
- 1.3.2. Skin ulcers

2. Common empirically-tested clinical uses

2.1. Tendinopathies

- 2.1.1. Rotator cuff tendinopathy without calcification
- 2.1.2. Medial epicondylopathy of the elbow
- 2.1.3. Adductor tendinopathy syndrome
- 2.1.4. Pes-Anserinus tendinopathy syndrome
- 2.1.5. Peroneal tendinopathy
- 2.1.6. Foot and ankle tendinopathies

2.2. Bone Pathologies

- 2.2.1. Bone marrow edema
- 2.2.2. Osgood Schlatter disease: Apophysitis of the anterior tibial tubercle
- 2.2.3. Tibial stress syndrome (shin splint)

2.3. Muscle Pathologies

- 2.3.1. Myofascial Syndrome
- 2.3.2. Muscle sprain without discontinuity

C. CONTRAINDICATIONS

1. Radial and focused waves with low energy

- 1.1. Malignant tumor in the treatment area (not as underlying disease)
- 1.2. Fetus in the treatment area

2. High energy focused waves

- 2.1. Lung tissue in the treatment area
- 2.2. Malignant tumor in the treatment area (not as underlying disease)
- 2.3. Epiphyseal plate in the treatment area
- 2.4. Brain or Spine in the treatment area
- 2.5. Severe coagulopathy
- 2.6. Fetus in the treatment area

(文献 1 より引用)

対して、ESWT の説明に親が同意された場合に本治療を行ってきた。本稿では、体外衝撃波の原理と生物学的作用など基礎的事項を述べるとともに、疲労骨折と骨端症に対する治療について当院での治療経験をもとに述べたい。

衝撃波の原理と生物学的作用

衝撃波は、波源(音源)の動く速さが音速を超えるとときに発生する圧力波であり、10 ミリ秒毎の間欠的な連続波である。音響インピーダンスが異なる境界で5~10 ナノ秒と瞬時に最大圧力(500 bar)を放出するとともに、その反射により境界部は陰圧(-90 bar)となる。この陰圧が繰り返されることにより気泡が形成され徐々に膨張した後に暴発し二次的に破壊作用を生じさせる(cavitation 効果)(図1)^{2,3)}。

衝撃波の生体への作用には、組織破壊に伴う反応性の修復作用と機械的シグナル伝達(mechanotransduction)による組織修復作用がある。後者は、衝撃波による機械的シグナルを直接的に細胞が感知し、それにより細胞内では生化学的なシグナルとして変換する機序である。その機械的シグナルにより細胞内では各種成長因子や細胞遊走因子の産生が活性化され組織再生や修復機転が誘導される²⁾。臨床的には実際衝撃波により除痛や骨癒合、腱修復などの組織修復が認められる。除痛に関する基礎研究として、衝撃波照射により選択的に細い神経線維が破壊されること^{4,5)}や神経伝導物質の伝導抑制が起こること⁶⁾、さらに複数回照射により破壊された神経線維の再生を抑制すること⁷⁾が報告されており、神経線維の破

壊が作用の主体と考えられている。一方、組織修復作用に関しては、細胞レベルで血管新生促進因子⁸⁾、骨形成因子の分泌促進⁹⁾、骨形成性幹細胞の遊走促進^{10,11)}、腱形成の促進¹²⁾などが実証されている。さらに、腱炎モデルにおける細胞に対し炎症性サイトカインの阻害作用¹³⁾も実証されており直接的な消炎作用も認められる。

体外衝撃波治療機器の種類

衝撃波発生装置の種類には、衝撃波を収束させて高いエネルギーを深部に到達させるFSWTと、放射状に伝播し徐々に減衰するが浅い領域にのみに作用するRSWTがある(図2)。RSWTは正確には衝撃波でなく圧力波であるため衝撃波とは波形が異なる(図2c)³⁾。現在、本邦で使用できるFSW機器のDuolith SD1[®](Storz社; スイス)は電磁誘導方式(electromagnetic)であり効

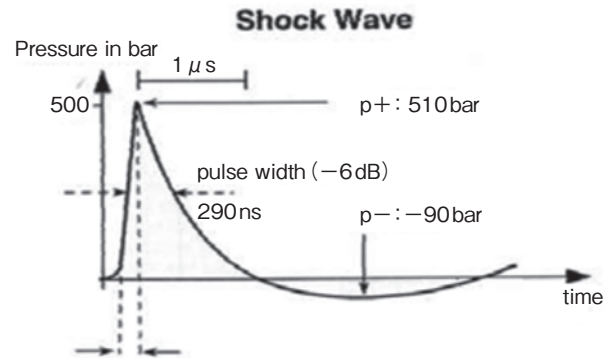


図1 衝撃波の波形(文献3より引用)
縦軸：圧力スケール，横軸：時間。

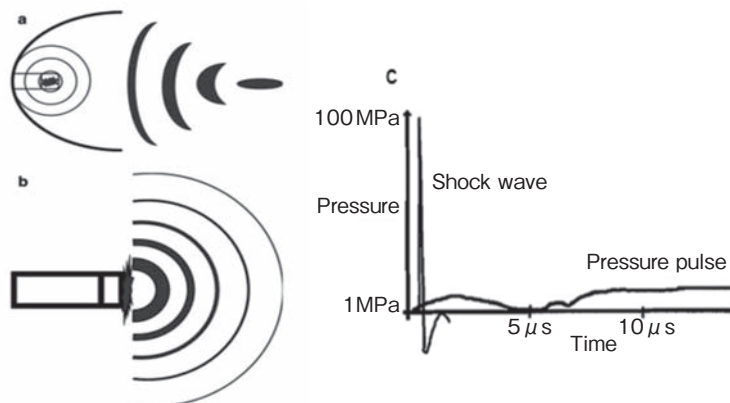


図2 FSWT と RSWT(文献3より引用)
a : Focused SW の圧力分布
b : Radial SW の圧力分布
c : Focused SW と Radial SW の波形の差異

率的に安定して衝撃波を発生することができるが、高価でありスポーツ現場などに移動して使用することには適さない。一方、RSW 機器の Masterpulse® (Storz 社；スイス) は電気空気圧方式 (electropneumatic) で照射エネルギーは低いが深度が 2 cm 以内の腱症には有効性が認められている。また安価で装置が軽量であるためスポーツ現場などへ携帯することが容易であり、最高出力領域が生体内でなくプローブ先端にあるためリスクはなく理学療法士やトレーナーでも扱える (図 3)。

疲労骨折

ESWT による正常骨に対し骨形成を誘導することは知られている^{14,15)}。衝撃波はさまざまな BMP や bFGF の発現を増加させ骨形成を誘導すること^{9,11)}、骨髄間葉系幹細胞の増殖や TGF- β 1 や VEGF の発現を介した骨芽細胞への分化を誘導すること¹⁰⁾、骨欠損モデルにおいて間葉系幹細胞を遊走させ、eNOS, VEGF などの血管新生促進因子を照射後早期に発現させること¹⁶⁾により骨修復や骨形成を促進する。

臨床研究では、脛骨や中足骨の疲労骨折に対する保存治療としての ESWT の case series study は散見される。高出力で 1 回照射や低出力で 3~4 回照射を施行しいずれも約 2~3 ヶ月で全例骨癒合が得られ元の競技レベルに復帰したと報告されている^{17,18)}。また、Furia らは Jones 骨折に対し ESWT と固定術を比較し、骨癒合率



図 3 Duolith SD1® と Masterpulse® (Storz med : 独)

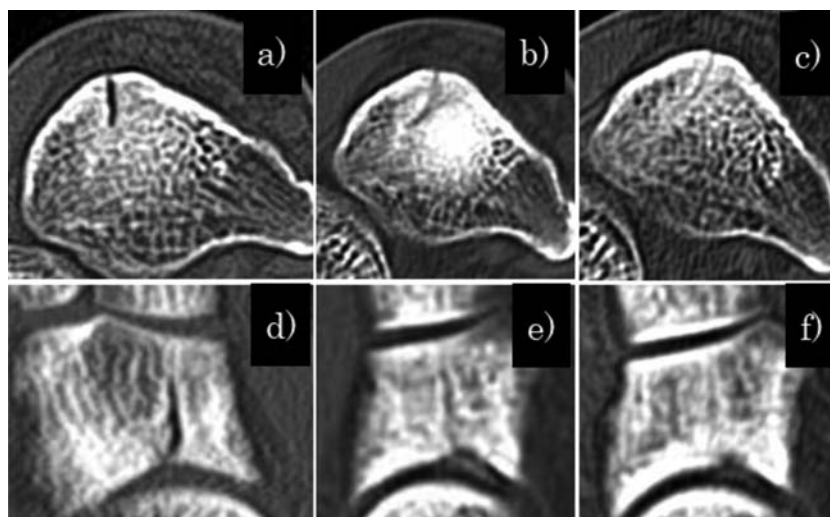


図 4 症例 舟状骨疲労骨折

21 歳女性，陸上選手．荷重制限，外固定は行わず運動禁止のみと FSWT を施行．骨癒合みられ治療後 9 週からジョギング開始，4 ヶ月で大会出場．
治療内容：計 6 回 (隔毎) 5,000 発／回 背側より照射
a, d : FSWT 前，b, e : 治療後 4 週，c, f : 治療後 9 週．

は同等であり、また合併症について ESWT は固定術群と比べ screw head による疼痛遺残がなく安全であると報告した¹⁹⁾。自験例でもとくに足の難治性疲労骨折である舟状骨(図 4)や足関節内果, Jones 骨折(図 5)などの有用性を経験している。

疲労骨折に対し ESWT は、保存治療や手術療法後、再発時の除痛と骨癒合促進として、さらに検診などで無症候で発見されたときの治療として有用と考えている。

骨 端 症

衝撃波の成長への影響に関する報告は動物実験を中心に散見される。高出力の衝撃波は骨端への照射により骨端線損傷による骨端線閉鎖を伴い下肢短縮をきたし、骨幹部中央への照射では逆に下肢延長を促す¹⁵⁾。一方、低出力の衝撃波では骨端線閉鎖や下肢短縮は起こらず組織学的に成長軟骨層の厚みが増大するのみであり²⁰⁾、現在低出力の衝撃波による小児骨端への照射は容認されている。

一方で骨端症に対する ESWT の臨床報告は離断性骨軟骨炎に対する症例報告のみで他は渉猟しえない。当院では倫理委員会の承認のもと離断性骨軟骨炎を中心に難治性の骨端症に対し ESWT を行なってきた。骨端線閉鎖不全(図 6)や骨端部壊死のフライバーグ病(図 7)、坐骨結節の apophysitis である坐骨結節骨端症(図 8)などで有用であった経験がある。これまで行ってきた症例において合併症や有害事象などは起こっていない。

ま と め

1. ESWT は難治性腱症のほか、疲労骨折や骨端症などのスポーツ障害に対しても安全で有用な治療オプションである。
2. 骨端症に対しては、低出力 FSWT または RSWT に限って適応となりえる。
3. RSWT は現場への携帯が容易で医師以外でも扱えるためスポーツ選手への適用は今後広まるだろう。

文 献

- 1) Eid J : Consensus Statement on ESWT Indication and Contraindications. ISMST, Linz, Austria, 2016.
- 2) Shrivastava SK et al : Shock wave treatment in medicine. J Biosci, 30 : 269-275, 2005.
- 3) van der Worp H et al : ESWT for tendinopathy : technology and clinical implications. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 21 : 1451-1458, 2013.
- 4) Ohtori S et al : Shock wave application to rat skin induces degeneration and reinnervation of sensory nerve fibre. Neurosci Lett, 315 : 57-60, 2001.
- 5) Hausdorf J et al : Selective loss of unmyelinated nerve fibers after extracorporeal shockwave application to the musculoskeletal system. Neuroscience, 155 : 138-144, 2008.
- 6) Takahashi N et al : Application of shock waves to



図 5 症例 Jones 骨折 術後

18 歳男性, バスケット選手。術後 6 週から国体合宿があり, 術後 3 週より FSWT を施行。術後 6 週で骨癒合し国体合宿に復帰, 術後 10 週に国体出場。
治療内容: 計 2 回(隔週)5,000 発/回 底外側より照射
a: 術前, b: 術直後, c: 術後 3 週, d, e: 術後 6 週, f: 術後 3.5 ヶ月。

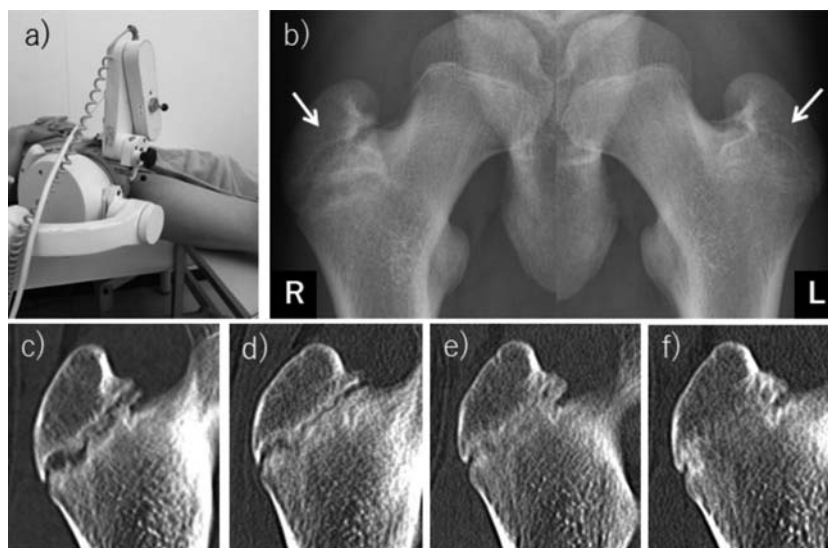


図6 症例 大腿骨近位骨端線閉鎖不全
16歳女性，器械体操選手．右股関節の脱力感で競技困難．前医で疲労骨折の診断によりLIPUSとリハビリを施行も骨癒合認められず症状の改善もなかった．来院後FSWT施行．治療後6週で練習再開，10週で競技復帰，リオ五輪代表に初選出．
治療内容：計5回(隔週)5,000発／回 エコー下に外側または後方より照射
a：照射風景，b,c：治療前，d：治療後4週，e：治療後8週，f：治療後4ヵ月．

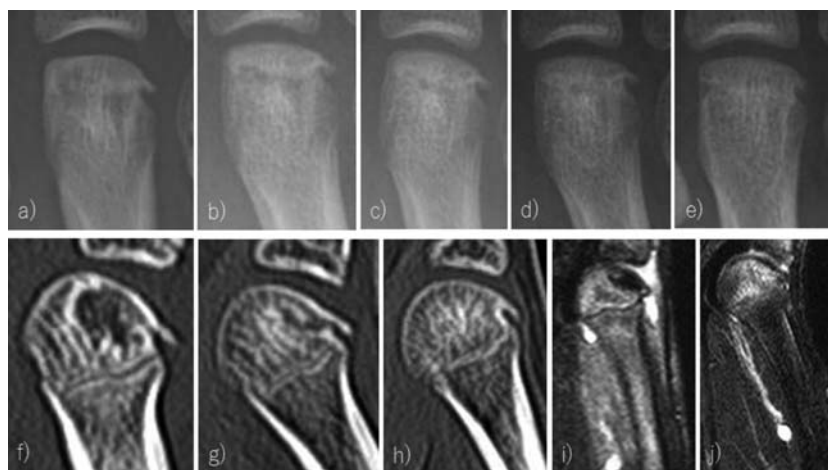


図7 症例 フライバーグ病
14歳男性，野球選手．
治療内容：FSWT施行．計5回(隔週)3,000発／回 背側より照射
a～e：単純X線，f～h：CT，i，j：MRI，プロトン密度像脂肪抑制像．
a，f，i：治療前，b：治療後3週，c：治療後7週，d：治療後9週，e：治療後9ヵ月，g：治療後3ヵ月，h：治療後5ヵ月，j：治療後4ヵ月．

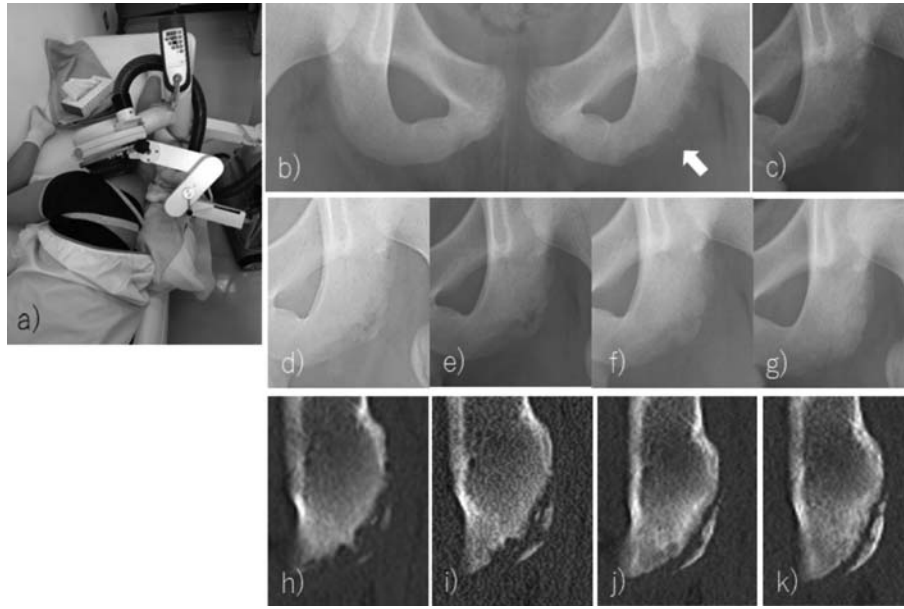


図8 症例 坐骨結節骨端症

14歳男性，器械体操選手．発症後5ヵ月間運動制限とリハビリを行なうも症状の改善を認めずFSWT施行．治療後2ヵ月で痛みは完全消失，3ヵ月でジョギング開始，4ヵ月で練習復帰，6ヵ月で競技復帰．

治療内容：計8回(2～4週ごと)5,000発／回 腹臥位 エコー下に後方より照射．

b～g：単純X線 h～k：CT．

a：照射風景，b，h：治療前，c：治療後2ヵ月，d，i：治療後3ヵ月，e：治療後4ヵ月，f：治療後6ヵ月，j：治療後7ヵ月，g，k：治療後1年．

rat skin decreases calcitonin gene related peptide immunoreactivity in dorsal root ganglion neurons. Auton Neurosci, 107 : 81-84, 2003.

- 7) Takahashi N et al : Second application of low-energy shock waves has a cumulative effect on free nerve endings. Clin Orthop Relat Res, 443 : 315-319, 2006.
- 8) Wang C et al : Shock wave induces neovascularization at the tendon-bone junction. J Orthop Res, 21 : 984-989, 2003.
- 9) Wang FS et al : Temporal and spatial expression of bone morphogenetic proteins in extracorporeal shock wave promoted healing of segmental defect. Bone, 32 : 387-96, 2003.
- 10) Wang FS et al : Superoxide mediates shock wave induction of ERK-dependent osteogenic transcription factor (CBFA-1) and mesenchymal cell differentiation toward osteoprogenitors. J Biol Chem, 277 : 10931-10937, 2002.
- 11) Wang FS et al : Extracorporeal shock wave prom-

otes growth and differentiation of bone-marrow stromal cells towards osteoprogenitors associated with induction of TGF-beta1. J Bone Joint Surg Br, 84 : 457-461, 2002.

- 12) Vetrano M et al : Extracorporeal shock wave therapy promotes cell proliferation and collagen synthesis of primary cultured human tenocytes. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 19 : 2159-2168, 2011.
- 13) Han SH et al : J.Leonard Goldner Award 2008. Effect of extracorporeal shock wave therapy on cultured tenocytes. Foot Ankle Int, 30 : 93-98, 2009.
- 14) Takahashi K et al : Gene expression for extracellular matrix proteins in shockwave-induced osteogenesis in rats. Calcif Tissue Int, 74 : 187-193, 2004.
- 15) Saisu T et al : Effects of extracorporeal shock waves on immature rabbit femur. J Pediatr Orthop B, 13 : 176-183, 2004.
- 16) Wang FS et al : Ras induction of superoxide

- activates ERK-dependent angiogenic transcription factor HIF-1 α and VEGF-A expression in shock wave stimulated osteoblasts. *J Biol Chem*, 279 : 10331-10337, 2004.
- 17) Taki M et al : Extracorporeal shock wave therapy for resistant stress fractures in athletes. *Am J Sports Med*, 35 : 1188-1192, 2007.
- 18) Moretti B et al : Shock waves in the treatment of stress fractures. *Ultrasound Med Biol*, 35 : 1042-1049, 2009.
- 19) Furia JP et al : Shock wave therapy compared with intramedullary screw fixation for nonunion of proximal fifth metatarsal-diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 92 : 846-854, 2010.
- 20) Oztemur Z et al : The long-term effects of extracorporeal shock waves on the epiphysis of the adolescent rat. *J Orthop Sci*, 18 : 159-164, 2013.

軟骨の再生医療

Regenerative Therapy in Cartilage Repair

中村 憲正^{1,2)} Norimasa Nakamura

● Key words

軟骨損傷, 再生医療, 幹細胞

● 要旨

関節軟骨組織は血流に乏しく難治性である。この損傷を放置すると多くは損傷程度が進行し、変形性関節症の発症のリスクとなる。この防止をめざし多くの再生医療的治療の開発が行われてきた。その先駆的治療として、1990年代前半に自家培養軟骨細胞移植が開発された。現在までに多くの臨床例が世界で実施され良好な成績が報告されている。一方、培養軟骨細胞移植法では培養軟骨細胞の脱分化や、十分な細胞数の確保が中高齢者において困難となる症例があるなどの問題点が指摘され、これらに対応すべく幹細胞を用いた治療法が開発されてきた。本論文ではこれら治療法の概要、臨床成績、および将来展望について概説し、再生医療の現在における位置づけを明らかにしたい。

はじめに

関節軟骨はⅡ型コラーゲンと豊富な糖タンパク、多量の水分から構成される潤滑性と粘弾性に優れた結合組織であり、荷重衝撃の緩衝、関節の滑動性の獲得に非常に重要な役割を担っている。しかし関節軟骨は血流が乏しい組織であることに加え、硬く密な細胞外マトリックスに覆われており周囲から軟骨を再生させる間葉系幹細胞などが到達できないため自己修復能に乏しい組織である。そのため一度損傷を受けると修復機転が働かず二次性の関節症性変化をきたす可能性が高い。代表的な軟骨疾患である変形性膝関節症は、加齢に伴って生じる関節軟骨の退行性疾患であり、関節表面の軟骨の摩耗や半月

板の変性・断裂により疼痛、関節の変形および機能不全を引き起こす。変形性膝関節症の有病者数は超高齢社会の進行とともに今後さらに上昇すると予想され、中高齢者の生活の質 (quality of life; QOL) の維持のためにもその予防的治療の必要性が高まっている。

軟骨損傷の細胞治療

軟骨の自己修復能が乏しい主たる原因は、血流が乏しく修復に関与する細胞 (軟骨細胞またはより未分化な幹細胞や前駆細胞) が損傷部に十分に供給されないことであると考えられる。したがって軟骨細胞や軟骨細胞への分化能を有する前駆細胞や幹細胞を損傷部に移植する治療法は合理的である。

中村憲正
〒530-0043 大阪市北区天満 1-9-27
大阪保健医療大学
TEL 06-6352-0093

1) 大阪保健医療大学スポーツ医科学研究所
Institute for Medical Science in Sports, Osaka Health Science University
2) 大阪大学国際医工情報センター
Global Center for Biomedical Engineering and Informatics, Osaka University

自家軟骨細胞移植

損傷軟骨の細胞治療法として、1994年にBrittbergらは非荷重部より採取した自家軟骨片から軟骨細胞を採取・培養し、軟骨欠損部に培養液とともに移植し骨膜で表層に蓋をするという自家軟骨移植術 (autologous chondrocyte implantation; ACI) を報告した¹⁾。この第1世代ACIでは骨膜に起因する移植片の過形成が報告されたため、骨膜の代わりに人工膜を使用した第2世代ACIが考案された²⁾。しかしこれらの方法は、第1世代と同様に培養細胞懸濁液の状態で損傷部に移植するため、欠損部外への懸濁液の漏出、重力による細胞の濃度勾配といった問題が残されており、スキャフォールドに培養軟骨細胞を包埋し移植する第3世代ACIへと改良されてきた³⁾。

しかしながら非荷重部からの軟骨採取が必要であることや、軟骨組織に存在している軟骨細胞が疎であることから治療に使用できる細胞数を十分に回収することが難しいことも軟骨細胞移植術の欠点として知られる。また、高齢者では採取した軟骨が変性している可能性があること、また培養過程でその多くが線維芽細胞様へと脱分化するなどの問題もある⁴⁾。

間葉系幹細胞

1966年にFriedensteinらはマウス骨髄を用いた研究で、高い増殖能と骨芽細胞への分化能を有する細胞の存在を報告した⁵⁾。さらにこの細胞は軟骨細胞・骨芽細胞・脂肪細胞・筋芽細胞といった間葉系に属する細胞への多分化能を有することから間葉系幹細胞 (mesenchymal stem cells; MSC) と名付けられた。現在MSCの定義は1) 一般的な培養条件で接着培養できること、2) 間葉系特異的な表面抗原マーカーが陽性でその他造血系マーカーなどが陰性であること、3) 骨芽細胞・脂肪細胞・軟骨細胞に分化できること、とされている (表1)⁶⁾。MSCは骨髄のみでなく、脂肪・筋肉・滑膜・臍帯・臍帯血など生体のさまざまな組織に存在することが分かっており、その多分化能から骨や心筋の再生医療への応用が期待されている。

軟骨の再生に対しても広く研究が試行されており、Wakitaniらは1994年に世界に先駆けて骨髄由来MSCを用いたウサギの骨軟骨損傷の修復を報告し、その後も世界で初めてのヒトへの臨床応用となる膝蓋骨軟骨損傷部への移植を行なう臨床試験を通じてその安全性と有効性を報告した⁷⁾。

表1 間葉系幹細胞 (Mesenchymal Stem Cells : MSC) の定義¹⁵⁾

一般的な培養条件で接着培養できること
CD73 / CD90 / CD105 陽性
CD14 / CD34 / CD45 / CD19 / HLA-DR 陰性
骨 (芽) 細胞・脂肪細胞・軟骨 (前駆) 細胞へ分化する

MSCは脂肪細胞、軟骨細胞、骨芽細胞以外にもニューロン、肝細胞や膵島細胞などいくつかの異なる細胞系列への分化能も認められている。最近の研究では、起源が異なるMSCの間で多様な細胞への分化能が異なることが示されている。

またMurphyらはヤギの変形性膝関節症モデルに対し骨髄由来のMSCの懸濁液を膝関節内注射し軟骨の変性予防効果があったと報告しており⁸⁾、近年では変形性膝関節症に対する同種骨髄由来MSCの有効性を調査するために、ヒアルロン酸使用群を対照とした無作為化比較対照試験が施行され同種骨髄由来MSCの優位性が報告されている⁹⁾。

われわれのグループでは、滑膜由来MSCを用いた軟骨再生治療法を開発してきた。滑膜由来MSCを*in vitro*でアスコルビン酸存在下に高密度培養すると、MSCは自らが産生したフィブロネクチンやビトロネクチンなどの細胞外マトリックス (ECM) を多く含むシート状の細胞/ECM複合体を形成される。この複合体は培養皿から剥離させると自らの収縮力によって塊状の三次元人工組織 (tissue-engineered construct; TEC) となる。TECは可塑性ならびに粘着性を有しており、軟骨欠損部位に足場材料なし (スキャフォールドフリー) で接着させることが可能であり、ブタの軟骨欠損モデルへの移植では硝子軟骨様の組織修復を認め、力学的試験でも良好な成績を報告している⁹⁾ (図1)。2013年度より実施した5例の外傷性膝軟骨損傷患者へのTEC移植の臨床研究では、移植一年後の関節鏡視において良好な軟骨組織修復像が観察されており、また修復組織のニードル生検標本にて軟骨組織修復が確認された (図2)。

しかしながら患者自身のMSCを自家移植の細胞ソースとするにはまだ障害となる課題がある。MSCは患者自身の個人差ならびに病歴などの背景に依って増殖ならびに分化能に個体差があり、さらに長期間培養すると分化能が下がるという報告がある¹⁰⁾。またMSCの採取には移植前に手術が必要であり侵襲を伴うことや、高齢者ではMSCの細胞数・分化能が低下するといった報告¹¹⁾もある。

多能性幹細胞

近年では、新たな細胞源としてES細胞 (embryonic stem cell) やiPS細胞 (induced pluripotent stem cells) に

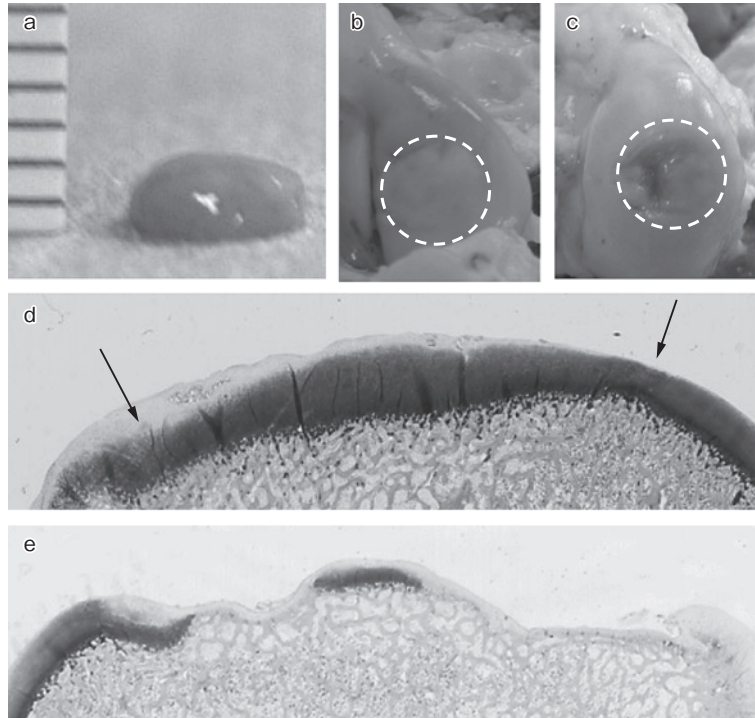


図1 ブタ滑膜組織由来 TEC 移植に於ける軟骨再生
 a : TEC のマクロ像(スケール目盛はミリメートル).
 b, d : 軟骨単独欠損 TEC 移植群(移植後 6 ヶ月).
 マクロならびにサフラニン染色にて矢印間で示される TEC 移植部位で軟骨組織修復が観察された.
 c, e : 軟骨欠損未治療群(移植後 6 ヶ月).
 欠損部に軟骨の再生を認めない.

代表される多能性幹細胞を用いた軟骨再生研究が注目されている。

ES 細胞は 1981 年にマウス, 1998 年にヒト受精卵から樹立された胚性幹細胞であり, 無限増殖能と全胚葉系に分化できる多分化能を有する. *in vitro* 実験で TGF (transforming growth factor) β 1 や BMP (bone morphogenetic protein)-2, FGF (fibroblast growth factor)-2 などのサイトカインや¹²⁾, 低酸素¹³⁾や圧縮負荷¹⁴⁾といった物理的的刺激により軟骨細胞へ分化することが報告されている。

しかし ES 細胞は受精卵を材料にすることから倫理的な懸念があり, 国際的には ES 細胞の作製には強い規制を設けている国も多く, 本邦においては不妊治療の際に廃棄されることが決定した余剰の体外受精卵に限り作製が認められ, その利用についても基礎研究に限定されている。

山中らは, 2006 年マウスの線維芽細胞にレトロウイルス・ベクターを使って 4 つの遺伝子 (Oct3/4, Sox2, Klf4, c-Myc) を導入することで, 多能性幹細胞へとリ

プログラミングできることを明らかにした. これが iPS 細胞であり, ES 細胞の倫理的問題を克服できるものとして期待されている. 現在では iPS 細胞は末梢血のリンパ球からでも作製可能で, その採取は低侵襲である¹⁵⁾. さらに HLA のバリエーションを揃えた iPS 細胞ストックプロジェクトも邁進中であり, 実際の治療には侵襲を伴うことなく, 品質が担保された他人の組織由来の細胞株を使用できるシステムが構築されつつある¹⁶⁾.

軟骨再生領域については, iPS 細胞は MSC と比較して *in vitro* において優れた軟骨分化能を呈し, ラットを用いた *in vivo* 実験において優れた骨軟骨修復が得られることが報告されている¹⁷⁾. 2015 年に Yamashita らは iPS 細胞より軟骨パーティクルの作製方法を確立し¹⁸⁾, 他家移植の可能性を示唆した. しかしながら iPS 細胞は腫瘍化のリスクという克服すべき課題も残されており, 今後の臨床応用には安全な分化誘導方法の確立, および動物モデルによる移植後の長期データの蓄積が必要と考えられる。

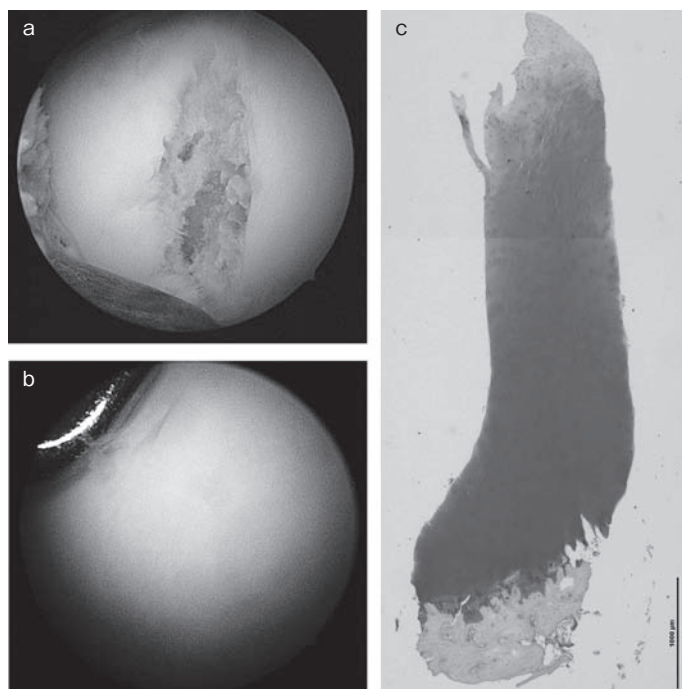


図2 ヒト滑膜組織由来 TEC の臨床研究(代表症例)
a : 関節鏡視像(初回手術時), 大腿骨滑車部に ICRS grade IV の
20×6 mm の欠損を認める.
b : 術後 12 ヶ月の関節鏡視では平滑な軟骨面が観察された.
c : 生検(術後 12 ヶ月)のサフラニン染色.

再生医療領域における細胞移植は, iPS 細胞ストックプロジェクトも含めてその細胞ソースが自己細胞から他家細胞へと移行しつつある. 細胞の他家移植では, 通常免疫反応による生着拒絶が大きな問題となるが, 軟骨組織は血流に乏しく, またとくに間葉系幹細胞(MSC)には免疫寛容作用があると報告されており, 細胞品質管理を考えた場合, 今後他家細胞移植治療がその数を増していく可能性があると考ええる.

文 献

- 1) Brittberg M et al : Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. N Engl J Med, 331 : 889-895, 1994.
- 2) Marcacci M et al : Arthroscopic second generation autologous chondrocyte implantation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 15 : 610-609, 2007.
- 3) Zheng M H et al : Matrix-induced autologous chondrocyte implantation (MACI) : biological and histological assessment. Tissue Eng, 13 : 737-746, 2007.
- 4) Yasui N et al : Primary culture of chondrocytes embedded in collagen gels. Exp Cell Biol, 50 : 92-100, 1982.
- 5) Friedenstein AJ et al : Osteogenesis in transplants of bone marrow cells. J Embryol Exp Morphol, 16 : 381-390, 1966.
- 6) Dominici M et al : Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement. Cytotherapy, 8 : 315-317, 2006.
- 7) Wakitani S et al : Autologous bone marrow stromal cell transplantation for repair of full-thickness articular cartilage defects in human patellae : two case reports. Cell Transplant, 13 : 595-600, 2004.
- 8) Murphy JM et al : Stem cell therapy in a caprine model of osteoarthritis. Arthritis Rheum, 48 : 3464-3474, 2003.
- 9) Ando W et al : Cartilage repair using an in vitro generated scaffold-free tissue-engineered construct derived from porcine synovial mesenchymal stem cells. Biomaterials, 28 : 5462-5470, 2007.

- 10) Vega A et al : Treatment of knee osteoarthritis with allogeneic bone marrow mesenchymal stem cells : a randomized controlled trial. *Transplantation*, 99 : 1681-1690, 2015.
- 11) Ketlow JD et al : Donor age and cell passage affects differentiation potential of murine bone marrow-derived stem cells. *BMC Cell Biol*, 9 : 60, 2008.
- 12) Toh WS et al : Differentiation and enrichment of expandable chondrogenic cells from human embryonic stem cells in vitro. *J Cell Mol Med*, 13 : 3570-3590, 2009.
- 13) Koay EJ et al : Athanasiou. Hypoxic chondrogenic differentiation of human embryonic stem cells enhances cartilage protein synthesis and biomechanical functionality. *Osteoarthritis Cartilage*, 16 : 1450-1456, 2008.
- 14) Terraciano V et al : Differential response of adult and embryonic mesenchymal progenitor cells to mechanical compression in hydrogels. *Stem Cells*, 25 : 2730-2738, 2007.
- 15) Okita K et al : An efficient nonviral method to generate integration-free human-induced pluripotent stem cells from cord blood and peripheral blood cells. *Stem Cells*, 31 : 458-466, 2013.
- 16) de Rham C et al : Potential and limitation of HLA-based banking of human pluripotent stem cells for cell therapy. *J Immunol Res*, 2014 : 518135, 2014.
- 17) Ko JY et al : In vitro chondrogenesis and in vivo repair of osteochondral defect with human induced pluripotent stem cells. *Biomaterials*, 35 : 3571-3581, 2014.
- 18) Yamashita A et al : Generation of scaffoldless hyaline cartilaginous tissue from human iPSCs. *Stem Cell Reports*, 10 : 404-418, 2015.

遠隔医療システムを用いたラグビー新サポートシステムの可能性 ～IT システムが新たな安全対策のソリューションになり得るか～

Possibility of Rugby New Support System Using a Telemedicine System

中村 嘉宏	Yoshihiro Nakamura	帖佐 悦男	Etsuo Chosa
田島 卓也	Takuya Tajima	吉川 大輔	Daisuke Yoshikawa
黒木 修司	Shuji Kuroki	比嘉 聖	Kiyoshi Higa

● Key words

ラグビーフットボール, Telemedicine, 安全対策

●要旨

はじめに：ラグビーは格闘技性が高く重篤な外傷を示すこともまれではない。そのため迅速な救命処置、初期診療を可能とするためマッチドクターの派遣および後方支援病院確保といったシステム構築を実現した。しかし医師確保困難に直面し、telemedicine を用いたスポーツ新サポートシステムを導入した。

対象および方法：2015 年から telemedicine を用いサポートしたスポーツ競技会は 63 競技会、外傷症例数 24 例(TM 群)であった。これらを従来の mobile phone 群 24 例(MP 群)と比較した。

結果：解剖学的評価診断一致率は MP/TM 群 $\kappa=0.268293/0.855950$ 、外傷タイプ評価 $\kappa=0.384886/0.627184$ であった。

結論：病院待機するスポーツドクターが telemedicine を用いてサポートすることで経験が少ないドクターであったとしても正確な診断を導くことが可能となる。Telemedicine による ICT 技術の貢献は計り知れない。本技術の効果を検証し、さらなるシステムの構築が課題である。

はじめに

ラグビーは格闘技性の高いコンタクトスポーツであり、スクラム、タックル、ラック、モールなど特有のプレースタイルにより時に重篤な外傷、障害を示すこともまれではない¹⁾。しかし 80～90 年代のラグビー安全対

策は「魔法のヤカンの水」であり、スポーツ外傷に対する医学的知識を含め決して十分な対応ではなかった。近年、国民のスポーツ競技の安全性への関心の高まりから、競技会へのドクター派遣など医療体制の向上が図られてきている。ラグビーにおける重症外傷の内訳はそのほとんどが頭頸部外傷^{2,3)}で、現場における迅速な初期診療が救命もしくは重篤な機能障害回避に直結すると思

中村嘉宏
〒 889-1692 宮崎市清武町木原 5600
宮崎大学医学部整形外科
TEL/FAX 0985-85-0986
E-mail nakabird@mail.goo.ne.jp

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

a: ドクター	⇔	ドクター
b: ドクター	⇔	ドクター/患者
c: ドクター	⇔	ナース
d: ドクター	⇔	患者
e: ナース	⇔	患者
f: スポーツドクター (病院)	⇔	ドクター/スポーツナース (フィールド)

図1 Telemedicine の形態

a: テレラジオロジー(遠隔画像診断)やテレパソロジー(遠隔病理診断)の形態. c: 在宅医療に用いられる形態. f: われわれが提案するスポーツ現場での形態.

われる。われわれは迅速な救命処置、初期診療を可能とするため 2002 年から宮崎県内で開催されるすべてのラグビー競技会にマッチドクターを派遣してきた。もちろん競技会の安全性というものにはドクター派遣だけで解決されるものではなく、安全性を考慮した競技会の運営・管理、グラウンドのコンディション・ロケーションおよび後方支援病院確保、AED 設置の有無など救急医療体制も含め、総合的に対応してきた。われわれが行なった過去の報告のとおり⁴⁾、マッチドクター派遣はラグビー競技の安全確保に著明な効果が発揮され、さらに主催者側も安全対策への認識向上が図られ、近年県内の外傷症例数も減少傾向である。しかしながら 2004 年以降、参加意思を示すドクターは限られ、個々の負担は増加の一途である。

フィールドで活躍するマッチドクターはラグビープレーやルールの知識が必要であるばかりか、慣れないフィールドでの活動はストレスである。また、さらなる医師確保は困難を極め、賃金は若干近年よくなったとはいえ個々の信念で維持されているのが現実である。近年こうした課題から telemedicine の可能性を模索したので報告する。

Telemedicine とは

Telemedicine とは別名遠隔医療ともいわれ、2011 年医師法の大幅な規制緩和を契機に注目されている診療形式である^{5,6)}。日本国内での実施状況の報告では遠隔画像診断がほとんどで、その他の形式は比較的稀と言われる。また telemedicine の形態もドクター to ドクター(図1)がほとんどで在宅医療に代表されるドクター to ナースが散見される程度である⁵⁾。

われわれが考えるスポーツ現場での telemedicine の可能性

近年アメリカンフットボールにおける脳振盪診断で telemedicine の有用性検証が始まったようであるが⁷⁾、いまだスポーツ分野での報告は少ない。われわれが提案する telemedicine の形態は、『スポーツドクター(病院待機)』to『ドクター(競技現場; フィールド)』もしくはスポーツに関する専門知識を有する『スポーツナース(競技現場; フィールド)』である。競技現場(フィールド)のドクター・スポーツナースが HD カメラ/マイクを装着し、病院待機するスポーツドクターとをモバイル通信を用いて接続し、映像をみながらコミュニケーションをとる telemedicine consultation の形式をとっている。

対象および方法

2015 年から telemedicine を用いサポートしたスポーツ競技会は 63 競技会、5 競技種目(ラグビー/柔道/サッカー/トリアスロン)であった。Telemedicine を用いて対応した(TM 群)外傷症例数 24 例であった。電話を用いてコンサルテーションを行なった直近の 24 例を mobile phone 群(以下 MP 群)とし、この 2 群についてフィールドドクターと待機スポーツドクターの初期診断一致率に関して調査した。なお、外傷評価としては OSICS(Orchard Sports Injury Classification System)⁸⁾による解剖学的部位(classifying location of injury)と外傷形態(classifying type of Injury)を kappa 係数を用いた一致率(0.81-1.00; 完全一致, 0.61-0.80; 実質的一致)に関して評価した(表1)。

使用したハードウェアに関して

Telemedicine に関するハードウェアとしてはウェアラブル HD カメラ(Panasonic 社製 HX-A1H)にタブレット型コンピューター(Panasonic 社製 TOUGH PAD FZ-M1)を接続し(図2,3)、3G/4G のインターネット回線を用いて待機病院内 PC とを接続させた。なお、接続するインターネット回線は 2012 年宮崎県日向市が導入した救急現場における「V-FAST live; 救急車内・映像伝送システム/インフォコム社製」を用いた(図4)。特徴としては独自のエンコーディング技術を用い、ナローバンドでも高画質な画像伝送を可能としている点である。

結 果

解剖学的評価においては MP 群/TM 群 $\kappa=0.268293/$

表 1 Orchard Sports Injury Classification System(OSICS)

a : Classifying location of injury

Main grouping	Category	Equivalent OSICS Body Area Character (Orchard, 1995)
Head and neck	Head/face	H
	Neck/cervical spine	N
Upper limbs	Shoulder/clavícula	S
	Upper arm	U
	Elbow	E
	Forearm	R
	Wrist	W
	Hand/finger/thumb	P
Trunk	Sternum/ribs/upper back	C,D
	Abdomen	O
	Lower back/pelvis/sacrum	B,L
Lower limbs	Hip/groin	G
	Thigh	T
	Knee	K
	Lower leg/Achilles tendon	Q,A
	Ankle	A
	Foot/toe	F

b : Classifying type of injury

Main grouping	Category	Equivalent OSICS Pathology Character (Orchard, 1995)
Fracture and bone stress	Fracture	F
	Other bone injuries	G,Q,S
Joint (non-bone) and ligament	Dislocation/subluxatuin	D,U
	Sprain/ligament injury	J,L
	Lesion of meniscus or cartilage	C
Muscle and tendon	Muscle rupture/tear/strain/cramps	M,Y
	Tendon injury/rupture/tendinosis/bursitis	T,R
Contusions	Heamatoma/contusion/bruise	H
Laceration and skin lesion	Abrasion	K
	Laceration	K
Central/peripheral nervous system	Concussion (with or without loss of consciousness)	N
	Nerve injury	N
Other	Dental injuries	G
	Other injuries	



図 2 Telemedicine に関するハードウェア
TOUCHPAD とウェアラブル HD カメラ, キャ
リングケース.



図 3 現場での telemedicine 装着状態



図4 V-FAST live(インフォコム社製)

表2 Classifying location of injury

a : MP 群 ($\kappa=0.268293$)

Field doctor

	H	N	S	U	F	W	P	C,D	O	B,L	G	T	K	Q,A	A	F
H	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C,D	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
B,L	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Q,A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

b : TM 群 ($\kappa=0.855950$)

Field doctor

	H	N	S	U	F	W	P	C,D	O	B,L	G	T	K	Q,A	A	F
H	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C,D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B,L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
Q,A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

$\kappa=0.855950$ で TM 群に高い一致率を示した(表2)。また正確な評価が求められる頭頸部評価(H,N)では TM 群の完全一致を示した一方で、MP 群では $\kappa=0.523810$ と一致率が低かった。外傷形態評価においては MP 群 / TM 群 $\kappa=0.384886/\kappa=0.627184$ で TM 群の実質的一致にとどまった(表3)。

症例供覧

症例 1

16 歳高校生女子。
柔道試合、右足部を捻り受傷した。四肢外傷の診断経

表3 Classifying type of injury

a : MP 群 ($\kappa=0.384886$)

		Field doctor													
Sports Doctor in hospital		F	G,Q,S	D,U	J,L	C	M,Y	T,R	H	K	K	N	N	G	O
	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G,Q,S	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D,U	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	J,L	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	M,Y	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	T,R	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

b : TM 群 ($\kappa=0.627184$)

		Field doctor													
Sports Doctor in hospital		F	G,Q,S	D,U	J,L	C	M,Y	T,R	H	K	K	N	N	G	O
	F	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G,Q,S	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D,U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	J,L	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	M,Y	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	T,R	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

験が少ないドクターによる診察であったが病院で待機するスポーツドクターに telemedicine を用いて consultation を行なった(図5)。右母趾に爪外傷示したが、伝送される映像並びにお互いのコミュニケーションから明らかな骨折、脱臼は認めないと判断し現場での処置後競技復帰となった。

症例2

第19回宮崎シーガイアトライアスロン大会2017.

宮崎県シーガイアにて開催されたトライアスロン大会にて telemedicine を導入した。競技の特徴から広範囲な会場すべてにサポートを必要とするため、オートバイや自転車で巡回する救護班と大会本部とを telemedicine を用いてサポートした(図6)。

40歳代女性、バイク(自転車)競技。

バイク会場において自転車同士が衝突し受傷した。近くに待機していた大会スタッフが「意識障害あり」との情報大会本部に連絡した。Telemedicineにて救護班

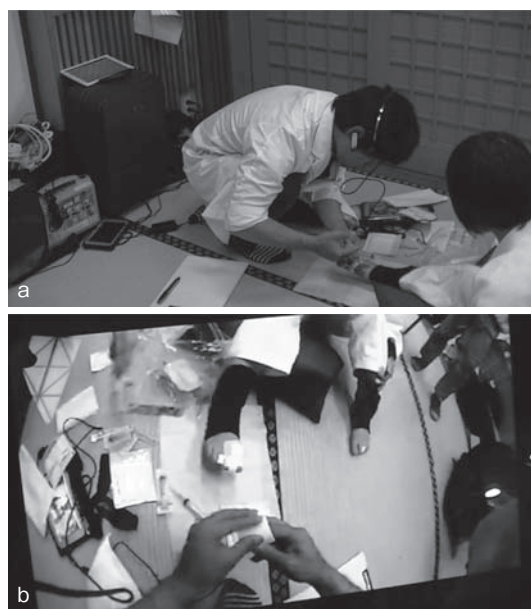


図5 症例1

a : ドクター(現場フィールド)による処置.
b : Telemedicine で伝送される映像.



図6 症例2

- a: トライアスロン大会本部でのサポート。
b: 外傷発生現場から伝送される映像。

を現場に急行させ、同時に現場で外傷の評価を行なった。本部へ送られる映像・音声ならびに現場のドクターとのコミュニケーションにより重症度は低いと判断できオーバートリアージを回避できた。

考 察

Telemedicine の取り組みは、政府主導で推進され医師不足、医療資源の地域偏在解消の観点から注目されてきた。とくに日本においては「teleradiology; 遠隔画像診断」や「telepathology; 病理診断」を中心に普及してきたが、スポーツ現場における telemedicine の導入はいまだ皆無である。2015 年アメリカのフットボールにおける脳振盪の診断で telemedicine 導入が報告され、現場と待機ドクターとの診断一致率が 100% であり、脳震盪診断テストに於ける telemedicine の高い有用性が示された⁹⁾。

われわれが考えるスポーツ分野での telemedicine の有用性は、病院待機するスポーツドクターが telemedicine を用いてサポートすることで、現場のドクターやナースの経験値/能力に左右されず正確な初期診療へ導くことが可能な点である。今回の結果に於いても MP 群の解剖学的評価の一致率の低さが明らかで mobile phone による解剖学的表現の困難さを示した一方、TM 群における高い解剖学的一致性は画像を伴う情報量の多

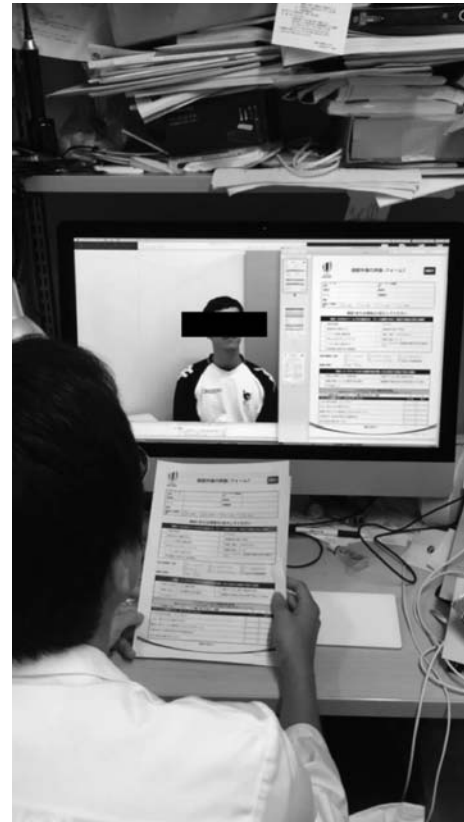


図7 Telemedicine を用いた maddocks question による脳震盪評価

さが正確性に寄与しているものと推測した。しかし外傷タイプの評価においては TM 群は実質的一致にとどまり、実際の触診、診察情報の不足が影響しているものと思われた。

重篤な生命/機能予後に関与する頭頸部外傷は迅速正確な評価が求められる。telemedicine は頭頸部分野の解剖学的評価におけるとくに高い一致性を示した。専門的知識を必要とする脳振盪診断ツール (HIA, SACT3, King-Devick test など) の利用に関しても本ツールの有用性が発揮できると期待している (図7)。

近年はさまざまな競技においてドクターが直接サポートする機会が多いようである。しかしそれはトップレベルチームであったり、有名な競技会を中心に興味を示される傾向があるようである。しかしながらスポーツ外傷はさまざまな年齢や競技種目、競技レベルで発生し、すべてのスポーツ競技者をサポートすることが理想である。Telemedicine はその一助になり得るツールであると確信している。

Telemedicine の最も大きな利点としてはリアルタイムな映像伝送を可能とする点である。ことわざに「みる

と聞くとは大違い」,「百聞は一見に如かず」と形容される通り,映像伝送することにより外傷評価を行なうための情報量は非常に多い。また,伝送された映像を保存することで事後検証評価ができることも1つのメリットである。

一方 telemedicine に関する問題点も経験している。安定した通信環境が必須で,われわれも幾度か回線が切断された場面も経験した。また,映像記録することによる個人情報の保護やその扱いに関しても未解決である。今後は telemedicine の価値を明確にし,適切な研究デザインによる安全性や効果の定量化が必須で,さらにエビデンスの蓄積が必要であると考えている。

ま と め

医師不足が叫ばれる昨今,さらなるスポーツ現場への医療資源投入は日常診療を行なう医療従事者にとって受け入れ難い側面が存在している。しかしスポーツ現場に於いても時として重症外傷発生もまれではない事実が存在する。スポーツに関わる医師にとって安全にプレーできるサポート環境の提供は切なる願いであることはいうまでもない。そのなかで,telemedicine を中心とした ICT 技術の貢献は計り知れないものがあると考えている。今後本技術を利用しその効果を検証し,さらにより telemedicine システムの構築が重要な課題である。

文 献

1) Tajima T et al : Comprehensive safety manage-

ment and assessment at rugby football competitions. Int J Sports Med, 35 : 1012-1016, 2014.

- 2) Fuller CW et al : Spinal injuries in professional rugby union : a prospective cohort study. Clin J Sport Med, 17 : 10-16, 2007.
- 3) Shelly MJ et al : Spinal injuries in Irish rugby : a ten-year review. J Bone Joint Surg Br, 88 : 771-775, 2006.
- 4) 中村嘉宏ほか : ラグビー競技における競技会安全度評価と救急体制の取り組み. 九州救急医誌, 8 : 11-15, 2009.
- 5) 日本遠隔医療学会 : 図説・日本の遠隔医療 2013. 日本遠隔医療学会事務局, 群馬 : 1-43, 2013.
- 6) 総務省情報流通行政局地域通信振興課 : 遠隔医療モデル参考書, 1-106, 2011.
- 7) BB Vargas et al : Feasibility and accuracy of teleconcussion for acute evaluation of suspected concussion. Neurology, 88 : 1580-1583, 2017.
- 8) Orchard J et al : Revision, uptake and coding issues related to the open access Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) versions 8, 9 and 10.1, Open Access J Sports Med, 1 : 207-214, 2010.
- 9) Leila HE : New technology and potential for Telemedicine in battlefield brain injury diagnostics. Concussion, 4 : 10-14, 2016.

内側半月板後根断裂に対する pullout repair による 半月板逸脱進行抑制効果の検討

A Preliminary Study about Effect of Pullout Repair of the Medial Meniscus Posterior Root Tear on Inhibiting the Progress of the Medial Meniscus Extrusion

釜付 祐輔 Yusuke Kamatsuki
宮澤 慎一 Shinichi Miyazawa
児玉 有弥 Yuya Kodama

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

● Key words

Medial meniscus posterior root tear : Medial meniscus extrusion : Pullout repair

● 要旨

内側半月板後根断裂(MMPRT)は内側半月板逸脱(MME)をきたし、膝関節の接触圧を増加させる。MMPRT に対する transtibial pullout repair の MME 進行抑制効果について検討した。受傷日が同定できた MMPRT に対し magnetic resonance imaging 冠状断像で MME を計測した。術前と術後3ヵ月で平均 MME は 3.4 mm から 3.6 mm と有意な増加を認めず($p=0.13$)、MME 進行の抑制効果が認められた。一方で、MMPRT 受傷から手術までの期間と MME 変化量には有意な相関を認めた($R^2=0.52$, $p=0.02$)。MMPRT 受傷後3ヵ月以内に transtibial pullout repair を行なうことで MME の増加を抑制することが可能であった。これらの結果から、MMPRT を早期に診断し、3ヵ月以内に pullout repair を施行することが MME の増加抑制に重要と考えられた。

はじめに

近年、内側半月板(medial meniscus; MM)の後根断裂(posterior root tear; PRT)は内側半月板逸脱(medial meniscus extrusion; MME)をきたすことで、膝関節症性変化の進行^{1~3)}や特発性膝骨壊死の発症^{4,5)}に関与することが報告されている。また、MMPRT は受傷後から経時的に MME が増加し^{6,7)}、MME の増加が関節症性変化の進行をさらに助長し将来的な人工膝関節全置換術に至るリスクが高まる^{8~10)}ことから、早期診断が重要である。

MMPRT の診断には magnetic resonance imaging

(MRI)が有用であり、radial tear sign, ghost sign, giraffe neck sign などさまざまな特異的な所見が知られている^{11~13)}。また、MMPRT に特徴的とされる階段昇降時やしゃがみ込み動作時の posteromedial painful popping(急激に出現する膝後内側部痛)¹⁴⁾を問診で聴き出すことも重要である。MMPRT に対する transtibial pullout repair は、膝内側コンパートメントにかかる負荷を軽減し^{2,8)}、その術後中期成績は良好であることが報告された¹⁵⁾。われわれは、MMPRT に対して FasT-Fix と #2 Ultrablaid(Smith & Nephew)を併用した modified Mason-Allen suture(F-MMA)で MM 後角断端を捉え、専用の aiming device(PRT ガイド, Smith & Nephew)を用いて解剖学的 MM 後根付着部に脛骨骨孔を作製し、

pullout repair を行なっている¹⁶⁻¹⁸⁾。Pullout repair による MME の改善効果に関して、良好な術後成績が報告されているが¹⁵⁾、いまだ一定した見解は得られていない。本研究の目的は、MMPRT に対する transtibial pullout repair における MME 進行の抑制効果を検証し、その効果に影響を与える患者背景因子を調査することである。

対象と方法

MMPRT の受傷日が同定でき、2016 年 1 月～12 月に F-MMA 法により transtibial pullout repair を施行した 12 膝 (男性 2 膝, 女性 10 膝) を対象とした。術式は上述のとおりであり、逸脱した MM をできるだけ関節内に引き戻すため、MM 後方の脛骨側関節包付着部との癒着をラッピングで十分に剝離した。術後 2 週間は免荷で knee brace による伸展位固定、術後 3 週目から 1/3 部分荷重および膝可動域訓練 0～45° を開始、術後 4 週目で 1/2 部分荷重および膝屈曲制限 60°, 術後 5 週目で全荷重および膝屈曲制限 90°, 術後 7 週目で膝屈曲制限 120°, 術後 3 ヶ月で膝深屈曲を許可した。手術適応は、femorotibial angle (FTA) 180° 未満、軟骨損傷が軽度にとどまっているもの (Outerbridge grade 1～2), Kellgren-Lawrence grade 0～2 を満たす症例とした¹⁷⁾。手術時平均年齢は 62 歳 (35～71 歳), MMPRT 受傷から手術までの平均日数は 134 日 (20～276 日) であった (表 1)。また、術前の X 線学的関節症性変化は Kellgren-Lawrence grade 0 が 2 例, grade 1 が 9 例, grade 2 が 1 例であり、いずれも grade 2 以下であった。術前および術後 3 ヶ月に MRI を撮像した (非荷重・膝関節 10° 屈曲位)。MRI による計測には、体軸断像・矢状断像をもとに内側半月板の中央スライスとなる冠状断像を用い、内側脛骨プラトー内側縁から MM の逸脱した距離を MME, MM 実質部の幅を medial meniscus body width (MMBW), MM の高さを medial meniscus height (MMH) として計測した (図 1)。相対的 MM 逸脱率は、MME を MMBW で除して求めた [relative MME (%) = 100 × MME / MMBW]。結果は、平均 ± 標準偏差で表記した。次に、MME に関して Δ MME = (術後) - (術前) とし、患者背景因子 (年齢, 体重, 身長, body mass index (BMI), femorotibial angle (FTA), 受傷から手術までの日数, 術前 MME) との相関を評価した。そして、MME 改善群 (Δ MME ≤ 0) と増加群 (Δ MME > 0) にわけ、2 群間で各因子を比較した。統計学的解析において、術前後の MME, MMH, relative MME の比較には Wilcoxon 符号付順位和検定を用い、 Δ MME と患者背

表 1 患者背景

	Mean ± SD	(Range)
年齢 (歳)	62 ± 10	(35～71)
身長 (cm)	154 ± 6	(144～163)
体重 (kg)	63.4 ± 10.9	(51～88)
BMI (kg/m ²)	26.7 ± 3.6	(23.0～36.6)
受傷～術前 MRI (日)	104 ± 83	(8～251)
受傷～手術 (日)	134 ± 86	(20～276)
FTA (°)	177.8 ± 1.5	(174～179)
K-L grade (0/1/2/3/4)	2 / 9 / 1 / 0 / 0	

BMI : body mass index, FTA : femorotibial angle, K-L : Kellgren-Lawrence

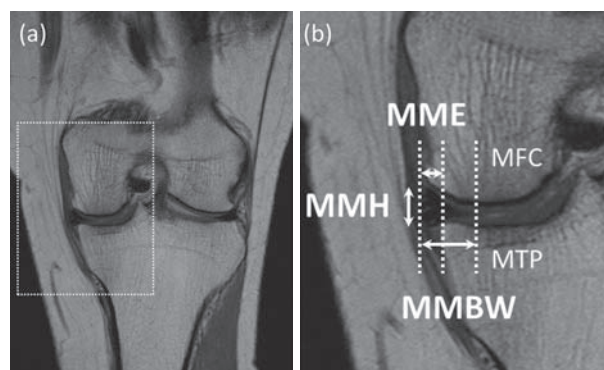


図 1 各項目計測法

a : 左膝 MRI 冠状断像, b : 内側拡大図

MME ; medial meniscus extrusion, MMH ; medial meniscus height, MMBW ; medial meniscus body width, MFC ; medial femoral condyle, MTP ; medial tibial plateau.

景因子との相関の評価には Spearman 順位相関係数検定を用いた。MME 改善群と増加群の 2 群間比較には χ^2 検定および Mann-Whitney U 検定を用いて検討した。p 値が 0.05 未満の場合を有意差ありとした。また、術後 MME を術前と比べて減少または維持させるために、いつまでに手術を行なうべきかを評価する目的で、EZR-WIN を用いて ROC (receiver operating characteristic) 曲線を作成した。

結 果

MME は術前 3.4 ± 1.3 mm から術後 3 ヶ月 3.6 ± 1.6 mm, MMH は術前 7.0 ± 1.6 mm から術後 3 ヶ月 7.2 ± 2.0 mm, relative MME は術前 36.0 ± 13.1 % から術後 3 ヶ月 38.6 ± 13.9 % となり、いずれも有意な増加を認めなかった (表 2)。また、 Δ MME は受傷から手術までの期間および術前 MME と有意な正の相関を示し、

受傷から手術までの期間が短いほど Δ MME 進行の抑制効果が得られた(図 2)。しかし、 Δ MME とその他の患者背景因子(年齢, 体重, 身長, BMI, FTA)とは有意な相関を認めなかった。さらに、MME 改善群(7 膝)

と増加群(5 膝)の 2 群にわけ比較したところ、受傷から手術までの期間でのみ 2 群間に有意差を認めた(表 3)。ROC 曲線より、受傷から手術までの日数(カットオフ値)と術後 MME が改善される確率(特異度)は、それぞれ受傷後 77 日以内で 100%, 178 日以内で 60%, 194 日以内で 40% であった(図 3)。

表 2 術前後の MRI 所見変化

	術前	術後	p 値
MME (mm)	3.4 ± 1.3	3.6 ± 1.6	0.13
MMH (mm)	7.0 ± 1.6	7.2 ± 2.0	0.17
Relative MME (%)	36.0 ± 13.1	38.6 ± 13.9	0.14
BML (有:無)	2:10	0:12	0.42

MME: medial meniscus extrusion, MMH: medial meniscus height, BML: bone marrow lesion

考 察

本研究により、MMPRT に対する F-MMA テクニクを用いた transtibial pullout repair は、術後 3 カ月の MRI において MME の増加を防止することが明らかと

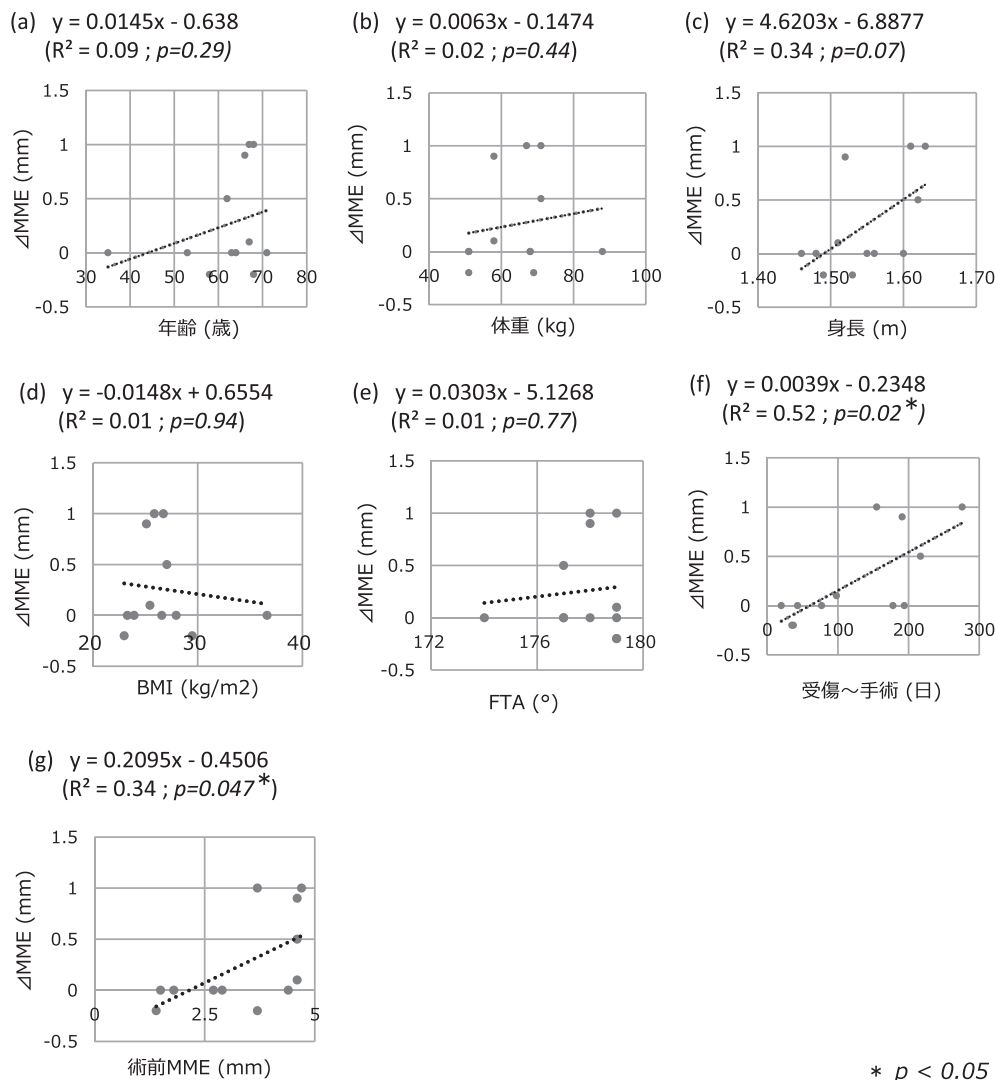


図 2 Δ MME と患者因子との相関

a: 年齢(歳), b: 体重(kg), c: 身長(m), d: BMI(kg/m²), e: Femorotibial angle(FTA)(°), f: 受傷～手術(日), g: 術前 MME(mm).

表3 MME 改善群と増加群との比較

	MME 改善群 (Δ MME ≤ 0 mm)	MME 増加群 (Δ MME > 0 mm)	p 値
症例(膝)	7	5	
男:女	0:7	2:3	0.07
年齢(歳)	59 $\pm$ 12	66 $\pm$ 2	0.33
身長(cm)	1.52 $\pm$ 0.05	1.58 $\pm$ 0.06	0.12
体重(kg)	64 $\pm$ 14	65 $\pm$ 7	0.57
BMI (kg/m ²)	27.3 $\pm$ 4.8	26.0 $\pm$ 0.8	0.94
受傷～手術(日)	83 $\pm$ 72	187 $\pm$ 67	0.04*
K-L grade(0/1/2)	(2/5/0)	(0/4/1)	0.24
FTA($^{\circ}$)	177.6 $\pm$ 1.8	178.2 $\pm$ 0.8	0.68
BML(有:無)	1:6	1:4	0.79
Δ MME(mm)	-0.06 $\pm$ 0.10	0.70 $\pm$ 0.39	0.004*

K-L: Kellgren-Lawrence, FTA: femorotibial angle, BML: bone marrow lesion, MME: medial meniscus extrusion
* $p < 0.05$

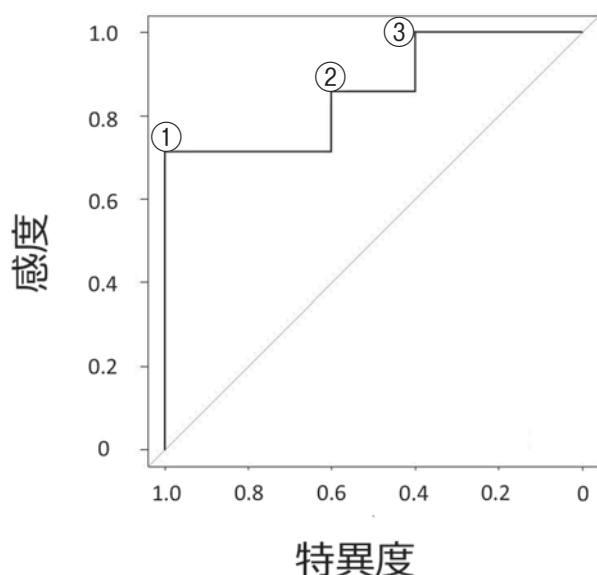


図3 ROC 曲線(MME 改善・維持と受傷から手術までの期間)

- ① Cutoff 値 77 日(感度 71.4 %, 特異度 100 %)
- ② Cutoff 値 178 日(感度 85.7 %, 特異度 60.0 %)
- ③ Cutoff 値 194 日(感度 100 %, 特異度 40.0 %)

なった。また、MMPRT 受傷から手術までの期間が短ければ、MME 増加の抑制効果が高いことが示唆された。

しかし、MMPRT による術前 MME をどの程度改善すれば良好な臨床成績が長期にわたって獲得できるかという点に関しては、いまだ明らかになっていない。本研究では、MMPRT に対して解剖学的 MM 後根付着部に pullout repair を行なったが、術後に有意な増加はないものの MME を 0 mm にまで整復できた症例は存在しなかった。Chung らは、術後 1 年の MME が術前より

改善した症例では、MME が増加した症例と比べて術後平均 5 年における臨床成績・X 線所見が優れていた¹⁵⁾と報告したが、いずれも術後 MME は残存している。以上から、pullout repair 術後に MME を増加させず、MME を少なくとも術前と同程度に留めておくことができれば、変形性膝関節症の進行を予防できるものと考えられる。

一方、MMPRT 受傷後いつまでに pullout repair を行なうべきかという点に関して、受傷から手術までの期間と手術成績の関連を報告したものは認めなかった。本研究では、術後 3 ヶ月時点での MME 改善群において有意に手術までの期間が短く、さらに pullout repair による MME 進行の抑制効果は受傷後 3 ヶ月以降に手術した症例で低下することが示唆された。以上から、受傷後 3 ヶ月以内に pullout repair を行なうことでより MME 改善・維持の効果が期待でき、そのためには、問診の正確性や MRI 画像診断の精度を高め、MMPRT の早期診断に努める必要があるものと考えられる。

本研究の限界として、後向き研究であること、サンプル数が少ないこと、経過観察期間が短いこと、MMPRT の修復状態が評価されていないこと、臨床成績を評価していないことなどがあげられる。

ま と め

MMPRT に対して pullout repair を行なうことで、術後 3 ヶ月での MME 進行の抑制効果が認められた。受傷後 3 ヶ月以内に pullout repair を行なうことができれば、MME を改善・維持できる可能性が高いことが明らかとなった。

文 献

- 1) Allaire R et al : Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*, 90 : 1922-1931, 2008.
- 2) Padalecki JR et al : Biomechanical consequences of a complete radial tear adjacent to the medial meniscus posterior root attachment site : in situ pull-out repair restores derangement of joint mechanics. *Am J Sports Med*, 42 : 699-707, 2014.
- 3) Bhatia S et al : Meniscal root tears : significance, diagnosis, and treatment. *Am J Sports Med*, 42 : 3016-3030, 2014.
- 4) Robertson DD et al : Meniscal root injury and spontaneous osteonecrosis of the knee : An observation. *J Bone Joint Surg Br*, 91 : 190-195, 2009.
- 5) Sung JH et al : Meniscal extrusion and spontaneous osteonecrosis with root tear of medial meniscus : comparison with horizontal tear. *Arthroscopy*, 29 : 726-732, 2013.
- 6) Furumatsu T et al : Medial meniscus extrusion correlates with disease duration of the sudden symptomatic medial meniscus posterior root tear. *Orthop Traumatol Surg Res*, 103 : 1179-1182, 2017.
- 7) Furumatsu T et al : Meniscal extrusion progresses shortly after the medial meniscus posterior root tear. *Knee Surg Relat Res*, 29 : 295-301, 2017.
- 8) Lee DH et al : Predictors of degenerative medial meniscus extrusion : radial component and knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19 : 222-2229, 2011.
- 9) Kwak YH et al : Large meniscus extrusion ratio is a poor prognostic factor of conservative treatment for medial meniscus posterior root tear. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 26 : 781-786, 2018.
- 10) Krych AJ et al : Non-operative management of medial meniscus posterior horn root tears is associated with worsening arthritis and poor clinical outcome at 5-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 25 : 383-389, 2017.
- 11) Lee YG et al : Magnetic resonance imaging findings of surgically proven medial meniscus root tear : tear configuration and associated knee abnormalities. *J Comput Assist Tomogr*, 32 : 452-457, 2008.
- 12) Choi SH et al : The MRI findings of meniscal root tear of the medial meniscus : emphasis on coronal, sagittal and axial images. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20 : 2098-2103, 2012.
- 13) Furumatsu T et al : A giraffe neck sign of the medial meniscus : a characteristic finding of the medial meniscus posterior root tear on magnetic resonance imaging. *J Orthop Sci*, 22 : 731-736, 2017.
- 14) Bae JH et al : Predictive value of painful popping for a posterior root tear of the medial meniscus in middle-aged to older Asian patients. *Arthroscopy*, 29 : 545-549, 2012.
- 15) Chung KS et al : Pullout fixation of posterior medial meniscus root tears : correlation between meniscus extrusion and midterm clinical results. *Am J Sports Med*, 45 : 42-49, 2017.
- 16) Kodama Y et al : Pullout repair of a medial meniscus posterior root tear using a FasT-Fix[®] all-inside suture technique. *Orthop Traumatol Surg Res*, 102 : 951-954, 2016.
- 17) Fujii M et al : A novel suture technique using the FasT-Fix combined with Ultrabraid for pullout repair of the medial meniscus posterior root tear. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 27 : 559-562, 2017.
- 18) Furumatsu T et al : A new aiming guide can create the tibial tunnel at favorable position in transtibial pullout repair for the medial meniscus posterior root tear. *Orthop Traumatol Surg Res*, 103 : 367-371, 2017.

過去 8 年間にプロサッカークラブ所属選手に発生した Jones 骨折 (Zone II, III) について

Jones fractures (Zone II, III) Among the Professional Soccer Club Members over the Last Eight Years

大沼 寧 Yasushi Onuma

● Key words

Jones 骨折, サッカー, 疫学

Jones fracture : Soccer : Epidemiology

●要旨

プロサッカークラブ所属選手に発生した Jones 骨折について調査し, Jones 骨折の既往歴, Jones 骨折の発生状況, 発生後の経過を明らかにすることを目的とした. Jones 骨折既往は 10 例 11 足 (全選手中 9.3 %) に認められた. 過去 8 年間に所属選手に発生した Jones 骨折は 6 例 6 足 (全選手中 5.6 %) であった. 4 例 4 足は不全骨折であり保存療法が実施されチーム活動を休むことなく改善した. 2 例 2 足に急性骨折が生じ手術治療が実施された. プロサッカー選手という厳しいトレーニング環境においても Jones 骨折をより早期の段階で検出し, 治療介入することで骨癒合が得られることが判明した. 一方, 急性骨折 2 例を経験し Jones 骨折の手術症例を未然に防ぐことの難しさを痛感した.

はじめに

第 5 中足骨の骨幹近位部の骨折 (Zone II, III : 以下 Jones 骨折) は, サッカー, バスケットボール, ハンドボールなどのジャンプや繰り返し動作の多いスポーツ選手に発生しやすく, とくに高強度のトレーニングを行なうエリート選手に発生が多くみられる^{1~4)}. しかし, 適切な治療が行なわれないと骨癒合が遷延し, スポーツからの離脱期間が長くなり, スポーツ選手に不利益が生じることがある.

われわれは, メディカルサポートを行なっているプロサッカークラブにおいて, Jones 骨折をより早期の段階で検出して治療介入し, 急性骨折に至る症例を未然に防

ぐ取り組みをしてきた.

今回, 過去 8 年間に当クラブの所属選手に発生した Jones 骨折について調査し, Jones 骨折の既往歴, Jones 骨折の発生状況, 発生後の経過を明らかにすることを目的とした.

対象と方法

2009~2016 年の 8 年間に, プロサッカークラブに所属した全選手 (108 人, 平均年齢 26.7 歳 : 18~37 歳) を対象にした. Jones 骨折の既往歴, Jones 骨折の発生件数, その治療法と治療経過について調査した. Jones 骨折の診断に対しては, 単純 X 線を用いた. X 線検査は, 第 5 中骨近位部痛が 2 日以上継続し, 圧痛や第 5 中

大沼 寧
〒990-0834 山形市清住町 2-3-51
山形徳洲会病院
TEL 023-647-3434

山形徳洲会病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata Tokushukai Hospital

表1 クラブ加入時に聴取した Jones 骨折の既往歴

症例	罹患年齢	軸足	罹患側	ポジション	過去の治療内容	と 加入後の再発
1	18	左	左	左 MF	保存 4ヵ月	→ 加入後再発
2	23	左	左	MF	保存 3ヵ月	→ 加入後再発
3	18	左	右	CB	手術 headless double threaded screw	
4	17	左	右	FW	手術 acutrak screw	
5	22	左	両側	CB	手術 headless double threaded screw	
6	27	左	右	MF	手術 acutrak screw 骨移植あり	
7	18	左	右	FW	保存療法 5ヵ月	
8	19	右	右	MF	手術 solid screw	
9	19	左	右	FW	保存療法 3ヵ月	
10	22	右	右	左 SB	手術 solid screw	→ 加入後再発

MF : midfielder, CB : center back, FW : forward, SB : side back

表2 過去 8 年間にクラブ所属選手に発生した Jones 骨折

症例	年齢	軸脚	罹患側	ポジション	発症から検査まで	治療内容
1	26	左	左	MF	既往あり 疼痛発生後 10 日目の Xp 検査で判明	インソール/テーピング/ステップ動作指導
2	20	左	左	左 MF	既往あり メディカルチェックで判明	インソール/テーピング/ステップ動作指導
3	23	右	右	左 SB	手術の既往あり メディカルチェックで判明	インソール/テーピング/スパイク変更
4	31	右	右	FW	疼痛発生後 7 日目の Xp 検査で判明	インソール/テーピング/ステップ動作指導
5	26	右	左	左 SB	発症から 7 日目に急性増悪	髓内釘固定
6	31	左	左	CB	前駆症状なく急性骨折	髓内釘固定

足骨頭の底側からの突き上げ痛などの身体所見から Jones 骨折が疑われた時点で遅滞なく実施した。また、年 1 回のメディカルチェック時(毎年 12 月または 1 月)に、症状に関わらず全選手に対して足部 X 線検査を実施した。

結 果

当クラブ加入時の Jones 骨折既往は、10 例 11 足(全選手中 9.3%)に認められた。うち手術療法 6 例 7 足、保存療法 4 例 4 足であった(表 1)。過去 8 年間にクラブ所属選手に発生した Jones 骨折は 6 例 6 足であった(表 2)(全所属選手中 5.6%)。4 例 4 足は、不全骨折であり、保存療法が実施されチーム活動を休むことなく改善した。保存療法としては、足部外側への荷重偏位を軽減する目的として、各選手の状態に合わせてインソール装着、スパイクの変更、テーピング、ステップ動作指導などが実施されていた。2 例 2 足に急性骨折が生じ、手術治療が実施された。いずれもダブルスレッドタイプの髓内釘挿入による固定術が施行された。術後 6 週よりジョギングが開始され術後 8 週以降に段階的競技復帰が図られた。2 例とも、術後 11 週と 12 週で、チーム活動に完全復帰した。うち 1 例は、復帰 1 ヶ月後に疼痛が再燃し、X 線画像上で骨折部の骨吸収像が認められた。約 2 ヶ月間の保存療法により再骨癒合を得てサッカーへ完全復帰した。以後、再発なくプレーしている。

症 例

症例 2(図 1) : 20 歳, サイドミッドフィルダーの選手。Jones 骨折の既往あり(保存療法)。メディカルチェック時の X 線検査にて Jones 骨折が判明した。フォローアップ期間中に骨吸収が進行し、不全骨折から急性完全骨折に進展する懸念があったが、保存療法でチーム活動を休むことなく改善し、現在も問題なくプレーを継続している。

症例 5(図 2) : 26 歳, 左サイドバック・外国籍選手。練習中に強く踏み込んだ際に、左足外側に強い疼痛が出現し、同日に X 線検査にて Jones 骨折が判明した。手術治療を実施し、術後 11 週で完全復帰した。以後、再発なくプレーを継続している。

症例 6(図 3) : 31 歳, センターバックの選手。練習中に相手選手に足を踏まれて左足を強く捻り受傷した。手術治療を実施し、術後 12 週で完全復帰した。しかし、復帰 1 ヶ月後に疼痛が再燃し、X 線画像上で骨折部の骨吸収像が認められた。約 2 ヶ月間の保存療法で再骨癒合を得てサッカーへ完全復帰した。以後、再発なくプレーしている。

考 察

Jones 骨折の定義^{5~7)}は、第 5 中足骨近位部を結節部

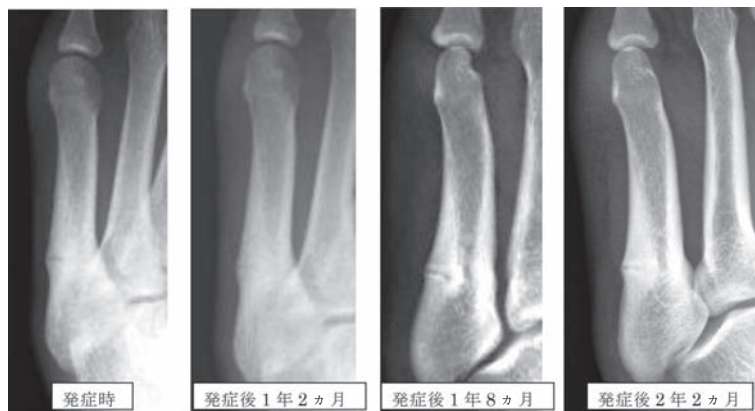


図1 症例2の単純X線経過
骨折部の骨吸収，骨形成が繰り返されている。



図2 症例5の受傷時および術後11週の単純X線

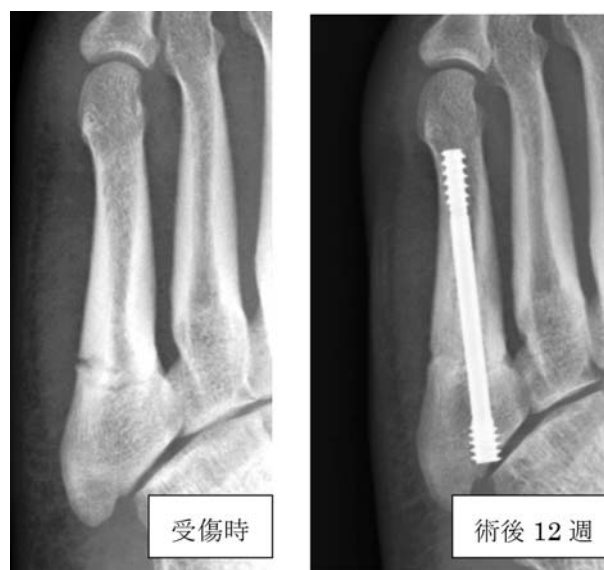


図3 症例6の受傷時および術後12週の単純X線

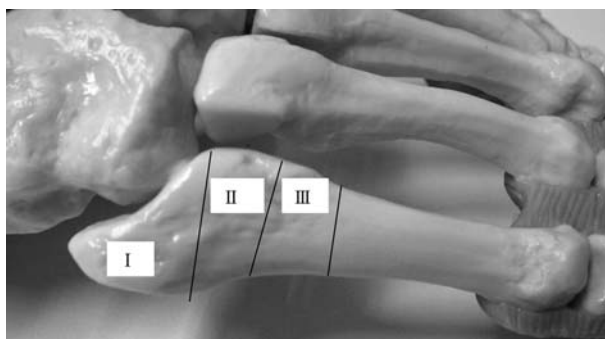


図4 第5中足骨近位部
Zone I：結節部，Zone II：近位骨幹端部，
Zone III：近位骨幹部。

(Ⅰ), 近位骨幹端部(Ⅱ), 近位骨幹部(Ⅲ)に分けて, Ⅱに生じたもののみとする狭義の Jones 骨折と, ⅡとⅢに生じたものとする広義の Jones 骨折がある(図4). 解釈に幅がある Jones 骨折という疾患名を使用せずに第5中足骨近位部疲労骨折⁸⁾という表現を用いている報告も少なくない. 今回の調査においては先行する疲労骨折が確認できず1回の外力で骨折した可能性も否定できない症例を含むため, Jones 骨折(Zone Ⅱ, Ⅲ)^{9,10)}と表記することとした.

今回の調査では, チーム加入時の Jones 骨折の既往歴を調べたが, 10例11足(全選手中9.3%)に認められ, 既往歴のある選手の中から3例に再発が認められたことから, 既往歴の把握とその後のフォローアップの重要性を再認識した.

Jones 骨折の検診に関しては, 年1回のシーズン開始前のメディカルチェック時を利用した. メディカルチェック時に判明した Jones 骨折は2例であった. いずれも自覚症状がごくわずかで事前の自己申告はなかった. Jones 骨折が判明した後に症状を再評価すると, 第5中足骨骨頭を足底から足背側に突き上げるストレス痛がわずかに確認されたり, ステップ動作時の違和感を感じていたりなど, 何らかの症状を自覚していたことが分かった. このことから, メディカルスタッフに申告するほどではないが, 多少なりとも症状を感じながらプレーしている選手は少なからず存在すると思われた. 症状発現早期に検出するためには, 選手が検査を受けやすい環境作りが大切である. 多くの選手は, 軽い症状の段階で病院への受診を嫌うことから, 選手にとって早期受診が有益であることをあらかじめ啓蒙しておくことが大切である. Jones 骨折は不全骨折の早期の段階であれば, チーム活動を休むことなく治療に導ける可能性があること, 早期の治療介入で, 完全骨折(手術治療が余儀なくされる状態)への進展を回避できる可能性があることを説明し, 病院への受診を促している. 実際, 不全骨折の4例は, チーム活動を休むことなくプレーを継続させることができ改善へと導けた.

2009~2015年の過去7年間は, Jones 骨折の急性骨折の発生がなく, 早期介入および予防策は有効であると思われた. しかし, 2016シーズンに2例の急性の Jones 骨折が発生し, 手術治療が余儀なくされた. 2例とも, シーズン開始時の足部X線像では異常所見を認めず, 急性骨折以前に前駆症状の訴えはなかった. 症例5は外国籍選手で, 症状把握にあたっては通訳を介する必要がある. 不全骨折段階での症状の把握が不十分であった可能性も否定できない. 症例6の受傷は, 足を踏まれて足部を強く捻ったものであった. このような受傷機転の

のは, ステップ動作時に受傷するものと異なり, 先行する疲労骨折がなく, 1回の外力で骨折した可能性も否定できなかった. この2例を経験し, Jones 骨折の手術症例を未然に防ぐことの難しさを痛感した.

エリートアスリートにおける Jones 骨折に対する治療方針は, 確立されてきたといえる¹¹⁾. 不全骨折の段階では保存療法で対応し, 急性憎悪や急性骨折を生じ, プレー続行が不可となった時点で手術治療(髄内釘固定)を選択するという方針が明確になってきた. しかし, 術後の復帰までの期間は2ヵ月以上かかり, 決して短いとはいえない. また術後の再発例や再手術例の報告も散見されることから, 手術症例を未然に防ぐ取り組みはチームの医学的サポートとして大切であると感じている.

今後も, Jones 骨折に対して選手への啓蒙活動や検診方法の工夫を図り, 発生予防, 早期検出に努めていきたい.

結 語

過去8年間にプロサッカークラブ所属選手に関して, Jones 骨折の既往歴, Jones 骨折の発生例, その治療経過について調査した. Jones 骨折の既往は10例11足(全選手の9.3%)に認められた. Jones 骨折は6例6足(全選手の5.6%)に発生し, 4例4足は不全骨折, 2例2足は急性完全骨折で手術治療を要した. 不全骨折の段階で検出し得たケースはチーム活動から離脱させることなく治療へと導けた.

補足

本内容の要旨は, 第43回日本整形外科スポーツ医学学会学術集会において発表した.

文 献

- 1) 田中寿一ほか: Jones 骨折. MB Orthop, 24: 9-15, 2011.
- 2) Lareau CR et al: Return to play in national football league players after operative Jones fracture treatment. Foot Ankle Int, 37: 8-16, 2016.
- 3) O'Malley M et al: Operative treatment of fifth metatarsal Jones fractures (Zones II and III) in the NBA. Foot Ankle Int, 37: 488-500, 2016.
- 4) John P et al: Return to play and Performance after Jones fracture in national basketball association athletes. Sports health, 8: 342-346, 2016.
- 5) Jones R: Fracture of the base of the fifth metatarsal

- bone by indirect violence. *Ann Surg*, 35 : 697-700, 1902.
- 6) 戸祭正喜：中足骨疲労骨折. 整形外科, 58 : 972-977, 2007.
- 7) Torg JS et al : Fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity. Classification and guidelines for non-surgical management. *J Bone Joint Surg Am*, 66 : 209-214, 1984.
- 8) 田中寿一：サッカー：第5中足骨疲労骨折. 臨スポーツ医, 31 : 444-449, 2014.
- 9) Chuckpaiwong B et al : Distinguishing Jones and Proximal Diaphyseal Fractures of the Fifth Metatarsal. *Clin Orthop Relat Res*, 466 : 1966-1970, 2008.
- 10) Lee K et al : Prognostic classification of fifth metatarsal stress fracture using plantar gap. *Foot and Ankle*, 34 : 691-696, 2013.
- 11) Roche AJ et al : Treatment and return to sport following a Jones fracture of the metatarsal : a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21 : 1307-1315, 2013.

陸上競技短距離選手に発症した第 1 趾基節骨疲労骨折の一例

A Case of the 1st Toe Proximal Phalanx Stress Fracture that Developed to a Track-and-field Sprinter

前園 恵慈 Keiji Maesono

● Key words

疲労骨折, 第 1 趾基節骨, 陸上競技

●要旨

症例は 14 歳女子陸上短距離選手。以前より右第 1 趾痛があったが悪化し改善しないため当科受診。右第 1 趾内側底側に可動時痛・圧痛を認め X 線逆斜位像で第 1 趾基節骨基部に骨折線を認め、右第 1 趾基節骨疲労骨折と診断した。早期スポーツ復帰の観点から手術加療を施行した。術後 2 週で外反母趾装具装着し全荷重歩行可とし術後 4 週で骨癒合良好であったため運動開始し術後 3 ヶ月で完全に競技復帰した。本症例では外反母趾傾向があり陸上スパイクを履くことにより外反母趾が増強され、内側側副靱帯の緊張が強くなり MTP 関節背屈時の基節骨基底部内側への剪断力が増大し第 1 趾基節骨疲労骨折が生じたものと考えた。

はじめに

足部の疲労骨折は陸上競技選手にはよくみられるが第 1 趾基節骨疲労骨折はまれである。今回われわれは陸上短距離選手に発症した第 1 趾基節骨疲労骨折を経験したため若干の文献的考察を加え報告する。

症 例

14 歳女性、陸上短距離選手。家族歴・既往歴に特記事項はない。3 週間前の練習中に誘引なく右第 1 趾に疼痛が出現。疼痛を我慢しながら練習を続けていたが増悪寛解を繰り返し改善しないため当科受診した。

受診時、右第 1 趾基部内側底側に可動時痛と圧痛を認めたが腫脹や発赤はなかった。

単純 X 線像では通常の 2 方向撮影では病変部が明瞭

に同定されなかったため逆斜位像を追加し第 1 趾基節骨基部に骨折線が明瞭に同定され(図 1)、CT でも同様の骨折線を認めた(図 2)。立位荷重位像で外反母趾角 14°と軽度の外反母趾傾向を認めた(図 3)。撮影補助具を用いてスパイクを履いての立位荷重位正面像を撮影した(図 4)。外反母趾角が 14°から 25°へ増加しており、側面像ではシューズ内で常に MTP 関節が背屈強制されていた(図 5)。MRI では STIR 像で骨折部だけでなく基節骨全体に高信号域を認めた(図 6)。病態把握のため裸足とシューズを履いた状態でジョギング時の足圧を測定(zebris Win FDM-T zebris Medical GmbH)した。右母趾球部への平均圧が高くとくにシューズを履いた際に顕著にあらわれた(図 7)。

以上より第 1 趾基節骨疲労骨折と診断した。本人・家族と相談し早期スポーツ復帰のため手術加療を施行した。

手術は全身麻酔下仰臥位で行ないエアターニケットは使用しなかった。透視下に骨折線と骨片の位置を確認し

前園恵慈
〒 890-0064 鹿児島市鴨池新町 11-23
今村総合病院スポーツ整形外科
TEL 099-251-2221/FAX 099-250-6181

今村総合病院スポーツ整形外科
Department of Orthopaedic Sports Medicine, Imamura General Hospital

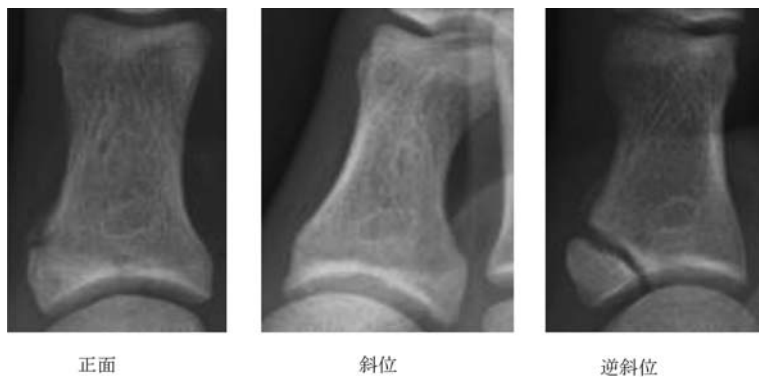


図1 単純X線像
第1趾基節骨基部に転位骨片を認める。

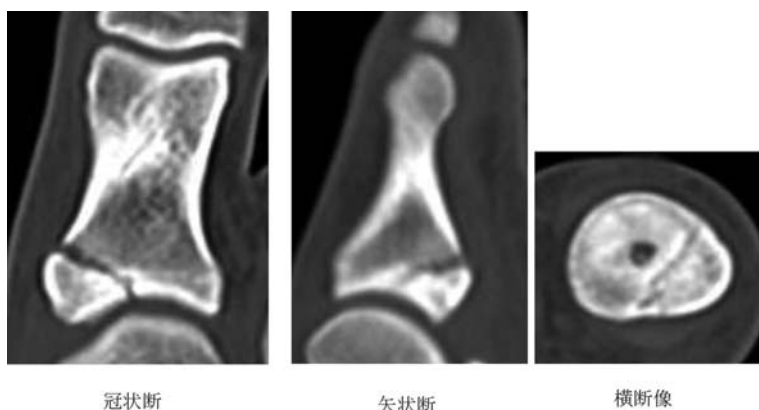


図2 CT像
第1趾基節骨内側底側に転位骨片を認める。



図3 立位荷重X線正面像
軽度の外反母趾傾向を認める。

MTP 関節内側に皮切を入れた。骨折部は一部骨膜で連続しており骨片には内側側副靱帯の付着を認めた。骨折部を新鮮化し整復した後ガイドワイヤーを挿入しDTJ ミニスクリュー 14 mm(メイラ社)を挿入し固定した。骨移植は施行しなかった。

術後はMTP 関節までシーネ固定し踵荷重歩行可とした。術後2週で外反母趾装具装着し全荷重歩行可とした。術後1ヵ月で骨癒合良好であり症状を認めなかったためエアロバイクを開始した。術後2ヵ月でジョギング開始し術後3ヵ月で骨癒合完了と判断し(図8)競技へ完全復帰した。術後9ヵ月現在再発認めず競技継続している。

考 察

陸上競技選手における下肢疲労骨折の部位別頻度として、大西は男女ともに脛骨が最多で半数近くを占め、次いで大腿骨、中足骨に多くこの3部位で全体の85%を



図4 撮影補助具を用いたスパイクシューズを履いた立位荷重位X線撮影方法

占めていたとしており¹⁾、Hulkko らによると第1趾基節骨疲労骨折は疲労骨折368例中2例(0.5%)を占めるに過ぎず²⁾非常にまれである。若杉らは国内では渉猟しうる限り20例で認め、平均年齢16.4歳で女性に多い傾

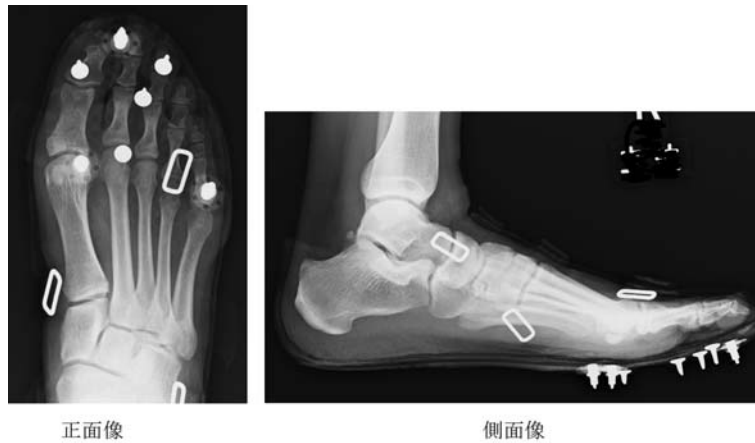


図5 スパイクシューズ装着立位荷重位 X 線像
正面像：外反母趾角が 14° から 25° へ増加.
側面像：MTP 関節の背屈強制を認める.

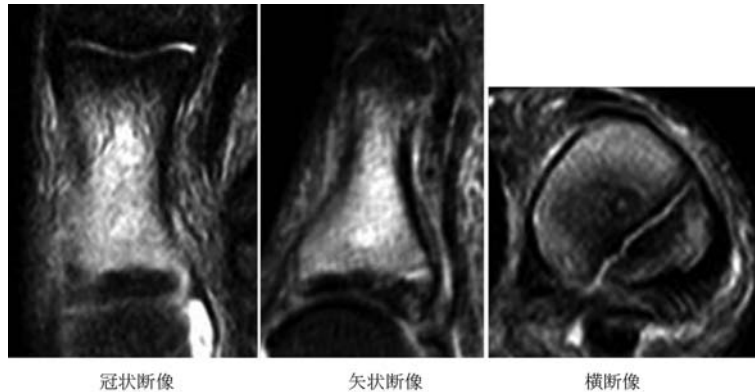


図6 MRI 像(STIR)
第1趾基節骨全体に高信号域を認める.

向があり，種目別では短距離・長距離などの陸上競技，バレーボール，バスケットボールに多くみられたとしている³⁾。

画像評価は単純 X 線像が基本となるが通常の正面・斜位の2方向撮影では骨折部がうまく同定されない場合があり逆斜位も含めた3方向での評価が重要である。

通常の外傷による骨折との鑑別が必要になるが，本症例では明らかな外傷のエピソードがないこと，症状が増悪寛解を繰り返していることから疲労骨折と診断した。

発症機序として星らは静的因子として外反母趾や骨端の血行と骨幹部からの血行が吻合していないことによる骨の脆弱性が存在していること，動的因子として繰り返して MTP 関節を背屈させるようなスポーツの踏みきり側に起こりやすい⁴⁾としている。横江は本疲労骨折では

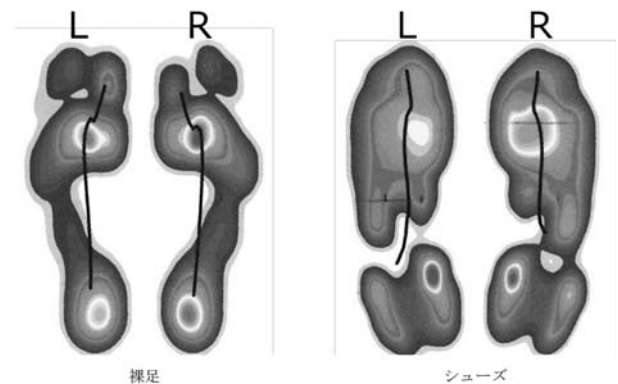


図7 足圧測定分析
右母趾球部への平均圧が高くとくにシューズを履いた際に顕著に表れた。

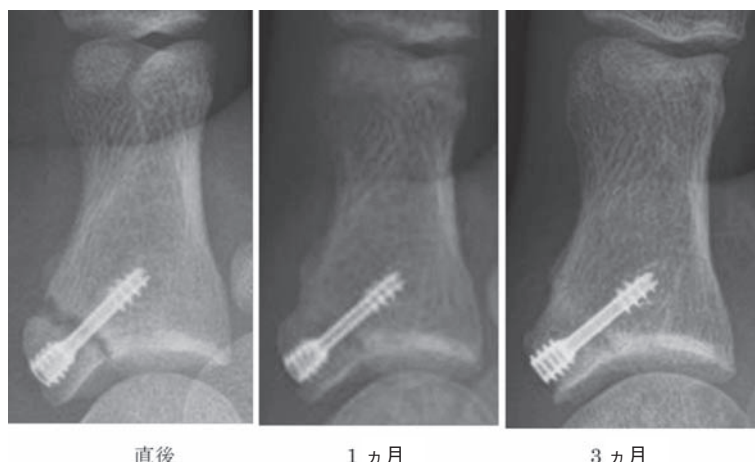


図8 術後X線
術後1ヵ月で骨癒合良好であり術後3ヵ月で骨癒合完成している。

外反母趾の合併が多くみられ、外反母趾では基節骨に付着する長母趾伸筋、母趾内転筋の2つが中足趾節関節の外反を強めるように働くが、さらにこの関節の背屈が強制されると長母趾伸筋の収縮によって外反がさらに強まり内側側副靱帯にストレスが加わり結果として avulsion type の疲労骨折が発症した⁵⁾としている。その他の要因として、亀山らは第1趾基節骨疲労骨折を生じた陸上競技選手においてスパイクを履いての足部X線で母趾の外反が強制され外反母趾角が増加していた⁶⁾としている。本症例でも裸足で外反母趾傾向を認め、スパイクを履くとそれが増強されMTP関節が背屈強制されていた。

桜田らは第1趾疲労骨折をきたした例に足底圧分析を行ない、ジャンプ動作時に母趾MTP関節に大きな圧がかかっていた⁷⁾としており、本例でもシューズを履いたジョギング時にとくに右母趾球部への高い平均圧を認めた。

以上より外反母趾傾向がありスパイクシューズを履くことにより、外反母趾が増強され内側側副靱帯の緊張が増加し、走動作により母趾球部へ強い圧がかかり第1趾MTP関節背屈位での外反ストレスが繰り返され、基節骨基底内側への剪断力増大し第1趾基節骨に avulsion type の疲労骨折が生じたと考えた。

第1趾基節骨骨折疲労骨折は比較的まれではあるが、

外反母趾傾向にある足を有する陸上競技選手に生じた第1趾MTP関節周囲痛では、本疲労骨折を考える必要がある。通常の撮影方法で診断がつかない場合は逆斜位像を追加し、病態把握のため足圧測定やスパイクを履いての立位X線像も有用であると考えた。

文 献

- 1) 大西純二：陸上競技走種目における疲労骨折の疫学。臨スポーツ医，33：352-356, 2016.
- 2) Hulkko A et al：Stress fractures in athletes. Int J Sports Med, 8：221-226, 1987.
- 3) 若杉琢磨ほか：外科的治療を行った母趾基節骨疲労骨折偽関節の1例。関東整災外会誌，43：408-411, 2012.
- 4) 星 学ほか：母趾基節骨疲労骨折の発生機序についての検討。整スポ会誌，19：144, 1999.
- 5) 横江清司：第一足指基節骨疲労骨折の2例。臨スポーツ医，2：163-165, 1985.
- 6) 亀山 泰ほか：陸上競技のシューズによる障害。靴医学，17：8287, 2003.
- 7) 桜田卓也ほか：母趾基節骨疲労骨折の検討。東日本臨整会誌，6：111-114, 1994.

肩関節内インピンジメント症状を有する 野球選手に対する保存療法の成績

Outcomes of Conservative Treatment for Baseball Players with Internal Impingement Symptom of the Shoulder

天本 亮 ¹⁾	Ryo Amamoto	光井 康博 ²⁾	Yasuhiro Mitsui
黒木 貴也 ¹⁾	Takaya Kuroki	本多 弘一 ²⁾	Hirokazu Honda
後藤 昌史 ²⁾	Masafumi Gotoh	志波 直人 ³⁾	Naoto Shiba

● Key words

インピンジメント症状, 野球選手, 保存療法

Impingement symptom : Baseball player : Conservative treatment

● 要旨

投球障害は、投げ過ぎや全身のコンディショニング不良、練習過多、不良な投球フォームなどさまざまな要因が絡んで発症するが、治療法としては保存療法が第一選択になる。本研究では、肩関節内インピンジメント症状を有する野球選手 23 例 23 肩(右側 21 例, 左側 2 例)の保存療法の治療成績について調査した。投球開始期間は平均 49 ± 23.5 日, 競技復帰期間は平均 72.1 ± 23.2 日であった。保存療法による競技完全復帰率は 21 例で 91.2% であり, 手術療法を選択したのは 2 例で 8.8% であった。

はじめに

投球障害肩に対する治療では、機能的破綻に対してリハビリテーション(リハビリ)による保存療法が基本となる。オーバーヘッドアスリートにおいて、肩甲骨の位置異常と安定性の低下、筋バランスの異常、前方関節包弛緩、後方タイトネスという 4 つの主要なコンディショニングの異常が肩関節内インピンジメントなどの投球障害肩の病態に大きく関わっており¹⁾、下肢や体幹の機能異常も関与している場合が多い。復帰率として過去の報告では 70~100% がリハビリによって競技復帰したと報告されており、リハビリの内容に関してもさまざまな

アプローチが報告されている。本研究では、肩関節内インピンジメント症状を有する野球選手に対して理学療法を実施し、その保存成績について報告する。

対象および方法

1. 対象

2015 年 4 月~2016 年 12 月に当院を受診した肩関節内インピンジメント症状を有する症例は 71 例であった。このうち野球選手は 26 例であり競技復帰まで経過観察可能であった 23 例 23 肩を対象とし週 1~2 回のリハビリを実施した。除外の 3 例に関しては、リハビリ初日にストレッチ指導のみを行ない終了しているため、継続的

天本 亮

〒 839-0863 久留米市国分町 155-1

久留米大学医療センターリハビリテーションセンター

TEL 0942-22-6721/FAX 0942-22-6538

1) 久留米大学医療センターリハビリテーションセンター

Division of Rehabilitation, Kurume University Medical Center

2) 久留米大学医療センター整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Kurume University Medical Center

3) 久留米大学病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Kurume University Hospital

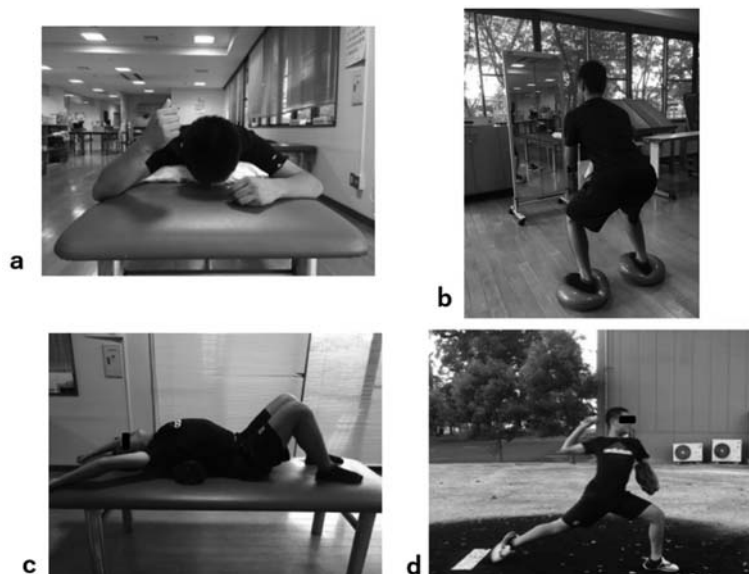


図1 セルフエクササイズ
a: 腱板エクササイズ.
b: CKC エクササイズ.
c: 脊柱・胸郭ストレッチ.
d: マウンド上での投球練習.

なりハビリができず3ヵ月間のフォローが困難だったため除外とした。全例男性，平均年齢 21.4 ± 6.3 歳，ポジションは投手 11 例，内野手 6 例，外野手 6 例であった。また競技レベルは高校レベルから大学レベルの硬式・準硬式の 23 例であった。

2. 診断基準

1) Hyper External Rotation (HERT) および O'Brien test が陽性。

2) 関節内へ局所麻酔剤注射にて疼痛軽減を認めた症例各選手に対して投球を2週間禁止として全症例に理学療法を施行。

3. 理学療法

当院ではまず初診時に全身のストレッチ方法が記入してあるパンフレットを配布し，肩甲帯・体幹・脊柱・胸郭・股関節の柔軟性獲得をめざしている。2回目より運動指導を行っており，とくに肩甲骨周囲筋の機能不全は肩甲骨可動性や安定性を低下させ二次的な腱板機能不全を引き起こすため Cat & dog エクササイズの指導や腱板に対してセルフエクササイズの指導を行なっている。下肢では投球動作において，並進運動・回旋運動の根幹を担う股関節屈曲や伸展・内旋・内転の筋力低下や可動域制限は投球動作の全体に影響を及ぼすため，早期から

の機能改善が求められる。当院ではバランスディスクを使用した。

CKC (closed-kinetic-chain; 閉鎖的運動連鎖) にて運動を行なっている。また投球時の脊柱・胸郭柔軟性低下は肩甲骨後傾ができず代償として肩甲上腕関節の外旋に依存することとなり，肩関節最大外旋に伴い上腕骨頭が前方へ偏位しようとするためインピンジメント症候群の原因の1つである。そのためストレッチポールを使用し体幹のストレッチやプルオーバーエクササイズを行なっている。投球開始は疼痛消失後とし，実際のマウンドでの投球やカメラにて動作を撮影し，全体の動きや流れを本人と確認し必要に応じて，軸脚からステップ脚への重心移動や非投球側の上肢の使い方などの指導を実施している (図1)。

4. 評価項目

投球開始期間，競技復帰期間，投球時疼痛 (numerical rating scale; NRS), Japanese Orthopedic Association (JOA) score, disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) sports score, 投球可否評価および復帰率を用いた (リハビリ開始時と3ヵ月後に実施)。

5. 統計解析

統計には Wilcoxon 符号順位検定を用いて検討し，

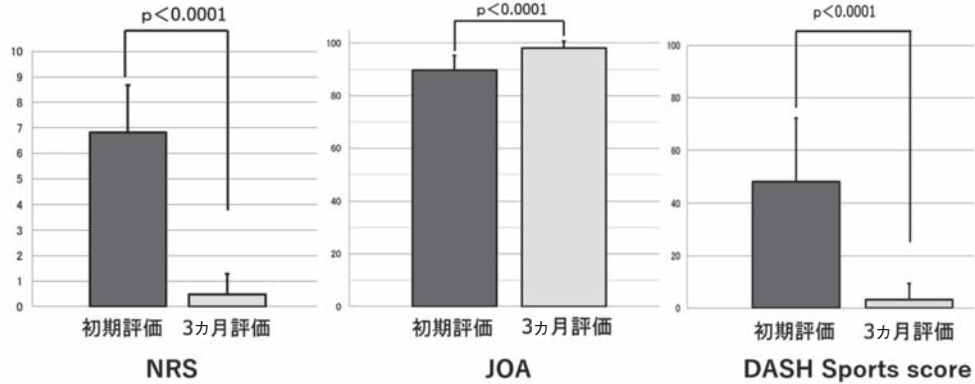


図2 身体機能評価

表1 当院の投球可否評価

Pain	Level	Grade
疼痛なし	競技復帰可	Excellent 疼痛なく全力投球可 (同ポジション復帰)
		Good 疼痛なく全力投球可 (ポジション変更)
		Fair 軽度の疼痛・違和感があるも競技レベルに応じて投球可
疼痛あり	復帰不可	Poor 疼痛により投球不可

0.05 % 未満を $p < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果

投球開始期間は平均 49 ± 23.5 日、競技復帰期間は平均 72.1 ± 23.2 日であった。NRS では初診時平均 $6.8 \pm 1.8/10$ から平均 $0.4 \pm 0.8/10$ 、JOA score は初診時平均 89.7 ± 5.4 点から平均 98 ± 2.6 点、および DASH sports score も初診時平均 47.9 ± 24.2 点から平均 3.2 ± 6.1 点と有意な改善を認めた(図2)。投球可否評価(表1)では、excellent が11名(47.8%)、good が9名(39.1%)、fair が1名(4.3%)、poor が2名(8.8%)、ポジション変更を含む復帰率は91.2%であった(表2)。

考 察

インピンジメント症候群が生じる要因として、肩峰下面の骨棘増殖や腱板断裂、上方関節唇損傷などの解剖学的破綻と腱板の imbalance²⁾や肩甲骨の位置異常³⁾、僧帽筋中部・下部線維の筋力低下⁴⁾および肩甲上腕関節の拘縮⁵⁾などの機能的破綻によるものがあげられる。投球動作ではlate cocking期からacceleration期に生じる肩関節内インピンジメントがしばしば認められる^{6,7)}。繰り返し行なわれる投球動作により、腱板や後方構成体の伸張性低下が生じ骨頭の前方へのシフトが発生し⁸⁾また

表2 投球可否評価結果

Excellent	Good	Fair	Poor
11 名 (47.8 %)	9 名 (39.1 %)	1 名 (4.3 %)	2 名 (8.8 %)

ボールリリースからfollow through期では繰り返される肩関節へのストレスによる後方筋群の疲労・伸張性低下や腱炎および後方関節包の肥厚もその発生要因に関与している。またインピンジメント症候群の腱板に関して腱板筋の筋活動量の減少⁹⁾や腱板筋の共同収縮の減少が報告されている。動的安定化機構である腱板は投球動作において重要な役割を果たしているため、理学療法では肩関節後方構成体の伸張性の改善を図り、腱板機能を高め動的安定性を得ることが重要となる。

保存成績について森原¹⁰⁾は、保存療法の復帰率は100%で競技復帰期間は平均 62.5 ± 23.5 日(15~89日)であったと報告しており、葛山¹¹⁾は78%が競技完全復帰もしくは部分復帰していたと報告した。本研究の結果から復帰率/競技復帰期間は先行研究とほぼ同等の成績であった。Poorの2名は精査の結果、解剖学的破綻を認め3カ月のリハビリを行なうも症状の改善を認めず、2名に関しては鏡視下デブリートメントを施行、術後1ヵ月で投球開始し、術後3ヵ月には疼痛や引っ掛かり感はなく両名とも競技へ完全復帰した。今後、手術成績についても検討していく必要がある。

投球動作において、並進運動・回旋運動の根幹を担う股関節や体幹の筋力低下および可動域制限は、最終的に肩・肘関節へのオーバーワークを導く¹²⁾。このように投球障害では、運動連鎖の破綻が障害発生の一要因となることも多いため、保存療法では局所の機能改善だけでなく全身の機能に対して理学療法を展開していく必要がある。

本研究の限界

本研究の限界として手術療法との比較ができていないことがあげられる。保存療法の症例数が少ないことに加えて、当院ではインピンジメント症候群に対する手術数が少ないため比較が困難であった。今後、症例数を増やしていき保存療法と手術療法での比較を行ない検討していく必要がある。また当院での投球可否評価に関しても有効性について引き続き、検討していく必要がある。

結 語

肩関節内インピンジメントと診断された野球選手 23 例に対して全身の機能改善を目標としたリハビリを施行し、開始後 3 ヶ月以内に 21 例 (91.2%) が疼痛なく競技復帰することができた。

文 献

- 1) Mihata T : Current concepts : arthroscopic treatment of articular-sided partial-thickness rotator cuff tears. In : Jin-Young PARK, ed. Sports Injuries to the Shoulder and Elbow Springer, 85-97, 2015.
- 2) Mihata T et al : Effect of rotator cuff muscle imbalance on forceful internal impingement and peel-back of the superior labrum : a cadaveric study. Am J Sports Med, 37 : 2222-2227, 2009.

- 3) Mihata T et al : Effect of scapular orientation on shoulder internal impingement in a cadaveric model of the cocking phase of throwing. J Bone Joint Surg, 94 : 1576-1583, 2012.
- 4) Cools AM et al : Scapular muscle recruitment patterns : trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. Am J Sports Med, 31 : 542-549, 2003.
- 5) 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.
- 6) 伊藤博一ほか : 年代別肩・肘有痛部位と真下投げ VAS 評価の詳細-野球選手 10,957 名のフィールド調査から. 日臨スポーツ医会誌, 17 : 362-372, 2009.
- 7) 森原 徹ほか : 京都府高等学校硬式野球選手に対する傷害予防の取り組み～京都大会サポートについて～. 日臨スポーツ医会誌, 21 : 176-186, 2013.
- 8) Harryman II DT et al : Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. J Bone Joint Surg, 72 : 1334-1343, 1990.
- 9) Reddy AS et al : Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. J Shoulder Elbow Surg, 9 : 519-523, 2000.
- 10) 森原 徹ほか : 肩関節内インピンジメント症候群を認めた野球選手に対する治療選択のためのスクリーニングテスト. 肩関節, 38 : 666-670, 2014.
- 11) 葛山元基 : 当院におけるスポーツ障害肩について～野球選手に着目して～. 千葉スポーツ医研会誌, 4 : 24-26, 2007.
- 12) 鈴木 智ほか : 野球による肩障害 : 関節可動域制限に対するアプローチ. 日臨スポーツ医会誌, 31 : 87-94, 2014.

骨硬化を伴う肘頭疲労骨折に対する治療経験

Surgical Treatment for Olecranon Stress Fracture with Bony Sclerotic Change

柳田 育久¹⁾ Ikuhisa Yanagida
小松 猛²⁾ Takeshi Komatsu
辻 信宏³⁾ Nobuhiro Tsuji

大久保 衛¹⁾ Mamoru Okubo
田中 一成³⁾ Kazushige Tanaka
大槻 伸吾⁴⁾ Shingo Otsuki

● Key words

野球肘, 肘頭疲労骨折, 骨移植

●要旨

後方部の投球肘障害である尺骨肘頭疲労骨折は、骨癒合が得られても再骨折に至る例、初診時にすでに骨折部周囲に骨硬化像がみられる例もあり、手術治療が選択されるケースが散見される。手術は金属スクリューを用いた内固定術が行なわれることが多いが、骨癒合後の復帰後に、画像上において骨硬化像を伴う再骨折がみられた症例を経験した。以上から骨硬化を伴う肘頭疲労骨折症例においては、強固な内固定よりも骨質の改善が必要と考え、硬化骨を搔爬、骨移植を行なう術式に変更した。今回経験した2症例とも、骨癒合、骨質の改善は良好であり、肘頭疲労骨折の治療に有用な方法と考える。

はじめに

投球肘障害で後方部にみられる尺骨肘頭疲労骨折は、しばしば治療に難渋することが多い。保存治療で骨癒合が得られない例、骨癒合が得られても再骨折をきたす例、初診時に骨折部周囲に骨硬化像がみられる例もあり、手術治療が選択されるケースが散見される。当科では、手術の際は金属スクリューを用いた内固定を第一選択としていたが、4例中2例に骨癒合した復帰後に再骨折がみられた例や骨癒合不良例を経験した。いずれも、内固定にはDTJスクリュー2本を用いた。スクリューの緩みはなかったが、再骨折部周囲には硬化像を伴っていた。以上から強固な内固定よりも“骨質の改善を得ること”が必要¹⁾と考え、硬化骨を搔爬し、海綿骨移植を

行なう術式²⁾に変更した。今回、この術式で競技復帰を果たした2症例を経験したので報告する。

症 例 1

16歳(高校2年)、男性。高校硬式野球部で外野手をしている。平成27年7月、投球時に右肘関節後方部に鋭い痛みが出現し、投球困難になったため当科を受診した。初診時は自動運動が困難な状態であったが、術前は肘関節の伸展 -5° (健側 15°)、屈曲 140° (健側 150°)であり軽度の可動域制限がみられた。肘頭後内側に圧痛がみられ、伸展強制を行なうと肘後方に強い痛みを訴えた。単純X線像は、正面像では不鮮明だが、側面像で肘頭関節面側に硬化像を伴う線状陰影を認めた。また、健側に比べて肘頭の軽度の肥大がみられた(図1)。単純

柳田育久
〒542-0086 大阪市中央区西心斎橋1-10-28
心斎橋Mビル2階
(医) 貴島会クリニック
TEL 06-6226-8846

1) 貴島会クリニック
Kishimakai Clinic
2) びわこ成蹊スポーツ大学
Biwako Seikei Sport College
3) 貴島病院本院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kishima Hospital
4) 大阪産業大学
Osaka Sangyo University

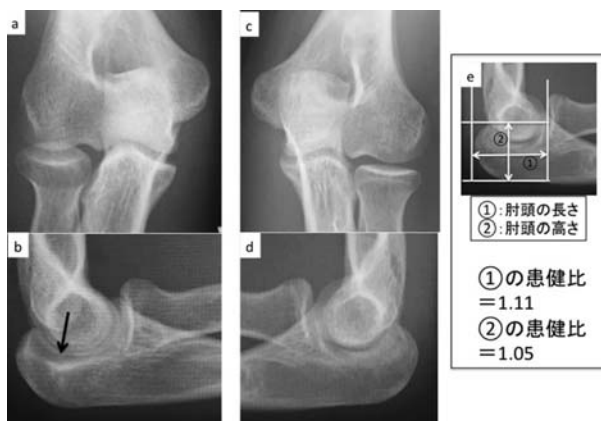


図1 症例1 術前画像(単純X線像)
a: 患側正面, b: 患側側面, c: 健側正面, d: 健側側面, e: 肘頭の形態計測.



図3 症例1 症例2 術前画像(単純X線像)
a: 患側正面 45°: 内側上顆障害の遺残変形があった。
b: 患側側面: 関節面に至る骨硬化像を伴った線状陰影を認めた。
c: 健側正面, d: 健側側面, e: 肘頭の形態計測.

CT 像では、尺側から遠位橈側に向かい硬化像を周囲に伴った線状陰影が明瞭に観察された(図 2a~d)。エコー所見は、内側側副靱帯(以下 MCL)は描出可能で、徒手的な外反ストレスで腕尺関節の開大、尺骨鉤状結節の橈側への偏位はみられなかった(図 2e)。

症 例 2

21 歳(大学 2 回生)、男性。大学硬式野球部で投手をしている。平成 27 年 8 月、投手として投球練習時に右

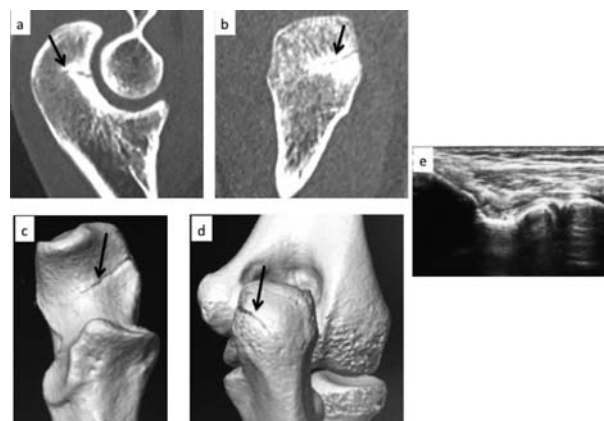


図2 症例1 術前画像(CT, エコー)
a: 単純 CT-MPR 矢状断像: 関節面に至る骨硬化像を伴った骨折線がみられる。
b: 単純 CT-MPR 冠状断像: 尺側の関節面から斜走する骨折線がみられる。
c, d: 単純 CT-3D 像。
e: 肘内側部長軸エコー像: UCL の fibrillar pattern の乱れなく、外反ストレスで腕尺関節の開大なし。

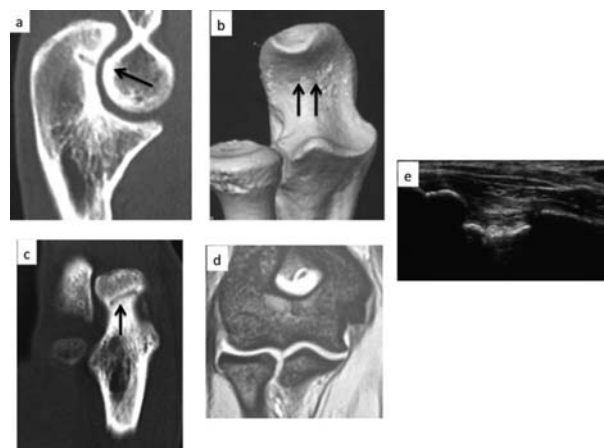


図4 症例2 術前画像(CT, MRI, エコー)
a: 単純 CT-MPR 矢状断像: 関節面に至る骨硬化像を伴った骨折線。
b: 単純 CT-MPR 冠状断像: 骨端線に沿った骨折線。
c: 単純 CT-3D 像。
d: MRI 像: UCL は低輝度に描出されている。
e: 肘内側部長軸エコー像: UCL の肥厚はみられるが、外反ストレスで腕尺関節の開大なし。

肘関節後方部に痛みを自覚した。その後も投球は可能であったが痛みが続くため当科を受診した。現症は、肘関節の伸展 -5° (健側 10°)、屈曲 150° (健側 150°)と軽度

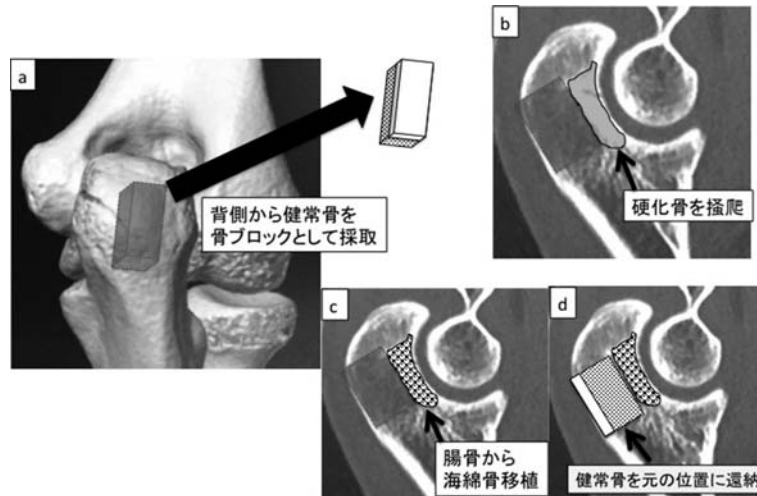


図5 手術のシェーマ

- a: 肘頭背側健常骨ブロックを採取.
 b: 疲労骨折周囲の硬化骨を搔爬.
 c: 腸骨から海綿骨を移植.
 d: 健常骨ブロックを元の位置に還納.

表1 投球プログラム

	投球強度	投げ方	距離	投球数	
第Ⅰ期	軽く山なり 50～60%の強さ	上投げ	塁間の 1/3～1/2程度	≤ 50 球	
第Ⅱ期	軽く山なり 50～60%の強さ	上投げ	塁間	≤ 50 球	
第Ⅲ期	ライナー 70～80%の強さ	上投げ	塁間の 1/2～塁間程度	≤ 50 球	部分復帰
第Ⅳ期	通常 90～100%の強さ	上投げ	塁間から開始	≤ 50 球 を目安	完全復帰

の伸展可動域制限がみられた。肘頭後内側部に圧痛がみられ、伸展強制時と屈曲 30°での外反ストレスで同部に投球時と同様の痛みを自覚した。MCL の圧痛や外反ストレスでの不安定感、疼痛はみられなかった。単純 X 線像では、屈曲 45°正面像で内側上顆下端に遺残変形を疑う隆起像を、側面像で肘頭関節面に線状陰影を認めた。この症例も健側に比べて肘頭の軽度の肥大がみられた(図 3)。単純 CT 像では、関節面側に周囲に骨硬化像を伴う線状陰影が観察され、MRI 像では、MCL の連続性が確認された。エコー像では、MCL の肥厚はみられたが外反ストレスで腕尺関節の開大はなかった(図 4)。いずれも肘頭疲労骨折(伊藤・古島の分類で症例 1 は classical type, 症例 2 は transitional type)と診断した。

治療方針

2 例とも、骨折部周囲に骨硬化を伴っていたことから、内固定のみでは骨癒合が得られにくいと判断し、以下の手術法を選択した。

手術方法

全身麻酔下仰臥位で、約 3 cm の肘後方縦切開する。透視下側面像で肘頭骨折部の位置を確認し、肘頭背側の骨膜を剝離し肘頭背側皮質健常部を 1.0 mm 径 K-wire と平ノミを用いて横 10 mm, 縦 20 mm, 厚さ 15 mm 程度の大きさで骨切りし、ブロック状で採取し開窓する。これで骨折部を直接観察することが可能になる(図 5a)。

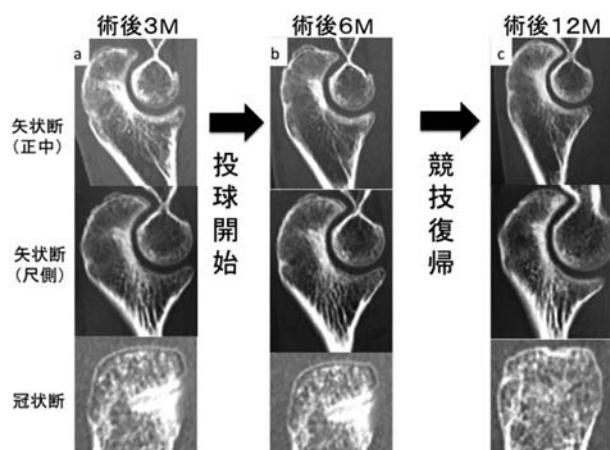


図6 症例1 術後経過
a: 術後3ヵ月単純CT-MPR, b: 術後6ヵ月単純CT-MPR, c: 術後12ヵ月単純CT-MPR.

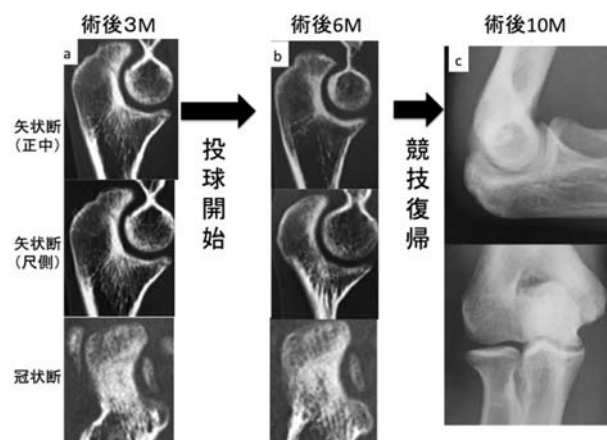


図7 症例2 術後経過
a: 術後3ヵ月単純CT-MPR, b: 術後6ヵ月単純CT-MPR, c: 術後12ヵ月単純X線像.

骨折部の関節面側の硬化した骨(骨質の悪い部位)をエアトーム, 鋭匙を用いて搔爬する. 術前CT像を参考にし, 骨硬化のみられる部位を, 関節面, 肘頭の尺側皮質を穿破しないように透視を用いて確認しながら可及的に切除する(図5b). 同側の腸骨から採取した海綿骨を搔爬した部位に骨移植する(図5c). 背側皮質を含んだ健康骨ブロックを反転せずに元の位置に還納する(図5d). 内固定は行わず, 骨膜を縫合することで還納した骨ブロックは安定する. 閉創し手術終了する.

後 療 法

術後2週まで三角巾固定, 患部外トレーニング, 体幹, 肩甲帯, 股関節の機能訓練を開始した. 術後2週から肘可動域訓練, チューブや軽負荷のダンベルを用いた前腕筋トレーニングを開始した. 術後3ヵ月に, 単純CT像で骨癒合傾向を確認し, 投球プログラム開始した(表1). 術後6ヵ月の単純CTで骨癒合良好であれば, 通常の投球を開始し, 競技復帰を進めた.

術 後 経 過

症例1, 症例2ともに術後3ヵ月, 6ヵ月の単純CTで良好な修復がみられ, 競技復帰を果たした. 症例1は全力投球時に少し痛みがあり, 症例2は, 全力投球は可能だが受傷前に比べると鈍痛や恐怖感が残った. したがってQuickDASH スポーツスコアは, 症例1は18.75点, 症例2は50点であった. 術後12ヵ月(症例1), 術後10ヵ月(症例2)の時点で再骨折はみられていない(図6, 7).

考 察

投球に伴う肘頭疲労骨折は, 投球動作の際に外反伸展ストレスが肘頭および上腕骨滑車に生じる後内側インピンジメントが主因と考えられている³⁾. Furushimaは, 骨折形態を5つのタイプに分類し, 肘内側部の不安定性と肘頭疲労骨折の関連について指摘している⁴⁾. さらに河崎らは, 投球に伴う肘頭の骨形態にも注目し, 成人野球選手の投球側肘頭の横径, 長さ, 高さは非投球側を上回り, 疲労骨折患者ではこの傾向が強いと述べており, 今回報告した2症例も同様であった³⁾.

治療法は, 発症早期例であれば保存的治療による骨癒合を図る⁴⁾が, 難治例や早期復帰を必要とする例は, 手術治療を検討する. 手術治療は, 金属インプラントを用いた内固定と骨移植によって骨癒合を図る方法が報告されている. 圧迫スクリューなどの金属インプラントを用いた内固定は, 骨折部に骨硬化を伴わない, 比較的発症早期の症例でよい適応である^{5,6)}. 利点は, 強固な初期固定力が得られる点である. 問題点としては, ①至適な位置や方向にスクリューを挿入する操作が煩雑であること, ②異物による感染, 金属アレルギーなどの合併症が危惧されること, ③強固な内固定材料を用いることで骨質が変化することが危惧されることなどが考えられる¹⁾.

一方骨移植の方法として, 骨釘や海綿骨チップ, 骨ブロックなどを用いる方法が報告されている^{5,7)}. 骨移植の利点は, ①生物学的な治癒が得られること, ②異物による合併症がない, ③骨質の改善が期待できる点があ

られる。問題点は、移植骨採取に伴う手術侵襲が加わることである。

今回行なった術式は、肘頭骨端閉鎖不全に対する翻転骨移植術を行なう際に肘頭の背側からブロック骨を取り出す操作を応用した柏口らの報告に従った^{2,7)}。この操作で関節面を展開することなく骨折部を直接観察でき、骨癒合の妨げになる硬化骨の可及的な搔爬が可能である。加えて骨移植後に健常骨を還納する際、プレスフィットし、骨膜を修復することで、還納した骨ブロックは安定し、原則的に内固定を必要としない。以上から肘頭関節面への侵襲が少ない点、十分な骨移植ができることで生物学的な骨癒合が期待できる点で有用な術式と考えられる。問題点としては、①肘頭背側を開窓する手技がやや煩雑なこと、②硬化骨の搔爬の際に関節面を穿破する恐れがあり、透視下で搔爬している深度を確認するなど慎重に行なう必要があること、③腸骨採取で他部位に侵襲が増えることである。また、競技復帰に際しては、肩甲帯、胸郭、股関節を始めとした身体機能の改善と並んで、肘関節後内側インピンジメントを起こさないような投球動作の獲得が必須であることはいうまでもない。MCL 不全を合併することが本障害のリスクファクターであるが、どの程度の肘内側部の障害が許容されるのかは不明な点も多い。今回、経験した2例とも競技復帰を果たしたが、再発については今後も注意深く経過観察する必要がある。

ま と め

1. 骨硬化を伴う尺骨肘頭疲労骨折に対して手術治療を行なった。

2. 肘頭背側を開窓し、硬化骨を搔爬、自家骨移植を行なうことで骨癒合が得られた。
3. 骨硬化を伴う肘頭疲労骨折は、保存治療や金属インプラントによる内固定法では骨癒合困難な例があり、今回の方法は生物学的治癒が期待され、有用な方法と考えられた。

文 献

- 1) 河崎賢三ほか：肘頭疲労骨折に対する治療方針と課題. 臨スポーツ医, 32 : 672-677, 2015.
- 2) 柏口新二：4. 肘頭の難治性疲労骨折 VII. 肘頭の過労性骨障害, In : 柏口新二ほか, 野球ヒジ診療ハンドブック 肘の診断から治療, 検診まで. 全日本病院出版会, 東京 : 144-147, 2014.
- 3) Wilson FD et al : Valgus extension overload in the pitching elbow. Am J Sports Med, 11 : 83-88, 1983
- 4) Furushima K : Classification of Olecranon Stress Fractures in Baseball Players. Am J Sports Med, 42 : 1343-1351, 2014.
- 5) 山崎哲也：投球障害肘：後内側障害の診断と治療. 臨スポーツ医, 30 : 895-901, 2013.
- 6) Paci JM et al : Cannulated Screw Fixation of Refractory Olecranon Stress Fractures With and Without Associated Injuries Allows a Return to Baseball. Am J Sports Med, 41 : 306-312, 2013.
- 7) 伊藤恵康ほか：スポーツ障害としての肘頭骨端離開・肘頭疲労骨折の病態. 日肘会誌. 11 : 45-46, 2004.

小中学生野球選手における 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の罹患率—経時的検討—

Longitudinal Study of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitulum of Young Baseball Players

琴浦 義浩^{1,2)} Yoshihiro Kotoura

吉岡 直樹²⁾ Naoki Yoshioka

北條 達也³⁾ Tatsuya Hojo

森原 徹²⁾ Toru Morihara

木田 圭重²⁾ Yoshikazu Kida

久保 俊一²⁾ Toshikazu Kubo

● Key words

上腕骨小頭離断性骨軟骨炎, 経時的検討, 罹患率

● 要旨

目的: 6年間の小中学生対象の野球肘検診でみつかった上腕骨小頭離断性骨軟骨炎(OCD)の罹患率の推移と特徴について報告する。

対象と方法: 2010~2015年の野球肘検診に参加した少年野球選手2,129名(平均年齢は11.0±1.6歳)を対象とし, OCD罹患率および年齢分布の推移を調査した。

結果: 新規OCDと診断されたのは0.9%であった。罹患率は経時的にわずかに低下した。年齢分布では中学生でより低下していた。

結論: 検診によってOCDを早期発見し, 治療介入できている可能性があり, 今後も検診活動および調査を継続する必要がある。

はじめに

野球肘検診の普及に伴い少年野球選手の上腕骨小頭離断性骨軟骨炎(osteochondritis dissecans; OCD)の罹患率についての大規模調査の報告が散見される^{1~4)}。その多くは小学生を対象とした調査であり, 概ね1~5%とされている。一方で, 発生年齢のピークは小学生高学年から中学生にかけての年齢にあたる11~12歳とされているが^{5~7)}, 中学生を含めた検診活動の報告は少ない。われわれは2010年度から京都府北部においてOCDの

早期発見, 早期治療を主な目的とした野球肘検診を行っているが, 対象は地域の小学生だけでなく中学生も含めている。検診を開始してからの6年間における, 中学生も含めたOCDの罹患率の推移とその特徴について報告する。

対象と方法

京都府北部(京丹後市を中心とした合計10万人規模の市町村)において2010年度から2015年度の野球肘検診に参加した延べ2,129名の少年野球選手を対象とした

琴浦義浩

〒629-0197 南丹市八木町八木上野25

京都中部総合医療センター

TEL 0771-42-2510

E-mail ykotoura@gmail.com

1) 京都中部総合医療センター整形外科

Department of Orthopaedics, Kyoto Chubu Medical Center

2) 京都府立医科大学大学院運動器機能再生外科学(整形外科)

Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

3) 同志社大学スポーツ健康科学部

Health and Human Science Research Center, Doshisha University

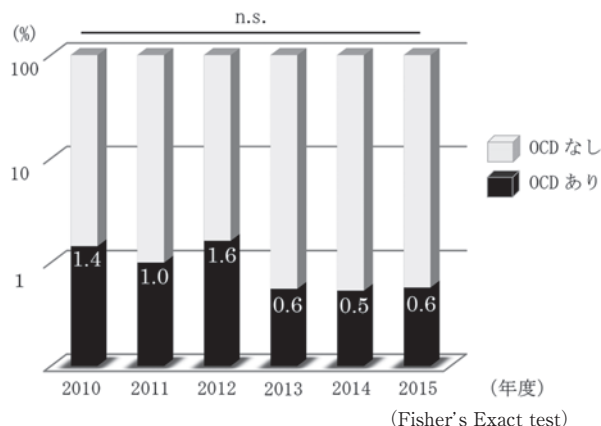


図1 新規OCDの罹患率
新規OCD罹患率は低下傾向にあるが、統計学的には有意差なし。

(小学生20チーム、中学生5チーム、参加選手のうち37.7%が重複)。平均年齢は 11.0 ± 1.6 歳(6~15歳)、男子2,090名、女子39名、野球開始年齢は平均 8.0 ± 1.1 歳(6~12歳)、野球継続期間は平均3年3ヵ月(1~108ヵ月)、投手464名、捕手327名、野手1,338名であった。野球肘検診は受益者負担とし、有料で行なった。地域の軟式野球連盟および日本中学校体育連盟に所属するチームに参加を呼びかけた。2015年度からは軟式野球連盟所属チームは全員参加している。野球肘検診活動の一環として指導者講習会、セルフチェック指導、広報活動を行なった。指導者講習会は年2回、障害についての講演だけでなく、ストレッチなどの実技指導も行なった。検診では投球側肘関節の可動域制限、外側圧痛の有無を調査した。また上腕骨小頭部の超音波検査を行なった。描出方法はKidaらの報告に従い、上腕骨小頭の長軸像、短軸像を前方、後方から描出して形態を評価した⁸⁾。超音波検査で不整像を認めた選手には、OCD疑いとして病院受診を勧めた。病院では単純X線やMRIを撮像し、OCDの診断と病期分類⁹⁾を行なった。OCD罹患率、年齢分布の推移、そして病期と前年度の検診受診歴との関連について検討した。統計学的検討にはFisherの正確性検定およびマンホイットニーのU検定を用い、0.05未満を有意水準とした。

結 果

本検診で34名(1.6%)を新規OCD疑いと診断した。そのうち6名(17.6%)に可動域制限、4名(11.8%)に外側圧痛を認めた。新規OCD以外の選手ではそれぞれ327名(15.7%)、114名(5.5%)であり、外側圧痛は新

表1 新規OCDの年齢分布
各年度の新規OCDの年齢分布には有意差なし。

年度	参加人数	年 齢				
		9歳	10歳	11歳	12歳	13歳
2010	208	1	1	0	1	0
2011	300	0	2	0	1	0
2012	369	1	0	1	2	2
2013	358	0	1	1	0	0
2014	373	0	1	0	0	1
2015	521	3	0	0	0	0

(Mann-Whitney U test)

表2 新規OCDの小学生、中学生別罹患率
小学生、中学生ともに前半よりも後半の罹患率が低下していたが、中学生でより低下傾向を認めた。

年度	参加人数		新規OCD	
	小学生	中学生	小学生	中学生
2010~2012	733	144	10 (1.4%)	2 (1.4%)
2013~2015	976	276	6 (0.6%)	1 (0.4%)

*小学生：9~12歳、中学生：13歳

規OCD疑いの選手に多い傾向があったが、統計学的には有意差を認めなかった。新規OCD疑いの全員が病院を受診し、そのうち新規OCDと診断されたのは19名(0.9%)であった。各年度の罹患率について、2010年度は9歳1名、10歳1名、12歳1名で合計3名(1.4%)。2011年度は10歳2名と12歳1名で合計3名(1.0%)。2012年度は9歳1名、11歳1名、12歳2名、13歳2名で合計6名(1.6%)。2013年度は10歳1名、11歳1名で合計2名(0.6%)。2014年度は10歳1名、13歳1名で合計2名(0.5%)。2015年度は9歳のみで3名(0.6%)であり罹患率は低下傾向にあるが、統計学的に有意差はなかった(図1)。各年度の新規OCDの年齢分布には有意差を認めなかった(表1)。また小学生(9~12歳)と中学生(13歳)に分類し、前半と後半で比較すると罹患率は小学生、中学生ともに低下していたが、中学生でより低下傾向を認めた(表2)。病期分類では初期が10名(53%)、進行期が9名(47%)であった。病期と前年度の検診受診歴の関連では、初期と診断された選手のうち80%が前年度の検診を受診していたのに対して、進行期の選手では11%しか受診しておらず、統計学的に有意差を認めた(図2)。

考 察

OCDの罹患率について、岩瀬らは1996年に少年野球

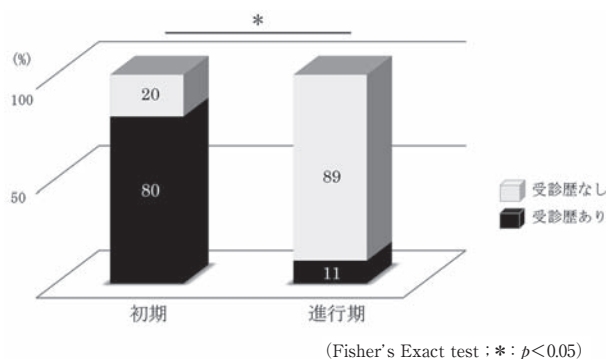


図2 新規OCDの病期と前年度の検診受診歴
病期が進行していた選手の多くは、前年度の検診受診歴がなかった。

選手6,677名中1.6%であったと報告している¹⁾。また船越らは2007年に1,521名中3.7%であったと述べている²⁾。これらは小学生を対象とした報告であるが、大歳らは2011年に小中学生を対象とした検診を行ない、その罹患率は310名中1.3%であったと報告している¹⁰⁾。本研究における罹患率は小中学生2,129名中0.9%であり、過去の報告と概ね同等か、やや少ない結果であった。調査が大規模であること、OCD罹患数が少ないことから大きな差が生じていない可能性がある。初年度1.4%であった罹患率は6年目の2015年度は0.6%に低下していた。罹患率が低下した要因として、年1回の検診以外の機会に病院を受診してOCDと診断されたために、今回の罹患率に反映されなかった可能性が考えられる。一方で、OCDの発症には外因性と内因性があると考えられているが、検診活動の普及によって外的要因を減らすことができていくのかもしれない。罹患率が今後さらに低下していくのかどうかについては現時点では結論は得られていない。あるいは検診活動を定期的に複数回受ける選手、指導者の割合が増えれば、さらに障害が減るかもしれない。今後も検診活動および調査を継続する必要がある。

OCDの年齢分布について、後半の新規OCD罹患率は小学生、中学生ともに低下していたが、中学生でより低下傾向を認めた。このことは検診活動の継続によって早期にOCDを発見し、治療介入することによって治療に誘導できている可能性を示唆しており、引き続き検証していきたい。

OCDの病期については、岩瀬らは外来受診したOCD患者206名の病期は初期が30.1%であったのに対して、検診でみつかったOCD患者99名の病期は初期が95.0%と報告している¹¹⁾。本研究では初期が10名(53%)、進行期が9名(47%)と進行期の割合が大きい結果

であったが、OCD患者数が合計19名と少ないことが影響している可能性がある。また前年度の検診受診率については、検診を受診している選手に比べて、検診を受診していない選手のほうが有意に病期は進行しており、早期発見のためには年に1度の検診を受診することが望ましいと考えた。

本研究にはいくつかのLimitationがある。まずOCDの罹患率について、本検診で新規に診断された選手のみを抽出しており、検診以外の機会に病院を自主的に受診しOCDと診断された選手を含んでいないこと、また参加者全員の単純X線像を撮像しているわけではないため、偽陰性の選手が含まれている可能性があることである。

結 語

京都府北部における野球肘検診でみつかった新規OCDの罹患率は0.9%であり年々低下傾向を認めた。年齢分布では中学生でより低下していた。前年度の検診受診歴がない選手は、OCDの病期が進行していた。OCDの早期発見のため、今後も検診活動を継続していくことが必要と考える。

文 献

- 1) 岩瀬毅信ほか：スポーツ障害の予防・診断・治療—少年野球肘について—。小児外科，28：703-710，1996。
- 2) 船越忠直ほか：少年野球選手に対する投球肘障害の予防と治療—検診を通じて—。北海道整災外会誌，56：162-164，2015。
- 3) Matsuura T et al：Prevalence of osteochondritis dissecans of the capitellum in young baseball players. Orthop J Sports Med, 2：2325967114545298，2014。
- 4) 石田康行ほか：少年野球検診で発見された上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の経過。整スポ会誌，35：139-143，2015。
- 5) 松浦哲也：いつ，どうして発生するのか。In：岩瀬毅信ほか，ed. よくわかる野球肘 離断性骨軟骨炎。第1版，全日本病院出版会，東京：42-52，2013。
- 6) 伊藤恵康：肘関節のスポーツ障害。日整会誌，82：45-48，2008。
- 7) 柏口新二ほか：整形外科領域の超音波検査—肘離断性骨軟骨炎の診断・治療経過観察—。超音波検技，

- 34 : 469-480, 2009.
- 8) Kida Y et al : Prevalence and clinical characteristics of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum among adolescent baseball players. Am J Sports Med, 42 : 1963-1971, 2014.
 - 9) 岩瀬毅信ほか：肘関節の外傷と疾患. In：伊丹康人, ed. 整形外科 MOOK. 54, 金原出版, 東京：26-44, 1988.
 - 10) 大歳憲一ほか：ポータブル超音波診断装置を用いた青少年期野球肘検診. 臨整外, 46 : 1033-1039, 2011.
 - 11) 岩瀬毅信ほか：スポーツ少年団の整形外科的メディカルチェック 少年野球の野外検診より. 臨スポーツ医, 13 : 1081-1085, 1996.

スポーツ競技者に発症した腰椎椎間関節嚢腫に対して 内視鏡下嚢腫摘出術を行なった 2 症例

Two Cases of Microendoscopic Resection for Lumbar Facet Cyst of Athlete

西井 佑介¹⁾ Yusuke Nishii
吉田 宗人²⁾ Munehito Yoshida

中川 幸洋¹⁾ Yukihiro Nakagawa

● Key words

Facet cyst : Microendoscopic surgery : Athlete

● 要旨

スポーツ競技者に発症した腰椎椎間関節嚢腫に対して内視鏡下摘出術を行なった 2 例を経験した。2 例とも保存加療が奏功せず早期復帰を目的に手術を行ない、早期にスポーツ復帰が可能なレベルまで改善した。椎間関節嚢腫は一般的に慢性的なストレスが椎間関節に加わることで発症するとされ、体幹を酷使用するアスリートにおいて有意に発生が多いと報告されている。また保存加療に抵抗性を示す場合も多く、長期の安静を取り難いアスリートでは手術加療を考慮する必要がある。今回内視鏡下に嚢腫の摘出術を行なうことで、早期復帰が可能になった。内視鏡手術は低侵襲で、保存療法に抵抗性のある競技者に対して有効な治療法の 1 つであると考えられる。

はじめに

椎間関節嚢腫は慢性的な機械的ストレスによる椎間関節変性によって発生する嚢腫性病変で、腰下肢痛を生じる疾患の 1 つである¹⁾。

近年 MRI の普及により坐骨神経障害の原因として報告例が増加している。スポーツ競技者に発症した腰椎椎間関節嚢腫に対して内視鏡下嚢腫摘出術を行なった 2 例を経験したので報告する。

症 例 1

52 歳, 男性。

主訴：左臀部から大腿外側へのしびれ。

現病歴：プロゴルファー。2 ヶ月前より左下肢しびれ

が出現した。様子をみていたが改善せず、近医で投薬加療を受けるもシニアのゴルフツアーに参加できない状況であった。手術加療を希望され、当科紹介となった。

初診時所見：腰痛と左臀部から左大腿外側にかけての放散痛を伴うしびれを認めた。明らかな筋力低下は認めなかった。腰痛・下肢痛・下肢しびれは VAS (visual analogue scale : 100 mm 法) にて 50 mm・84 mm・44 mm であった。日本整形外科学会腰痛疾患治療成績判断基準 (JOA スコア) は (123) (121) (2222222) (0) = 24/29 であった。

画像所見：腰椎単純 X 線画像では変形性関節症性変化を認めた。MRI で L3/4 高位で脊柱管内に椎間関節より連続する嚢胞性病変を認めた (図 1)。

手術：METRx-MED システムを使用し内視鏡下嚢腫摘出術を行なった。手術前にイメージ下に経皮的に椎間関節の造影、染色液注入を行なった。L3/4 椎弓部分切

西井佑介
〒646-8588 田辺市新庄町 46-70
紀南病院整形外科

1) 和歌山県立医科大学整形外科講座
Department of Orthopaedic Surgery, Wakayama Medical University
2) 角谷整形外科病院
Sumiya Orthopaedic Hospital

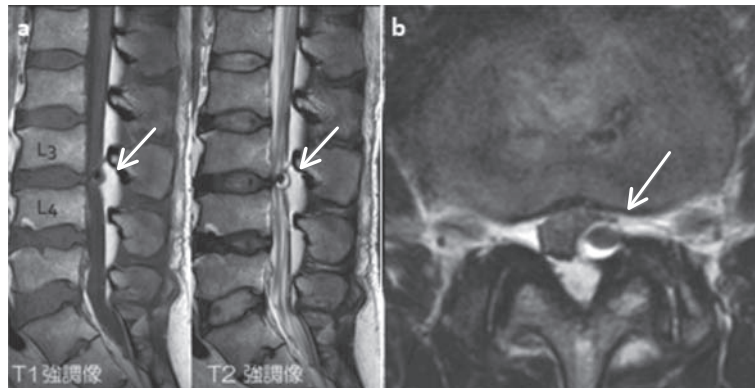


図1 症例1 MRI画像

a: 矢状断, b: 水平断.

L3/4 レベルで T1 強調像で低信号, T2 強調像で高信号の椎間関節より連続する腫瘍を認める(矢印).

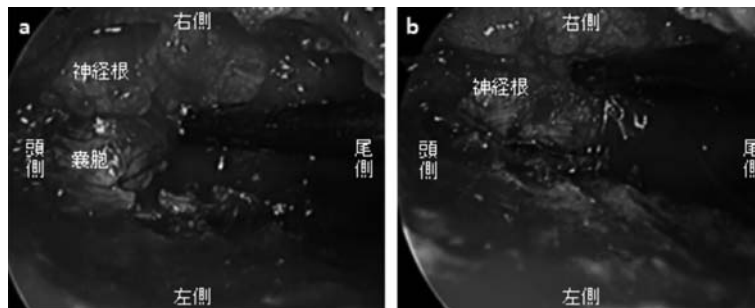


図2 症例1 術中所見

a: 腫瘍摘出前, b: 摘出後.

嚢腫病変による L4 神経根の著明な圧迫を認める. 摘出後神経根が除圧されて神経根の可動性を得られた.

除, 黄色靱帯切除を行なったところ, 椎間関節より連続する小指頭大の染色された嚢胞による硬膜管と神経根の圧迫を認めた(図 2a). 嚢胞を一塊に摘出し, 除圧がなされたことを確認し, 手術を終了した(図 2b).

術後経過: 術翌日より離床可能で, 術後 5 日にて退院となった. 退院時腰痛・下肢痛・下肢しびれ VAS は 3 mm・0 mm・0 mm と改善を認めた. JOA スコアは (333) (222) (2222222) (0) = 29/29 であった. 段階的に運動を許可し, 術後 3 ヶ月で競技復帰を行なった.

症 例 2

49 歳, 男性.

主訴: 左大腿後面痛.

現病歴: シニアバスケットボール選手. 4 ヶ月前より誘因なく左大腿後面痛が出現した. 近医にて MRI で脊

柱管狭窄を指摘され, 投薬加療を受けるも改善せず, 競技継続のため低侵襲手術を希望され, 当科紹介となった.

初診時所見: 腰痛と左大腿後面の放散痛を認めた. 明らかな筋力低下は認めなかった. 腰痛・下肢痛・下肢しびれ VAS は 77 mm・15 mm・8 mm であった. JOA スコアは (110) (202) (2222111) (-3) = 14/29 であった.

画像所見: 腰椎単純 X 線画像では明らかな異常は認めなかった. MRI で L4/5 高位で脊柱管内に椎間関節より連続する嚢胞性病変を認めた(図 3).

手術: METRx-MED システムを使用し内視鏡下嚢腫摘出術を行なった. 手術前にイメージ下に経皮的に椎間関節の造影, 染色液注入を行なった. 椎間関節より連続する小指頭大の染色された嚢胞による硬膜管と神経根の圧迫を認めた(図 4a). 嚢胞は一部滑液の漏出を認め, 神経根との強い癒着を認めた. 慎重に剝離, 摘出し神経



図3 症例2 MRI画像
a: 矢状断, b: 水平断.
L4/5 レベルで T1 強調像で低信号 T2 強調像で高信号の椎間関節より連続する腫瘤を認める (矢印).

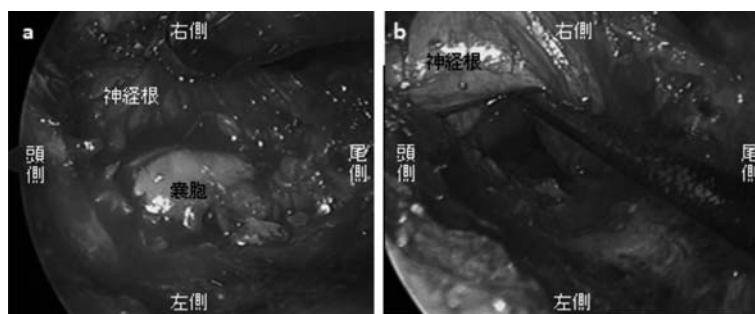


図4 症例2 術中所見
a: 腫瘍摘出前, b: 摘出後.
嚢腫病変による L5 神経根の著明な圧迫を認める. 摘出後神経根が除圧されて神経根の可動性を得られた.

根の可動域が良好であることを確認し, 手術を終了した (図 4b).

術後経過: 術翌日より離床可能で, 術後 5 日にて退院となった. 退院時腰痛・下肢痛・下肢しびれ VAS は 12 mm・3 mm・12 mm と改善を認めた. JOA スコアは (333) (222) (2222212) (-3) = 29/29 であった. 段階的に運動を許可し, 術後 3 ヶ月で競技復帰した.

考 察

脊柱管内に発生する嚢腫性病変は神経組織由来のくも膜嚢腫, 髄膜嚢腫などを除けばほとんどが椎間関節, 黄色靱帯などから発生する滑膜嚢腫, ガングリオン嚢腫である²⁾. 椎間関節より発生する滑膜嚢腫とガングリオン嚢腫は画像的, 組織学的による鑑別が困難であり, 近年両者を合わせて椎間関節嚢腫 (Facet cyst) と呼ばれてい

る³⁾.

発生機序としては慢性的なストレスにより関節包が損傷し滑膜の逸脱が生じ嚢腫を形成するのが一般的とされている¹⁾. 体幹への強い負荷や, 回旋動作等の椎間関節に負担のかかる動作を反復するアスリートにおいて発生しやすいと類推される. Rajeswaran らはイギリスの若年テニス選手を対象に MRI を施行し, 84.5 % に椎間関節変性, 22.4 % に椎間関節嚢腫を認めたと報告している⁴⁾. また椎間関節変性を伴わない椎間関節嚢腫として, 安楽らは若年者のバレーボール選手における腰椎分離症に伴う椎間関節嚢腫を報告している⁵⁾.

椎間関節嚢腫には自然消退例も報告されており, まず安静, 装具などの保存療法が第一選択である⁶⁾. しかし活動性の高いアスリートにおいて, 長期の安静加療は受け入れがたく, 保存療法に抵抗性を示す症例も見受けられる. また椎間関節への穿刺吸引治療も行われている

が、穿刺を行なった半数程度の症例で手術加療を要するようになったとの報告もあり^{7,8)}、確実な治療とは考えにくい。

保存療法に抵抗性を示すアスリートでは競技への早期復帰を目的とした手術加療を考慮すべき場合があると考えられる。

手術療法は椎弓部分切除と嚢腫の切除による除圧術が行なわれる。除圧術単独の場合は、不安定性の残存や椎間関節変形の悪化を助長し、嚢腫再発の可能性が高まることが懸念されるため、固定術を併用すべきという意見もある。Bydon らは除圧術単独と固定術併用を比較し、除圧術単独群で有意に再発率が高かったと報告している⁹⁾。

しかし固定術は侵襲も大きく脊柱の可動域低下を来し、復帰の遷延やパフォーマンスの低下をきたすことが危惧される。アスリートにおける手術治療はより低侵襲で椎間関節の温存が得られる方法が求められる。

今回われわれは内視鏡下に嚢腫の摘出を行ない、早期の競技復帰を得られた。椎間関節嚢腫における内視鏡手術は麻殖生らにより良好な成績が報告されている¹⁰⁾。

内視鏡下嚢腫摘出術は後方支持組織を温存し、椎間関節などへの侵襲を最小限に抑えられるために良好な結果が得られ、保存療法に抵抗性のある競技者の椎間関節嚢腫症例に対して有用な治療法の1つとしてあげられる。

文 献

1) 森田裕己ほか：椎間関節近傍に発生した腰部脊柱管

内嚢腫の治療経験。整形外科, 50 : 593-597, 1999.

- 2) 安保裕之ほか：腰部脊柱管内ガングリオン様嚢腫。脊椎脊髄, 15 : 915-920, 2002.
- 3) Hsu K Y et al : Lumbar intraspinal synovial and ganglion cysts (facet cysts), Ten-year experience in evaluation and treatment. Spine, 20 : 80-89, 1995.
- 4) Rajeswaran G et al : MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic elite junior tennis players. Skeletal Radiol, 43 : 925-932, 2014.
- 5) 安楽喜久ほか：若年者に発生した腰部脊柱管内滑膜嚢腫の一例。整外と災外, 54 : 540-543, 2005.
- 6) Houten JK et al : Spontaneous regression of symptomatic lumbar synovial cysts. Report of three cases. J Neurosurg, 99 : 235-238, 2003.
- 7) 石井耕士ほか：腰椎椎間関節嚢腫に対する椎間関節穿刺による吸引治療の効果。日腰痛会誌, 12 : 156-161, 2006.
- 8) Ganau M et al : Synovial cysts of the lumbar spine-pathological considerations and surgical strategy. Neurol Med Chir (Tokyo), 53 : 95-102, 2013.
- 9) Bydon A et al : Recurrent back and leg pain and cyst reformation after surgical resection of spinal synovial cysts : systematic review of reported postoperative outcomes. Spine J, 10 : 820-826, 2010.
- 10) 麻殖生和博ほか：腰部脊柱管内嚢腫に対して MED system を用いた治療経験。中部整災誌, 47 : 839-840, 2004.

膝蓋腱炎モデルラットにおける 膝蓋下脂肪体の病理組織学的評価

The Investigation of Histological Changes in the Infrapatellar Fat Pad with Patellar Tendinopathy

北川 孝¹⁾ Takashi Kitagawa
高田 泰史^{1,2)} Yasushi Takata
浅井 一希^{1,2)} Kazuki Asai

中瀬 順介^{1,2)} Junsuke Nakase
下崎 研吾^{1,2)} Kengo Shimozaki
土屋 弘行^{1,2)} Hiroyuki Tsuchiya

● Key words

膝蓋腱炎, 膝蓋下脂肪体, 線維化

●要旨

膝蓋腱炎(PT)モデルラットにおける膝蓋下脂肪体(IPFP)の病理組織学的変化を観察することで、9週齢のWistar系雄ラット18匹を対象とした。PT群に対してはコラゲナーゼを、コントロール群(C群)に対しては生理食塩水を、それぞれ20 μ lずつ膝蓋腱内に投与した。12週時点にて屠殺し膝関節標本に対しHE染色を行ない、IPFPのcellularity, fibrosis, vascularityを各0~3点と半定量的に評価した。各指標をMann-Whitney U-testを用いて比較・検討した。PT群およびC群の2群間において、cellularityは 1.77 ± 0.73 vs 0.67 ± 0.72 点、fibrosisは 1.85 ± 0.90 vs 0.73 ± 0.59 点、vascularityは 2.23 ± 0.83 vs 0.93 ± 0.46 点と各項目に有意差を認めた($p < 0.01$)。PTモデルラットではIPFPに細胞密度、線維化、血管新生の増加などの病理組織学的変化が認められた。

はじめに

膝蓋腱炎(patellar tendinopathy; PT)は膝蓋腱に対し繰り返し加わる過剰な負荷によって生じる、若年アスリートによくみられるスポーツ障害である。繰り返されるジャンプや着地動作、損傷から回復するのに十分な休養をとれない期間が長くなってくことで生じることが知られている¹⁾。Lianら²⁾によると、膝蓋腱のオーバーユースによる損傷を呈する者はバスケットボール選手で45%、バレーボール選手で32%にのぼると報告されて

いる。しかしPTの詳細な発生機序についてはまだ不明瞭なことが多く、治療には難渋することがしばしばある。

Luiら³⁾はコラゲナーゼを用いたPTモデルにおいて、その膝蓋腱内に炎症細胞が観察されることを報告した。Pangら⁴⁾は膝蓋腱と膝蓋下脂肪体(infrapatellar fat pad; IPFP)との間に豊富な血流連絡があることを明らかにした。PTのよりよいマネジメントのためにはPTにおける膝蓋腱の病理組織学的な変化とIPFPの炎症との相互作用を明らかにすることが必要であると考えられる。

北川 孝
〒920-8641 金沢市宝町13-1
金沢大学大学院医薬保健学総合研究科機能再建学
TEL 076-265-2374

1) 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科機能再建学
Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medical Sciences,
Kanazawa University
2) 金沢大学附属病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa University Hospital

IPFP は関節包の内側、かつ滑膜の外側に位置する脂肪組織である⁵⁾。IPFP には生体力学的ならびに生化学的な役割があるとされている。生体力学的な役割として、IPFP は膝関節の運動における膝蓋骨のスタビライザーとしての役割があると考えられている⁶⁾。他方で IPFP には生化学的な役割として、炎症前駆細胞の分泌を行なうことで炎症反応に関わる作用もあると考えられている⁷⁾。Solbak ら⁸⁾は前十字靱帯再建術モデルを用いた研究において、IPFP に炎症反応に関連した病理組織学的な変化が生じたことを報告した。Heard ら⁹⁾は大腿骨遠位部の外傷モデルにおいて IPFP に炎症反応が生じたことを明らかにした。これらの先行研究の結果から、膝関節構成体の損傷と IPFP の病理組織学的な変化との間には何らかの関連があると考えられる。

本研究の目的は、PT モデルラットにおける IPFP の病理組織学的変化を観察することである。われわれは PT モデルラットにおいても他モデルと同様に IPFP に病理組織学的な変化が生じると仮説を立てた。

方 法

1. PT モデルの作製方法

本研究は本学における動物実験委員会の承認を受けて行なわれた(承認番号: AP-153629)。9 週齢 Wistar 系雄ラット 18 匹を PT 群(以下、PT 群)およびコントロール群(以下、C 群)の 2 群にそれぞれ 9 匹ずつランダムに振り分けた。

先行研究³⁾に基づき 2.5% ペントバルビタール(4.5 mg/kg)での麻酔後、両膝関節前面の除毛を行なった後に右膝関節屈曲 90°とし、PT 群にはコラゲナーゼ I (和光純薬工業株式会社、大阪)(0.015 mg/ml)を、C 群には生理食塩水を、それぞれ 30G 針を用いて 20 μ l ずつ膝蓋腱の中央一箇所、注入液が腱外へ漏れないよう注入の圧を感じながら膝蓋腱内に注射した。対側の下肢に対しては処置は行なわなかった。処置後は飼料と水は自由に摂取可能とし活動制限は設けなかった。PT 群ではラットに有害事象が生じていないことを、C 群では注射処置後に感染・浮腫・発赤がないことを確認した。ラットに対し注射後 12 週に安楽死・屠殺を行なった。

2. IPFP の病理組織学的評価

右膝関節を一塊として採取し、パラフィン包埋後、矢状断にて 2 μ m の薄切を行ない、標準プロトコルに基づきヘマトキシリン・エオジン染色を行なった。光学顕微鏡を用いヘマトキシリン・エオジン染色後の膝蓋腱の正中に近い切片より IPFP を多く含む切片のなかから無作

表 1 IPFP の病理組織学的スコアリング方法

Criterion	Score	Description
Cellularity	0	Scattered cells
	1	Focal clustering
	2	Diffuse increase
	3	Severe diffuse increase
Fibrosis	0	Absent (<10 % of the image area)
	1	Mild (10~30 % of the image area)
	2	Moderate (30~60 % of the image area)
	3	Severe (>60 % of the image area)
Vascularity	0	No vessels present
	1	1~2 vessels
	2	3~4 vessels
	3	5 or more vessels

IPFP: 膝蓋下脂肪体

為に選んだ 3 切片における IPFP を近位部・中央部・遠位部の 3 つの箇所においてそれぞれ 10 倍拡大画像を撮影した。盲検化のもと合計 162 枚の画像を独立した 2 人の検者が評価を行なった。IPFP の病理組織学的な変化の定量的評価は、先行研究⁹⁾に基づき表 1 に示された方法にて行なった。滑膜の変性に関してはスコアリングの際には評価に含めなかった。検者内信頼性を確立した後に評価を行ない、検者間信頼性(級内相関係数)は 0.87 (95% CI: 0.69~0.95)であった。最終的なスコアは 2 人の検者の平均値を採用した。合計スコアは cellularity, fibrosis および vascularity の各スコアの総和とした。

3. 統計学的解析

統計学的解析は SPSS for Windows Version 23.0 (SPSS Inc., 米国)を用いて行なった。PT 群および C 群の各指標を Mann-Whitney U-test を用いて比較・検討した。有意水準は 5% とした。

結 果

C 群の IPFP には fibrosis の所見をほとんど認めなかった。他方、PT 群では膝蓋腱の肥厚、膝蓋腱内における異所性石灰化や骨化が認められたが腱実質の断裂等は認めなかった。また PT 群の IPFP においては cellularity や fibrosis および vascularity の増加が認められた(図 1)。PT に伴う IPFP の組織変化・炎症反応をより詳細に評価するために病理組織学スコアを用いて検討したところ、C 群と比べ PT 群において、cellularity スコアや fibrosis スコアおよび vascularity スコア、ならびに総合スコアのすべてにおいて統計学的に有意な増加が認められた(表 2)。

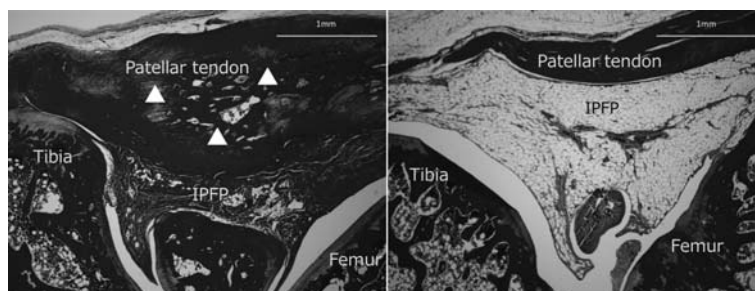


図1 IPFP 矢状断のヘマトキシリン・エオジン染色の2倍拡大画像
膝蓋腱炎群の膝蓋腱は肥厚し、異所性石灰化や骨化を認める。
左図：膝蓋腱炎群，右図：コントロール群。
IPFP：膝蓋下脂肪体，矢頭：石灰化または骨化。

表2 各群における IPFP の病理組織学スコア

	PT 群	コントロール群	p value
Cellularity score	1.77±0.73	0.67±0.72	<0.01
Fibrosis score	1.85±0.90	0.73±0.59	<0.01
Vascularity score	2.23±0.83	0.93±0.46	<0.01
Total score	5.85±1.68	2.33±1.05	<0.01

IPFP：膝蓋下脂肪体，PT：膝蓋腱炎

考 察

本研究の結果より，PT モデルラットの IPFP において病理組織学的な変化が生じることが明らかとなった。本研究の結果はわれわれの仮説を支持するものであった。すなわち PT における IPFP では cellularity や fibrosis そして vascularity のいずれもが増加することが明らかとなった。

臨床場面では PT は膝蓋腱のオーバーユースにより生じるといわれているが¹⁰⁾，本研究では先行研究に基づきコラゲナーゼ I の腱内注射³⁾により誘発させた。コラゲナーゼの腱内注射による PT の誘発方法は動物実験における腱炎モデルを作製する方法として確立されている手法である¹¹⁾。腱炎の特徴的な所見として腱内における hypercellularity や hypervascularity，異所性軟骨形成，デコリンやアグリカン，サブスタンス P の発現などがあげられる¹¹⁾。また脂肪細胞はサイトカインや各種成長因子の発生源としても知られている¹²⁾。PT により膝蓋腱内に生じた炎症前駆細胞を含む局所的な生化学的因子が，IPFP との豊富な血流連関を通じて IPFP の脂肪細胞にも影響を及ぼしていた可能性が考えられた¹³⁾。

他の先行研究^{8,9)}によると，膝関節手術後や外傷後における IPFP において，その組織学的な変化や炎症サイトカインの発現，過剰なコラーゲンの合成などが観察さ

れたことが報告されている。PT に対する修復過程においても，IPFP では同様の炎症反応を生じていた可能性が考えられた。

トランスフォーミング成長因子- β (transforming growth factor- β ; TGF- β) は線維芽細胞の分化ならびに線維組織の合成と分解に関与することで，変形性膝関節症における滑膜の線維化に影響を及ぼしていることが知られている¹⁴⁾。合成と分解のインバランスは線維組織の過剰な浸潤を引き起こし，滑膜の肥厚や柔軟性の低下につながる。前十字靱帯損傷モデルを用いた先行研究⁸⁾では，その IPFP においてコラーゲンタイプ I，III，VI およびマクロファージの発現量の増加を認めたことが報告されている。PT 後の IPFP においても類似した変化が生じ，cellularity の増加が観察されたと考えられた。

本研究の結果から，PT に対する反応として IPFP に線維化が生じることが明らかとなった。この線維化の潜在的なメカニズムとして，TGF- β や血小板由来成長因子，塩基性線維芽細胞成長因子や血管内皮細胞成長因子の mRNA 発現量増加が影響を及ぼしていることが考えられる^{15,16)}。線維化は線維組織の過剰な合成およびタンパク質の分解能低下により生じることが知られているが¹⁷⁾，本研究の結果のみではその詳細なメカニズムは不明瞭のままである。PT における IPFP の線維化の機序を明らかにするためには，縦断的なデザインにより前述の各種成長因子の発現量を経時的に評価するさらなる研

究が必要であると思われた。Murakami ら¹⁸⁾によると、IPFP の線維化は膝関節の運動時の痛み動作困難感につながるとも報告しており、その抑制は臨床的に重要であると思われる。IPFP の線維化を抑制する可能性としてヒアルロン酸やデキサメタゾンの関節内注射の報告^{9,19)}があり、これらのアプローチがPTにおいても有効な可能性がある。

本研究ではPTのIPFPにおいて新生血管が増加していることも観察された。TGF- β はIPFPの線維化に関与している一方で血管新生にも重要な役割を果たしている²⁰⁾。本研究ではmRNAの発現量を評価できていないが、これらの血管新生にはTGF- β や血管内皮細胞成長因子、 α 平滑筋アクチンの発現量増加が関与していた可能性がある^{9,19)}。血管新生そのものは組織の修復過程に必要な現象であるが、自由神経終末を伴った微小血管の増殖は組織の線維化を引き起こすとともに、疼痛閾値の低下を引き起こすことが報告されている¹⁹⁾。IPFPにおける過剰な線維化・血管新生を抑制することができればIPFP本来の正常な生体力学および生化学的な機能を維持することができるかもしれない。

本研究の限界として、以下の3つがあげられる。第1に、われわれは1つの方法でしかIPFPの病理組織学的な変化を評価できていないという点である。より詳細な病態の評価を行なうためには免疫組織学的な解析、あるいはmRNAによる分析が必要であると考えられた。第2に、本研究は横断的研究であるためIPFPの経時的な変化を観察できていないという点があげられる。縦断的な研究を行なうことでIPFPの変性を予防するための治療方法の検証を試みることができる。第3に、本研究のPTモデルはコラゲナーゼの注射により作製した点である。もう1つの主流なPTモデルの作製方法であるトレッドミルを用いた力学的なオーバーユースを与えることによる作製方法はより臨床の病態に近い方法であり病因学的には利点があるのに対し、コラゲナーゼの腱内注射による作製方法には高い再現性がある¹¹⁾。本研究のような観察研究においては、IPFPの組織学的な評価を行なうのみであるためコラゲナーゼによる腱炎モデルは有用性があると思われた一方で、本研究においては腱外へ注入液が漏れ出ている可能性を否定できないなど技術的な面での課題も考えられた。他方、今後PTに対する治療手段の検証を行なうにあたっては、力学的なオーバーユースによるモデルを用いた縦断的研究がより望ましいと思われた。

結 語

膝蓋腱炎モデルラットでは膝蓋下脂肪体に細胞密度、線維化、血管新生の増加などの病理組織学的変化が認められた。

文 献

- 1) Malliaras P et al : Patellar tendinopathy : clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. J Orthop Sport Phys Ther, 45 : 887-898, 2015.
- 2) Lian OB et al : Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. Am J Sports Med, 33 : 561-567, 2005.
- 3) Lui PP et al : Chondrocyte phenotype and ectopic ossification in collagenase-induced tendon degeneration. J Histochem Cytochem, 57 : 91-100, 2009.
- 4) Pang J et al : The arterial supply of the patellar tendon: anatomical study with clinical implications for knee surgery. Clin Anat, 22 : 371-376, 2009.
- 5) Clockaerts S et al : The infrapatellar fat pad should be considered as an active osteoarthritic joint tissue: a narrative review. Osteoarthritis Cartil, 18 : 876-882, 2010.
- 6) Bohnsack M et al : Infrapatellar fat pad pressure and volume changes of the anterior compartment during knee motion: possible clinical consequences to the anterior knee pain syndrome. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 13 : 135-141, 2005.
- 7) Ioan-Facsinay A et al : An emerging player in knee osteoarthritis: the infrapatellar fat pad. Arthritis Res Ther, 15 : 225, 2013.
- 8) Solbak NM et al : Alterations in Hoffa's fat pad induced by an inflammatory response following idealized anterior cruciate ligament surgery. Inflamm Res, 64 : 615-626, 2015.
- 9) Heard BJ et al : The infrapatellar fat pad is affected by injury induced inflammation in the rabbit knee: use of dexamethasone to mitigate damage. Inflamm Res, 65 : 459-470, 2016.
- 10) Rees JD et al : Management of tendinopathy. Am J Sports Med, 37 : 1855-1867, 2009.
- 11) Lui PP et al : What are the validated animal models for tendinopathy? Scand J Med Sci Sport, 21 : 3-17,

- 2011.
- 12) Iwata M et al : Initial responses of articular tissues in a murine high-fat diet-induced osteoarthritis model: pivotal role of the IPFP as a cytokine fountain. PLoS One, 8 : e60706, 2013.
- 13) Klein-Wieringa IR et al : The infrapatellar fat pad of patients with osteoarthritis has an inflammatory phenotype. Ann Rheum Dis, 70 : 851-857, 2011.
- 14) Remst DF et al : Gene expression analysis of murine and human osteoarthritis synovium reveals elevation of transforming growth factor β -responsive genes in osteoarthritis-related fibrosis. Arthritis Rheumatol, 66 : 647-656, 2014.
- 15) Murakami S et al : Immunohistologic analysis of synovium in infrapatellar fat pad after anterior cruciate ligament injury. Am J Sport Med, 23 : 763-768, 1995.
- 16) Ushiyama T et al : Cytokine production in the infrapatellar fat pad : another source of cytokines in knee synovial fluids. Ann Rheum Dis, 62 : 108-112, 2003.
- 17) Sun K et al : Fibrosis and adipose tissue dysfunction. Cell Metab, 18 : 470-477, 2013.
- 18) Murakami S et al : Quantitative analysis of synovial fibrosis in the infrapatellar fat pad before and after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med, 25 : 29-34, 1997.
- 19) Tang T et al : Fibrous change of the infrapatellar fat pad due to strenuous running exercise and its treatment with intraarticular hyaluronan injection in a rat model. J Med Dent Sci, 55 : 163-173, 2008.
- 20) Warrington K et al : Functional role of CD105 in TGF- β 1 signalling in murine and human endothelial cells. Anticancer Res, 25 : 1851-1864, 2005.

若年者における 2 重束膝前十字靱帯再建術後 再断裂のリスク因子の検討

Risk Factors of Re-injury after Double Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Athletes

韓 昌勲^{1,2)} Changhun Han 富原 朋弘²⁾ Tomohiro Tomihara
橋本 祐介³⁾ Yusuke Hashimoto 谷内 政俊²⁾ Masatoshi Taniuchi
島田 永和²⁾ Nagakazu Shimada 中村 博亮³⁾ Hiroaki Nakamura

● Key words

Risk factors : Tegner activity scale : ACL reconstruction

●要旨

若年者(20歳未満)を対象とした2重束膝前十字靱帯(ACL)再建術後再断裂に関連するリスク因子を調査した。対象は膝屈筋腱を用いて2重束ACL再建術を行なった174例とした。再断裂例をA群、それ以外の症例をB群とした。検討項目は性別、body mass index (BMI)、受傷前のtegnar activity scale (TAS)、半月損傷の有無、移植腱径、術後脛骨前方変位量(患健側差)、スポーツ種目(pivoting sports, non pivoting sports)とし、2群間で統計学的検討を行なった。A群13例(7.5%)、B群161例(92.5%)であった。単変量解析でpivoting sports、TASにおいて有意差を認めた。多重ロジスティック解析でTASにおいて有意差を認めた。ROC解析からTAS9以上の症例では高率に再断裂を認めた。2重束ACL再建術では、TAS9以上のスポーツ活動性が高い症例が再断裂のリスク因子として考えられた。

はじめに

膝前十字靱帯(以下、ACL)再建術は近年良好な成績が報告されているが、スポーツ復帰を目標とする選手にとって、術後再断裂の影響は大きい。再断裂率は過去の報告により、3~25%^{1~2)}とさまざまであるが、術後再断裂と関連する因子は、若年者、女性、細い移植腱径、allograftの使用、high activity sports level、pivoting sportsへの参加などが報告されている^{3~8)}。とくに若年

者は数多くの報告で再断裂の関連因子とされている^{3,4,5,9,10)}。

膝屈筋腱を用いたACL再建術において、術後再断裂と関連する因子の報告では、主に1重束再建術が施行されている^{4,7,8,9)}。一方、再建方法の比較として、前方安定性、回旋安定性の観点からは、1重束再建術よりも2重束再建術が有用であると示唆されている^{11,12)}。しかし、2重束再建術後の再鏡視では、再建した移植腱の後外側線維束(以下、PL束)が11~16%損傷していたとの報告もある^{13,14)}。

韓 昌勲
〒534-0021 大阪市都島区都島本通2-13-22
大阪市立大学総合医療センター整形外科
TEL 06-6929-1221

- 1) 大阪市立大学総合医療センター整形外科
Osaka City General Hospital, Department of Orthopaedic Surgery
- 2) しまだ病院整形外科
Shimada Hospital, Department of Orthopaedic Surgery
- 3) 大阪市立大学医学部付属病院整形外科
Osaka City University School of Medicine, Department of Orthopaedic Surgery

表1 再断裂例(A群)と非再断裂例(B群)の比較

検討項目	A 群 (13 例)	B 群 (161 例)	p 値
年齢[歳] (±SD)	15.8±1.5	516.5±1.7	0.11
性別			
男性: n [%]	7(54 %)	57(35 %)	
女性: n [%]	6(46 %)	104(65 %)	0.23
BMI [kg/m ²] (±SD)	22.0±1.9	22.0±3.0	0.99
TAS (±SD)	8.5±0.9	7.1±1.4	0.0006
半月損傷あり			
内側: n [%]	2(15 %)	56(35 %)	0.22
外側: n [%]	5(38 %)	68(43 %)	1.0
移植腱径 [mm] (±SD)			
AM 束	5.7±0.4	5.5±0.4	0.055
PL 束	5.2±0.4	5.2±0.3	0.99
前方変位量(患側差) (±SD)	1.51±0.9	1.35±1.3	0.65
Pivoting sports : n [%]	11(85 %)	81(50 %)	0.02

BMI : Body mass index, TAS : Tegner activity scale, AM 束 : 前内側線維束, PL 束 : 後外側線維束

2重束再建術においては、術後臨床成績に影響を与える因子として、大腿骨側の骨孔位置、半月板切除などが指摘されているが¹⁵⁾、再断裂のリスク因子とされている若年者を対象とした、他のリスク因子についての報告は少ない。

本研究の目的は、若年者を対象に、膝屈筋腱を用いた2重束 ACL 再建術後再断裂に関連する因子を調査することである。

対象および方法

2007年1月～2015年12月に、20歳未満の若年者で、ACL 単独損傷に対して膝屈筋腱を用いた2重束 ACL 再建術を施行し、術後1年以上直接検診可能であった174例を対象とした。受傷から手術までの期間は、6.6±8.4ヵ月(平均値±標準偏差)、手術時年齢は16.5±1.7歳、術後経過観察期間は24.7±9.4ヵ月であった。

手術方法は移植腱として2重折の自家半腱様筋腱(+薄筋腱)を用い、ACL2重束再建術を行なった。大腿骨骨孔はfar anteromedial portalからのtransportal法もしくはoutside-in法で作製し、大腿骨側endobutton CL (Smith and Nephew[®])、脛骨側double spike plate (Smith and Nephew[®])で固定した¹⁶⁾。術後は1週間の可動域制限、4週間の松葉杖歩行とし、術後3ヵ月でジョギング開始、術後8～10ヵ月でスポーツ復帰を許可した。術後膝安定性の評価として、KT-1000 arthrometer (Medmetric Corp, San Diego, USA)を用いて、大腿骨に対する脛骨の徒手最大前後変位量の患側差を測定した。

再受傷のエピソードがあり、Lachman test において

陽性所見を認め、MRI 検査の結果、再断裂と診断できた症例を再断裂群(以下 A 群)、その他の症例を非再断裂群(以下 B 群)とした。2群間において、性別、body mass index (以下、BMI)、初回受傷時の tegner activity scale (以下、TAS)、半月板損傷の有無、移植腱径(前内側線維束、以下 AMB、PLB)、術後脛骨前方変位量(患側差)、スポーツ種目を比較した。スポーツ種目については、Daniel ら¹⁷⁾の分類に準じて、Level 1 の pivoting sports (サッカー、バスケットボール、ラグビー)と Level 2, 3 の non-pivoting sports (バレー、野球、その他)の2群に分類して比較検討を行なった。

統計学的検討には、Fisher's exact test, Student's t test, Mann-Whitney's U test を行なった。また、目的変数を再断裂、説明変数を2群間の比較項目とし、多重ロジスティック回帰分析を行なった。さらに多重ロジスティック回帰分析で有意差を認めた項目に関して、ROC 曲線からカットオフ値を算出した。各項目の統計学的検討の有意水準は5%とした。なお、本研究ははまだ病院倫理委員会の承認と、研究対象者からの同意を得て行なった。

結 果

術後再断裂した症例 A 群は13例(7.5%)、非再断裂症例 B 群は161例(92.5%)であった。再断裂の時期は術後21.2±21.4ヵ月であり、13例中9例は術後2年以内に再断裂していた。単変量解析では TAS, pivoting sports で2群間に有意差を認めたが、年齢、性別、BMI、半月損傷の有無、移植腱径、術後前方変位量では有意差は認めなかった(表1)。これらの項目について多

表2 多重ロジスティック回帰解析

検計項目	Odds 比	95 % CI	p 値
性別	0.61	0.12~3.05	0.54
BMI	0.98	0.77~1.24	0.84
TAS	2.75	1.13~6.72	0.026
内側半月損傷	0.37	0.065~2.10	0.26
外側半月損傷	0.34	0.074~1.53	0.16
移植腱径 (AM 束)	4.40	0.56~34.6	0.16
移植腱径 (PL 束)	0.95	0.097~9.33	0.97
前方変位量	1.19	0.61~2.31	0.62
Pivoting sports	1.90	0.16~22.2	0.61

重ロジスティック回帰分析を行なったところ, TAS において有意差を認め, オッズ比は 2.75 となった(表 2). TAS について ROC 曲線からカットオフ値 9 を算出すると, 曲線下面積は 0.774 となった(感度 0.769, 特異度 0.756, 図 1). TAS9 以上の症例では再断裂率は 20.4 % となり, 9 未満と比較して有意に再断裂率が高く ($p=0.0002$), オッズ比は 10.3 となった.

考 察

若年者(20 歳未満)における膝屈筋腱を用いた 2 重束 ACL 再建術後再断裂と関連する因子として, 単変量解析において pivoting sports, TAS において有意差を認めた. また多重ロジスティック解析で TAS において有意差を認めた. ROC 解析から, TAS9 以上の症例では高率に再断裂を認めた.

ACL 再建術後再断裂率は, 過去の報告において全年齢層, 全 graft type では約 7 % と報告されている¹⁾. 膝屈筋腱を用いた 1 重束再建術における再断裂率は, Dodwell ら²⁾の registry data では全年齢層において 3.9 % であったが, 若年者で国内上位リーグもしくは国際レベルのラグビー選手を対象とした Takazawa ら⁹⁾の報告では 16 % と高率であった. 膝屈筋腱を用いた 2 重束再建術では, 過去の報告で全年齢層において 3.8 %⁶⁾, 本研究では 20 歳未満を対象として 7.5 % という結果であったが, TAS9 以上のスポーツ活動性の高い症例では 20.4 % であった. Woo ら¹⁸⁾, Hamner ら¹⁹⁾の報告では, 4 重折膝屈筋腱の最大破断強度は正常 ACL よりも強く, 1 重束再建術の報告では主に 4 重折膝屈筋腱が使用されている^{4,7,8,9)}. また, 1 重束の 4 重折膝屈筋腱と, 2 重束の 2 重折膝屈筋腱の最大破断強度を比較すると, ほぼ同等と考えられ¹⁹⁾, スポーツ活動性の高い若年者における, 膝屈筋腱を用いた 1 重束再建術の再断裂率と, 本研究の 2 重束再建術の再断裂率がほぼ同等であった結果と一致した.

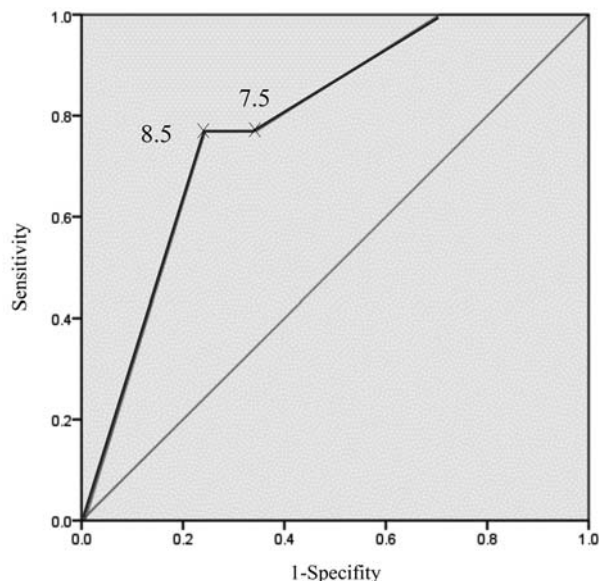


図1 再断裂と関連する tegner activity scale の ROC 曲線

膝屈筋腱を用いた 2 重束 ACL 再建術後の再断裂と関連する因子について, 単変量解析では pivoting sports, TAS において有意差を認めた. スポーツ種目と ACL 術後再断裂についての報告では, Andernord ら²⁰⁾, Shelbourne ら²¹⁾はサッカーやバスケットボールのような cutting, pivoting 動作の多いスポーツへの参加で有意に再断裂しやすいと報告している. 骨付き膝蓋腱(以下, BTB)による再建術や膝屈筋腱による 1 重束再建術よりも, PL 束を再建する 2 重束再建術のほうが pivoting 動作での制動性は高いという報告が散見される一方^{11,12,22)}, PL 束は AM 束よりも膝伸展位での緊張がかかるため損傷を受けやすく²³⁾, Ahn ら¹³⁾は, 37 例中 6 例(16 %), Otsubo ら¹⁴⁾は 65 例中 7 例(11 %)において再鏡視で PL 束に損傷を認めたと報告している. 本症例では再断裂例 13 例中 11 例(85 %)で pivoting sports に参加していた. 本研究結果から, 2 重束再建術においても, 他の再建方法と同様に pivoting sports への参加が再断裂のリスク因子となる可能性が示唆された. 多変量解析で pivoting sports で有意差を認めなかった要因として, 再断裂群で pivoting sports に参加している症例の平均 TAS が 8.6 と再断裂群全体よりやや高いことが可能性として考えられた.

性別においては, 女性においてさまざまな要因から男性と比較して初回 ACL 損傷が多いとされているが²⁴⁾, 再手術に関しては男女間に明確な差はないとされている²⁵⁾. 本研究においても再断裂例において有意な男女差

は認めなかった。半月損傷の有無について、術後臨床成績 (International Knee Documentation Committee grade) に影響する因子として半月切除が指摘されているが¹⁵⁾、再断裂との関連は本研究では認めなかった。BMI に関して、 25 kg/m^2 以上の症例では再手術のリスクとなる報告もある一方³⁾、再手術との関連を認めない報告も散見される²⁶⁾。本研究の平均 BMI は 22.1 kg/m^2 であり、2 群間に差が認められなかった。移植腱径に関して、1 重束再建術では 8 mm 未満では有意に再手術例が多いとされている²⁷⁾。2 重束再建術に関して、移植腱径と再手術との関連について、差はなかったとの報告²⁸⁾と同様に、本研究においても AM, PL 束ともに移植腱径に関して 2 群間に有意差はなかった。

多重ロジスティック解析では TAS において有意差を認めた。Kamien ら⁴⁾は膝屈筋腱を用いた 1 重束再建術の症例において、再手術群で受傷前の TAS が非再手術群と比較して有意に高いと報告している。本研究の結果から、膝屈筋腱を用いた 2 重束再建術を施行しても、初回受傷時のスポーツ活動性の高い若年者の症例では、再断裂を高率に認めた。とくに ROC 解析の結果から、TAS9 以上のスポーツ活動性の高い若年者の症例では、9 未満と比べて再断裂のオッズ比が 10.3 となった。スポーツ活動性の高い症例において、術後再断裂率を減ずる観点から考察すると、膝屈筋腱を用いた 2 重束再建術以外の手術術式を考慮する必要があるかもしれない。

本研究の限界は、後ろ向き研究であること、平均観察期間が短いこと、術式の違いによる影響などである。本研究の強みは、再断裂のリスク因子について、TAS において ROC 解析からカットオフ値を算出した初めての報告であることである。今後若年者、スポーツ活動性の高い症例での移植腱の選択、再建術式について前向き研究などの更なる検討が必要と考える。

結 語

若年者を対象に膝屈筋腱を用いた 2 重束 ACL 再建術後再断裂に関連する因子を調査した。再断裂例は非再断裂例に比べ単変量解析では pivoting sports への参加、TAS において有意に高かった。また、多変量解析では TAS において有意差を認め、TAS9 以上の症例では高率に再断裂を認めた。膝屈筋腱を用いた 2 重束 ACL 再建術では、TAS9 以上のスポーツ活動性が高い症例が再断裂のリスク因子として考えられた。

文 献

- 1) Wiggins AJ et al : Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction : a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*, 44 : 1861-1876, 2016.
- 2) Dodwell ER et al : 20 years of pediatric anterior cruciate ligament reconstruction in New York State. *Am J Sports Med*, 42 : 675-680, 2014.
- 3) Persson A et al : Increased risk of revision with hamstring tendon grafts compared with patellar tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction : a study of 12,643 patients from the Norwegian Cruciate Ligament Registry, 2004-2012. *Am J Sports Med*, 42 : 285-291, 2014.
- 4) Kamien PM et al : Age, graft size, and tegner activity level as predictors of failure in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Am J Sports Med*, 41 : 1808-1812, 2013.
- 5) Kaeding CC et al : Risk factors and predictors of subsequent ACL injury in either knee after ACL reconstruction : prospective analysis of 2488 primary ACL reconstructions from the MOON cohort. *Am J Sports Med*, 43 : 1583-1590, 2015.
- 6) Aga C et al : Risk of revision was not reduced by a double-bundle ACL reconstruction technique : results from the scandinavian registers. *Clin Orthop Relat Res*, 2017.
- 7) Barrett AM et al : Anterior cruciate ligament graft failure : a comparison of graft type based on age and tegner activity level. *Am J Sports Med*, 39 : 2194-2198, 2011.
- 8) Conte EJ et al : Hamstring autograft size can be predicted and is a potential risk factor for anterior cruciate ligament reconstruction failure. *Arthroscopy*, 30 : 882-890, 2014.
- 9) Takazawa Y et al : Return to play of rugby players after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft : return to sports and graft failure according to age. *Arthroscopy*, 33 : 181-189, 2017.
- 10) Webster et al : Exploring the high reinjury rate in younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 44 : 2827-2832, 2016.

- 11) Sun R et al : Prospective randomized comparison of knee stability and joint degeneration for double- and single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23 : 1171-1178, 2015.
- 12) Tsai AG et al : Comparative kinematic evaluation of all-inside single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : a biomechanical study. *Am J Sports Med*, 38 : 263-272, 2010.
- 13) Ahn JH et al : Outcomes and second-look arthroscopic evaluation after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with use of a single tibial tunnel. *J Bone Joint Surg Am*, 93 : 1865-1872, 2011.
- 14) Otsubo H et al : Arthroscopic evaluation of ACL grafts reconstructed with the anatomical two-bundle technique using hamstring tendon autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15 : 720-728, 2007.
- 15) Ahn JH et al : Outcomes after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 34 : 220-230, 2018.
- 16) Tomihara T et al : Transparent 3-dimensional CT in evaluation of femoral bone tunnel communication after ACL double-bundle reconstruction : comparison between outside-in and transportal technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22 : 1563-1572, 2014.
- 17) Daniel DM et al : Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med*, 22 : 632-644, 1994.
- 18) Woo SL et al : Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med*, 19 : 217-225, 1991.
- 19) Hamner DL et al : Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament : biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg Am*, 81 : 549-557, 1999.
- 20) Andernord D et al : Patient predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction : a cohort study of 16,930 patients with 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 43 : 121-127, 2015.
- 21) Shelbourne KD et al : Incidence of subsequent injury to either knee within 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Am J Sports Med*, 37 : 246-251, 2009.
- 22) Sajovic M et al : Quality of life and clinical outcome comparison of semitendinosus and gracilis tendon versus patellar tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction : an 11-year follow-up of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 39 : 2161-2169, 2011.
- 23) Yagi M et al : Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30 : 660-666, 2002.
- 24) Hewett TE et al : Anterior cruciate ligament injuries in female athletes : Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med*, 34 : 299-311, 2006.
- 25) Noojin FK et al : Clinical comparison of intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous semitendinosus and gracilis tendons in men versus women. *Am J Sports Med*, 28 : 783-789, 2000.
- 26) Yabroudi MA et al : Predictors of revision surgery after primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med*, 4 : 2325967116666039, 2016.
- 27) Conte EJ et al : Hamstring autograft size can be predicted and is a potential risk factor for anterior cruciate ligament reconstruction failure. *Arthroscopy*, 30 : 882-890, 2014.
- 28) Mohtadi N et al : Reinjuries, and revisions at a minimum 2-year follow-up : a randomized clinical trial comparing 3 graft types for ACL reconstruction. *Clin J Sport Med*, 26 : 96-107, 2016.

バレーボール女子 V プレミアリーグ選手の 肘関節滑膜ヒダ障害の 1 例

A Case Report : Synovial Fringe in the Elbow in V-Premiere League Female Volleyball Player

若林 良明^{1,2)} Yoshiaki Wakabayashi 芹澤 健輔³⁾ Kensuke Serizawa
宗田 大^{4,5)} Takeshi Muneta

● Key words

バレーボール, 滑膜ヒダ, 肘関節

Volleyball : Synovial fringe, synovial fold, synovial plicae : Elbow joint

●要旨

バレーボール V プレミアリーグ選手の肘関節滑膜ヒダ障害の 1 例を報告する。23 歳女性の右利きミドルブロッカー。外国人選手のスパイクをブロックする際に、左肘を「もっていかれて」過伸展し、左肘後外側痛を発症した。伸展時痛と 10° の伸展制限を認め、MRI にて滑膜ヒダ障害と診断した。鏡視下滑膜ヒダ切除術を施行し、後外側痛はすみやかに消退したが、上腕二頭筋腱膜の肥厚と痛みにより可動域の改善が遅れた。リハビリと注射療法で疼痛の軽減、可動域の改善が得られ、術後 3 ヶ月で実戦復帰し最終成績は良好であった。伸展制限が明らかな場合には二次的な拘縮が起きる前に、鏡視下滑膜ヒダ切除による外科的介入を検討してもよいと考えられた。

はじめに

バレーボールの強打に対するブロックやアンダーレーシーブにおいて、肘関節にはボールの衝撃によって過伸展ストレスが加わるため、伸展制限や過伸展ストレスで

痛みを生じるようになると、プレーの継続に支障をきたす。

筆者らは肘関節の伸展制限と過伸展ストレス痛を主訴としたバレーボール女子 V プレミアリーグ選手の肘関節滑膜ヒダ障害の 1 例を経験したので、報告する。

若林良明

〒 231-8682 横浜市中区新山下 3-12-1

横浜市立みなと赤十字病院手外科・上肢外傷整形外科

TEL 045-628-6100/FAX 045-628-6101

E-mail y-wakabayashi.orth@yokohama.jrc.or.jp

1) 横浜市立みなと赤十字病院手外科・上肢外傷整形外科

Department of Hand and Upper Limb Orthopaedic Surgery, Yokohama City Minato Red Cross Hospital

2) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科整形外科学分野

Department of Orthopaedic and Spinal Surgery, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

3) 横浜市立みなと赤十字病院リハビリテーションセンター

Rehabilitation Center, Yokohama City Minato Red Cross Hospital

4) 国立病院機構災害医療センター

National Hospital Organization Disaster Medical Center

5) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科運動器外科学分野

Department of Joint Surgery and Sports Medicine, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

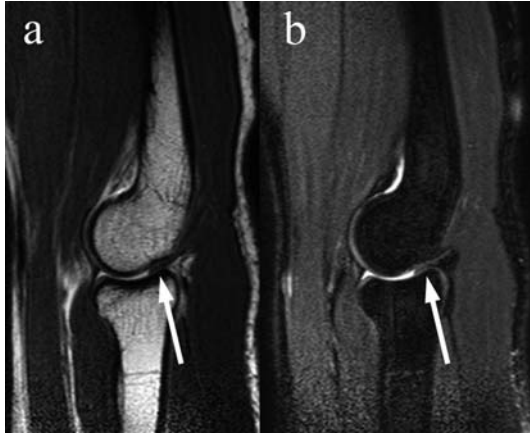


図1 今回の発症2年前のMRI
T2強調像(a)と脂肪抑制T2強調像(b). 腕橈関節に張り出した低輝度の滑膜ヒダを認める(矢印).

症 例

23歳女子, V プレミアリーグチームに所属する右利きのミドルブロッカー.

主訴: 左肘関節後外側痛, 伸展時痛, 伸展制限.

家族歴: 他チーム所属のバレーボール選手である一卵性双生児の姉も他院にて肘関節滑膜ヒダ障害に対する切除術を受けていた.

現病歴: 2年前に疲労が蓄積した状態で, スパイクのブロック時に左肘を「もっていかれて」過伸展した後に, 左肘関節の後外側の痛みと腫脹を訴えて当科を受診していた. 診療録上は, 肘関節の可動域に左右差はなかったが, MRIにて腕橈関節後外側の滑膜ヒダの存在が確認されており(図1), 当時は少量のステロイド関節腔内注射にて, 痛みは消退していた.

リーグ戦の後半で, 外国人選手のスパイクをブロックする際に, 左肘をふたたび「もっていかれて」過伸展し, 左肘痛が再燃した. 痛みを自覚したままプレーを続け, 1ヵ月後にリーグ戦が終了し, その後の鍛錬期に入ってから, 左肘の伸展制限と伸展位でのブロック, レシーブでの痛みが増悪し, 当科を受診した.

身体所見: 左肘関節の後外側の痛み・腫脹・圧痛, 他動伸展時痛を認めた. 肘関節可動域は伸展 0° , 屈曲 140° (健側伸展 $+10^{\circ}$, 屈曲 140°)で, 軽度の伸展制限を認め(図2), 左で fringe impingement sign¹⁾が陽性であった.

画像所見: 単純X線像は正常であったが, MRIでは左肘関節後外側にT2強調像・STIR像にて低輝度を示す滑膜ヒダを認め, 腕橈関節に挟まっている像が確認さ



図2 初診時の両肘屈伸可動域
患側左の屈曲(a)・伸展(b), 健側右の屈曲(c)・伸展(d). 屈曲は左右差ないが, 右が 10° 過伸展するのに対して, 左は伸展 0° で伸展制限を認める.

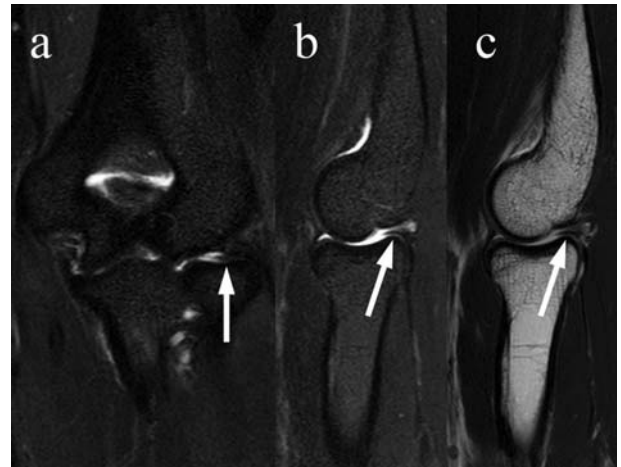


図3 初診時の左肘関節MRI
STIR像冠状断(a), STIR像矢状断(b), T2強調像矢状断(c). 腕橈関節後外側に挟まる低輝度の滑膜ヒダを認める(矢印).

れた(図3).

診断・治療経過: 以上より左肘関節滑膜ヒダ障害と診断し, 関節鏡下滑膜ヒダ切除術を施行した. 本患者は尺骨神経脱臼を呈していたため小皮切を加えて前内側ポータルを作製して関節鏡を挿入, 前方鏡視を行なった. 関節腔前方の軽度の滑膜炎があり(図4a), 滑膜をシェービングした後, 後方鏡視に移った. 腕橈関節後外側に肥

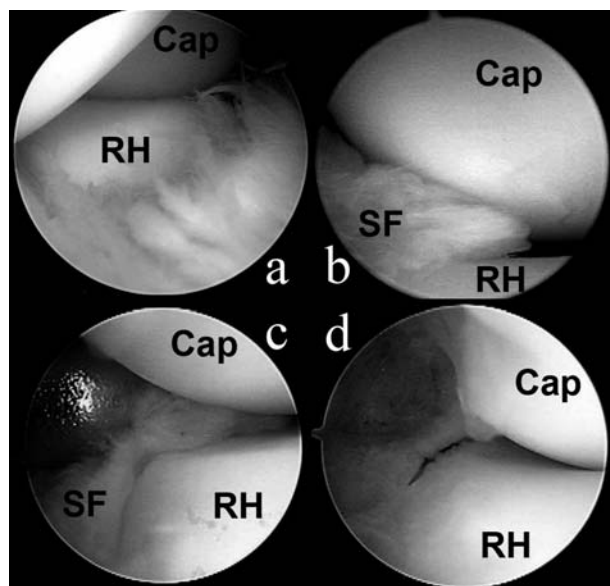


図4 術中所見，前方鏡視(a)と後方鏡視(b-d)
Cap：上腕骨小頭，RH：橈骨頭，SF：滑膜ヒダ．前方鏡視では軽度の滑膜炎を認めた(a)．後方鏡視で腕橈関節に挟まる滑膜ヒダを認め(b)，シェーバーでこれを切除(c)，関節に挟まるヒダ構造を除去した(d)．

厚した半月板様の硬い滑膜ヒダが挟まっているのが確認され(図4b)，これをシェーバーにて切除した(図4c, d)．

術翌日から肘周囲筋のリラクゼーションと可動域訓練を開始した．腕橈関節後外側の痛みはすみやかに消退したが，前方の上腕二頭筋腱膜の肥厚・硬化と，肘伸展時の同部の痛みによって，伸展可動域の改善が遷延した．術後2ヵ月時に，二頭筋腱膜へヒアルロン酸を単回注射したところ，屈側の痛みと伸展可動域が改善した．術後3ヵ月で練習・実戦に復帰し，国際・国内大会で活躍した．術後1年3ヵ月時の肘関節可動域は伸展+5°，屈曲140°と改善し，左右差もほぼ認めなくなった(図5)．

考 察

肘関節滑膜ヒダ障害は，肘関節内腔に張り出したヒダ状の滑膜が主に腕橈関節に挟まることで肘関節外側痛を呈す疾患で，野球などの投球スポーツやゴルフにおけるスポーツ障害として報告されており，直視下・関節鏡下のヒダ切除で良好な成績が報告されている¹⁻⁶⁾．滑膜ヒダは生下時より膜様の組織が介在しており，生後の慢性的な機械的刺激によって組織の肥厚がもたらされるといふ考え方が主流だが⁷⁻¹⁰⁾，本例では異なるチームのバレーボール選手である一卵性双生児の姉も切除を要す滑

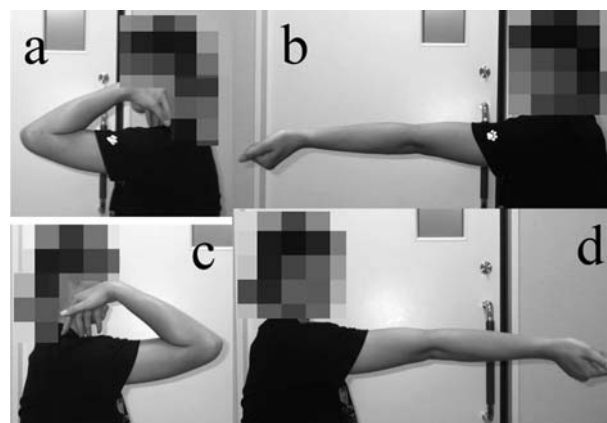


図5 術後1年3ヵ月時の両肘屈伸可動域
患側左の屈曲(a)・伸展(b)，健側右の屈曲(c)・伸展(d)．左肘が5°過伸展するようになり，左右差はほぼ消失した．

膜ヒダ障害で治療歴があることから，発症に先天的な要因が関与していることが示唆され，興味深いところである．

バレーボール競技は肘伸展位でボールを扱う機会が多く，伸展制限と伸展時痛はパフォーマンスの低下に直結する．本例は非利き手側の罹患であったが，ブロックやアンダーレシーブなどの肘伸展位での強打への対処が困難となり，除痛を希望して受診している．

本例は腕橈関節内に嵌頓するような比較的大きな滑膜ヒダの存在が発症前から確認されており，強打に対するブロック動作で過伸展・外反の外力が加わり，小頭・橈骨頭間にヒダが挟まるような微小外傷で炎症・疼痛を生じ，その後も練習と競技を続けたために症状が慢性化したものと考えられる．

鏡視下滑膜ヒダ切除で後外側痛はすみやかに除痛されたが，数ヵ月の経過中に肘関節の屈曲拘縮と，肘伸展に対して拮抗筋となる上腕二頭筋の腱膜が肥厚・硬化し，同部の痛みが遷延したことにより，可動域の改善が遅れたものと考えられる．リハビリテーションとヒアルロン酸の注射療法¹¹⁾を駆使して術後3ヵ月で実戦復帰し，最終成績は良好であった．

外側滑膜ヒダ障害は保存的治療が第一選択であるが，本例のように伸展制限が明らかな場合には，二次的な拘縮が起きる前に，鏡視下滑膜ヒダ切除による外科的介入を検討してもよいと考えられる．

結 語

肘関節伸展制限と過伸展ストレス痛を主訴とし，関節

鏡下滑膜ヒダ切除術で治療したバレーボール選手の肘関節滑膜ヒダ障害の1例を経験した。

文 献

- 1) 秋山 唯ほか：肘関節滑膜ヒダ障害の1例．神奈川整災外研会誌，4：151-153, 2007.
- 2) 折井俊彦ほか：半月板様滑膜ヒダによる肘伸展障害を来した2例．東北整災紀要，34：409-412, 1990.
- 3) Kim DH et al：Arthroscopic treatment of posterolateral elbow impingement from lateral synovial plicae in throwing athletes and golfers．Am J Sports Med, 34：438-444, 2006.
- 4) 有田勲生ほか：反復性亜脱臼と診断されていた elbow synovial fold syndrome の2例．中部整災誌，50：269-270, 2007.
- 5) 山崎哲也ほか：スポーツによる肘関節滑膜ヒダ障害に対する鏡視下手術．JOSKAS, 35：252-253, 2010.
- 6) 宮武和馬ほか：超音波検査が有効であった肘滑膜ヒダ障害の一例．JOSKAS, 39：550-553, 2014.
- 7) Commandre FA et al：Plica synovialis (synovial fold) of the elbow．Report on one case．J Sports Med, 28：209-210, 1988.
- 8) 磯貝 哲ほか：肘関節外側支持機構に関する研究第2報：腕橈関節滑膜ヒダの解剖学的検討．日肘会誌，7：67-68, 2000.
- 9) Duparc F et al：The synovial fold of the humeroradial joint：anatomical and histological features, and clinical relevance in lateral epicondylalgia of the elbow．Surg Radiol Anat, 24：302-307, 2002.
- 10) 中川広志ほか：上腕骨外側上顆炎に対する鏡視下手術のための解剖学的検討．日肘会誌，15：75-77, 2008.
- 11) 辻野昭人ほか：上肢のスポーツ障害に対するヒアルロン酸投与の実際・経験：肘・手スポーツ障害に対するヒアルロン酸の効果．臨スポーツ医，20：993-997, 2003.

成長期スポーツ選手の膝痛に関連する因子

What are the Factors which are Related to the Knee Pain of the Young Athletes?

木島 泰明^{1,2)} Hiroaki Kijima
齊藤 英知^{1,2)} Hidetomo Saito
大内賢太郎²⁾ Kentaro Ohuchi

藤井 昌^{1,2)} Masashi Fujii
斉藤 公男^{1,2)} Kimio Saito
島田 洋一^{1,2)} Yoichi Shimada

● Key words

Sports injury : Medical check : Knee pain

●要旨

目的：成長期スポーツ選手に多い膝痛に関連するメディカルチェック項目を明らかにすることを目的とした。

方法：強化指定中学生 301 名の関節可動域および弛緩性, finger floor distance, 腰椎伸展時の腰痛, heel buttock distance, too many toes sign, straight leg raising angle および超音波エラストグラフィでの大腿四頭筋腱移行部の弾性を計測し, 膝痛の有無に分けて統計解析を行なった。

結果：膝痛に対するオッズ比は too many toes sign が 0.75, 腰椎伸展時腰痛が 3.60, 大腿四頭筋腱移行部弾性が 2.42 だった。

結論：成長期アスリートの膝痛に関連したのは too many toes sign, 腰椎伸展時腰痛, 大腿四頭筋腱移行部弾性であった。Too many toes sign があるほど膝痛がある確率は少なく, 大腿四頭筋腱が硬いほど膝痛のある確率が高かった。

はじめに

スポーツによる障害を予防, あるいは早期発見し, 将来のスポーツや日常生活に支障が出る前に対処することが成長期スポーツ選手に対するメディカルチェックの目的である。

しかし, そのためのチェック項目として何が有効かについては明らかではない。また, メディカルチェックで所見があった場合, どの項目から介入することがスポーツ障害予防につながりやすいのかについても明らかになっていない。

実際にスポーツ障害を発症し問題となるのは障害部位

の痛みである。痛みが出現する前の段階で発見し対処することが最終目標であるが, すでに体のどこかにスポーツ時の痛みを自覚していれば, 同部の障害を引き起こしている, あるいは今後引き起こす可能性が高い状態であると予測される。

さらに, それらの痛みや障害の要因が障害部位とは異なる部位に存在することもまれではない。上肢の障害要因が下肢・体幹のタイトネスにあることもあり, また, たとえば膝に停止する大腿四頭筋の硬さが膝以外の痛みとも関連していることなども報告されている¹⁾。

そこで今回われわれは, 成長期スポーツ選手に多い膝の痛みに影響する因子を調査した。

木島泰明
〒010-8543 秋田市本道 1-1-1
秋田大学大学院医学系研究科医学専攻機能展開医学系
整形外科科学講座
TEL 018-884-6148

1) 秋田大学大学院医学系研究科医学専攻機能展開医学系整形外科科学講座
Department of Orthopedic Surgery, Akita University Graduate School of
Medicine
2) Akita Sports, Arthroscopy, and Knee Group (ASAKG)

対象と方法

対象は、2013年6月～2016年11月までに秋田県体育協会が指定したスポーツ強化指定中学生301名(男子174名、女子127名、1年生117名、2年生98名、3年生86名)とした。対象者の競技種目はスキー、水泳、陸上、剣道、柔道、テニス、バドミントン、スケート、レスリング、バスケットボール、卓球、カヌー、ソフトボール、サッカー、フェンシング、ハンドボール、ラグビー、相撲、空手、射撃、体操であった。

まず事前にアンケート形式で「痛み」の有無や部位、またこの1年間の身長伸び(cm)を確認したうえで、メディカルチェックを施行した。メディカルチェックでは、肩・肘・膝・股関節の関節可動域を計測したのちに、関節弛緩性、finger floor distance, heel buttock distance, too many toes sign, straight leg raising angleを調査した。

肘と膝の可動域に関しては、伸展0°未満、屈曲145°未満をそれぞれ伸展制限あり、屈曲制限ありと記録した。そして、後の単変量解析では、左右どちらか一方でも伸展制限または屈曲制限がある場合には、その選手は伸展制限あり、または屈曲制限ありとして統計処理を行った。

関節弛緩性の測定には中嶋²⁾による全身関節弛緩性検査を用いた。これは全身の主要な7つの関節(肩、肘、手、脊柱、股、膝、足)における弛緩性について視診と角度計を用いてそれぞれ「あり(陽性)」か「なし(陰性)」かの評価をする方法である。

Too many toes signは、選手に立位を取ってもらい検査者が後方から足趾を確認し、下腿の外側に足趾(第Ⅳ・Ⅴ趾)が何本みえるかを判定し記録した。またtoo many toes signなど左右のある項目は両側に対しチェックを行ない、統計解析には両側の合計した数値を使用した。

また腰椎分離症などの検出のために、疼痛誘発テストとして「腰椎伸展時の腰痛の有無」も確認し記録した。

そして最後に超音波検査を行なった。超音波検査では、はじめに成長発達段階の確認を行ない、次いで超音波エラストグラフィによる筋・腱の弾性評価、最後に痛みのある部位の検査を施行した。

成長発達段階の確認は脛骨粗面で行ない、発達段階を6段階に分類することでgrowth spurtも予測できる方法³⁾を用いた。

超音波エラストグラフィには、超音波プローブで組織を圧迫したときの組織のひずみ量から組織の硬さを評価する方法^{4,5)}と剪断弾性波速度を用いて生体の組織弾

性を評価する方法⁶⁾の2種類あるが後者の再現性がより高い⁷⁾ため、本研究ではこちらを採用した。

測定は、座位で、股関節90°屈曲・膝関節90°屈曲位で施行した。測定時には、なるべくリラックスして下肢の力を抜くように対象に指示をして行なった。

超音波画像は、大腿四頭筋の筋腱移行部を長軸で描出したのち、超音波パルス照射を行なって大腿四頭筋の筋腱移行部全体の剪断弾性波速度を画像化したうえで、2mm×2mmの関心領域を大腿四頭筋の筋腱移行部に4か所ランダムに設定し、その4か所の剪断弾性波速度の平均値を計測値とした。この方法は、多部位で再現性が確かめられた方法であり⁷⁾、大腿四頭筋の筋腱移行部での計測の報告もある¹⁾。なお、本研究では利き足側のみの大腿四頭筋の筋腱移行部の弾性を計測した。

そして、左右どちらか、または両側の膝に痛みを感じながら競技を行なっている選手と、練習や競技時に左右どちらの膝にも痛みを感じないと答えた選手に分け、膝痛の有無に関連する因子を単変量ロジスティック解析で検出した。さらに、この単変量ロジスティック解析で有意と判定された項目に関して、多変量ロジスティック解析を行ない、スポーツ時の膝痛に関連する因子とそのオッズ比を算出した。

結 果

膝痛のあった選手は301名中44名(14.6%)であった。

単変量ロジスティック解析の結果、too many toes sign、腰椎伸展時の腰痛の有無、膝屈曲可動域制限の有無、大腿四頭筋腱移行部の剪断弾性波速度の4項目に膝痛の有無と有意な関連を認めた(表1, 2)。この4項目で多変量ロジスティック解析を行なったところ、膝痛に対するオッズ比はtoo many toes sign左右合計数上昇が0.75、腰椎伸展時の腰痛ありが3.60、膝屈曲可動域制限ありが2.46、大腿四頭筋腱移行部の剪断弾性波速度上昇が2.42であった(表3)。

Too many toes sign左右合計数が3以下の選手と4以上の選手の股関節外旋可動域を比較すると3以下の選手の股関節外旋可動域が $55 \pm 14^\circ$ なのに対し、4以上の選手は $62 \pm 11^\circ$ と有意に股関節外旋可動域が大きかった($p < 0.0001$)がその他の項目に両者の差は認めなかった。

考 察

成長期スポーツ選手の膝痛と関連する因子について多変量解析を用いて調査した報告は過去にない。今回われ

表1 スポーツ時の膝痛に関連する因子(1)

Heel-buttock distance も膝痛と有意な関連は認めなかった.

項目	Odds Ratio	95 % CI min.	95 % CI max.	p value
発達段階	1.1919	0.7326	1.9394	0.47958
身長伸び	1.0888	0.9747	1.2164	0.13208
競技歴	0.9246	0.7916	1.0798	0.32203
Heel-buttock distance	1.0525	0.9968	1.1114	0.06524
肩関節外旋可動域 (利き手)	0.981	0.9453	1.0181	0.31146
(非利き手)	0.9941	0.9601	1.0294	0.74084
肩関節内旋可動域 (利き手)	1.0061	0.9839	1.0288	0.59305
(非利き手)	1.0016	0.9785	1.0253	0.8906
股関節外旋可動域 (利き手)	0.9871	0.9647	1.01	0.26745
(非利き手)	0.9905	0.9675	1.0141	0.4279
股関節内旋可動域 (利き手)	0.999	0.9818	1.0166	0.91382
(非利き手)	0.9964	0.9777	1.0154	0.70846

(単変量ロジスティック解析)

表2 スポーツ時の膝痛に関連する因子(2)

膝屈曲制限, 腰椎伸展時の腰痛, too many toes sign, 大腿四頭筋腱移行部の剪断弾性波速度が有意にスポーツ時の膝痛と関連した.

項目	Odds Ratio	95 % CI min.	95 % CI max.	p value
Straight leg raising 角	0.9992	0.988	1.0105	0.8879
膝伸展制限あり	1.9921	0.389	10.2011	0.40824
膝屈曲制限あり	2.6599	1.27	5.5707	0.00949
肘伸展制限あり	1.000	0.00	inf.	0.98605
肘屈曲制限あり	1.7744	0.6728	4.68	0.119
腰椎伸展時の腰痛あり	4.2143	1.8943	9.3754	<0.001
Too many toes sign	0.7963	0.6837	0.9929	0.043
踵を付けてしゃがめない	0.6526	0.325	1.3105	0.23024
Finger-floor distance	1.5402	0.755	3.1419	0.23509
関節弛緩性因子陽性項目数	0.8758	0.6992	1.0971	0.24862
剪断弾性波速度 (四頭筋腱)	2.6145	1.7547	3.8956	<0.001

(単変量ロジスティック解析)

表3 スポーツ時の膝痛に関連する因子(多変量解析)

膝屈曲制限, 腰椎伸展時の腰痛, too many toes sign, 大腿四頭筋腱移行部の剪断弾性波速度が有意にスポーツ時の膝痛と関連した.

項目	Odds Ratio	95 % CI min.	95 % CI max.	p value
膝屈曲制限あり	2.46	1.0322	5.8624	0.04219
腰椎伸展時の腰痛あり	3.6011	1.4578	8.8955	0.00549
Too many toes sign	0.7486	0.5801	0.9661	0.0223
剪断弾性波速度 (四頭筋腱)	2.4237	1.5889	3.6971	<0.001

(多変量ロジスティック解析)

われは腰椎を伸展させたときの腰痛の有無や too many toes sign, また超音波エラストグラフィーを用いて定量的に評価した大腿四頭筋腱移行部の弾性が成長期アスリートの膝の痛みと有意な関連があることを明らかにした.

とくに腰椎を伸展させたときの腰痛がある選手は膝痛

のある確率が3.6倍であったことから, 痛みなどのために十分に腰が伸展できないと膝に障害を及ぼす可能性も推測された. しかし, 逆に膝の痛みが腰に影響している可能性もあり, 腰椎伸展時の腰痛とスポーツ時の膝痛との直接的な因果関係を示すためにはより多くの対象者での別の検討も必要である.

また、扁平足のスクリーニングとして用いられる too many toes sign^{8~10)} が大きい選手では膝痛がある確率が低いという結果であった。本研究で用いた見方による too many toes sign が大きいという所見が扁平足以外の要因を検出していた可能性が考えられるため、この事実には必ずしも扁平足が痛みの予防に有利であるという結論にはならない。本研究では、選手に「自然な姿勢」で立位を取ってもらいその状態で検者が後方から足趾を確認し、下腿の外側に足趾(第Ⅳ・Ⅴ趾)がみえるかみえないかを判断しているのみであり、扁平足に伴ってみえているかどうかについては確認していない。そして、too many toes sign が大きい選手のほうがそうでない選手と比較して股関節外旋可動域が有意に大きかったことから、今回の too many toes sign でみているのは立位での股関節の回旋角度であった可能性がある。つまり、股関節回旋可動域が大きいほどスポーツ時の膝痛の予防に有利であるのかもしれない。しかしいずれにしても本研究で用いた見方による too many toes sign が大きいという所見が膝痛を生じにくくしている要因であることが示された。

また以前より、体の硬さがスポーツ障害の要因であると報告されてきた¹¹⁾。しかし、今までは体の硬さを定量的に評価することは困難であり、関節可動域や各種理学所見で代用されてきたが、本研究では超音波エラストグラフィを用いることで非常に簡便に組織の硬さを定量化することができた。超音波エラストグラフィで計測した筋腱移行部の硬さがスポーツ時の痛みと関連することは過去の文献¹⁾でも報告されているが、今回これが多変量解析した結果としても明らかになったことから、他の因子とは独立して膝痛に関与するということが示唆された。本研究では finger floor distance, heel buttock distance, straight leg raising angle など、以前より用いられてきた筋タイトネステストも施行しているが、対象集団がスポーツ強化指定選手というエリートアスリートなため、同世代の一般アスリートに比べ、筋腱のタイトネスに問題がなかったために、差が出なかった可能性も考えられる。このようなエリートアスリートに対しては超音波エラストグラフィなどを用いて局所の筋腱の硬さを定量的に評価することが必要かもしれない。

本研究の問題点の1つは競技特性に関して調査できていないことである。今後、より規模の大きい調査を行ない、どの競技においても同様の傾向が言えるか否かについてのさらなる調査をすることで、よりきめ細かいメディカルチェックが可能となる見込みである。

本研究のもう1つの問題点は大腿四頭筋の筋腱移行部のみの弾性を評価しており、他部位の評価を行なってい

ない点である。成長期のアスリートが痛みを訴える部位としては膝付近が多く、なかでもオスグッドシュラッター病などの大腿四頭筋の硬さとの関連が予想されるものが多いこと、および多人数を一度に検査するメディカルチェックの現場において、超音波プローブを当てるために露出しやすいことを考えて、過去の報告でもこの部位での検査が行なわれている¹⁾。そして、膝以外に痛みのあるアスリートでも大腿四頭筋の剪断弾性波速度が速い、つまり大腿四頭筋が固い傾向にあることなども報告されている¹⁾ことから、複数の部位の弾性を評価せず、一カ所のみの評価でも「からだ全体のかたさ」がある程度推測できる可能性も考えられる。しかし、競技種目の特性やターゲットとするスポーツ障害の種類によっては他の部位を測る必要もあり、測定方法のみではなく測定部位についても今後の研究が必要である。

今後、メディカルチェックを受けたアスリートのその後の状況も追跡調査することで、どの種目のどのスポーツ障害には、どのようなリスクが存在するのかについてのエビデンスを集積する必要もある。その結果、より明確な障害予防基準、あるいは障害からの復帰基準の作成につながる可能性も考えられる。

そして、本研究は成長期アスリートの膝痛に影響する因子に関して、剪断弾性波計測による弾性評価を含んだ多数の因子について解析を行なったのはじめての報告であり、より詳細なスポーツ障害予防に向けたメディカルチェック項目選定を考えるために有用な知見といえる。

結 論

- ・成長期スポーツ選手の膝の痛みの有無に関連する項目は too many toes sign, 腰椎伸展時腰痛, 膝屈曲可動域制限, 大腿四頭筋腱移行部の弾性であった。
- ・Too many toes sign が大きいほど膝痛がある確率は少なく、大腿四頭筋腱移行部が固いほど膝痛を感じている可能性が高かった。
- ・膝痛を生じやすい成長期アスリートでは上記のような項目に注意したメディカルチェックが有効と考えられた。

文 献

- 1) 木島泰明ほか：アスリートに対する超音波エラストグラフィを用いたメディカルチェック スポーツ障害による痛みと筋・腱の弾性との関連. JOSC-KAS, 40 : 878-882, 2015.
- 2) 中嶋寛之：スポーツ整形外科メディカルチェック.

- 臨スポーツ医, 2 : 735-740, 1985.
- 3) 木島泰明ほか : 成長期のスポーツ障害予防のための新しいアプローチ—軟骨内血流のリアルタイム評価—. 整スポ会誌, 29 : 31-36, 2009.
 - 4) Shiina T et al : Real time tissue elasticity imaging using the combined autocorrelation method. J Med Ultrason, 29 : 119-128, 2002.
 - 5) Kijima H et al : Elasticity of the coracoacromial ligament in shoulders with rotator cuff tears : measurement with ultrasound elastography. Surgical Science, 4 : 1-5, 2013.
 - 6) Zhai L et al : An integrated indenter-ARFI imaging system for tissue stiffness quantification. Ultrason Imaging, 30 : 95-111, 2008.
 - 7) 木島泰明ほか : 超音波エラストグラフィーによる筋・腱の弾性評価の信頼性. JOSKAS, 39 : 953-957, 2014.
 - 8) Johnson KA : Tibialis posterior tendon rupture. Clin Orthop Relat Res, 177 : 140-147, 1983.
 - 9) Myerson MS : Adult acquired flat foot deformity. J Bone Joint Surg Am, 78 : 780-792, 1996.
 - 10) Bubra PS et al : Posterior tibial tendon dysfunction : an overlooked cause of foot deformity. J Family Med Prim Care, 4 : 26-29, 2015.
 - 11) Hawkins D et al : Overuse injuries in youth sports : biomechanical considerations. Med Sci Sports Exerc, 33 : 1701-1707, 2001.

高校野球選手における過去の肩肘痛と投球時上肢しびれの調査 —メディカルチェックでの身体機能との関連と合わせて—

A Survey of the Relationship between Past Shoulder or Elbow Pain and Present Upper-limb Numbness in Throwing or Physical Function by the Medical Check in High School Baseball Player

内田 拓実 ¹⁾	Takumi Uchita	飯島 裕生 ²⁾	Yuki Iijima
倉品 渉 ³⁾	Wataru Kurashina	伊澤 一彦 ⁴⁾	Kazuhiko Izawa
矢野雄一郎 ⁵⁾	Yuichiro Yano	笹沼 秀幸 ⁶⁾	Hideyuki Sasanuma

● Key words

肩・肘痛の既往歴, しびれ, 高校生

●要旨

高校生硬式野球選手における肩・肘痛の既往と身体機能および神経障害所見との関連について調査した。対象は、2016年12月～2017年2月に行なわれたメディカルチェックに参加した高校生硬式野球選手282名とした。アンケートにて肩・肘痛の既往と上肢しびれの自覚を調査し、理学所見として尺骨神経 Tinel's sign, Wright test, Morley test および、上肢・体幹・下肢の機能評価を行なった。結果、肩・肘痛の既往がある選手は、両側のピンチ力が有意に低値で投球側握力は有意に高値を示した。また、それらの群では投球時に上肢のしびれを自覚する割合と尺骨神経 Tinel's sign 陽性者が有意に高値であった。肩・肘痛の既往と上肢の神経学的異常が関連しあっている可能性が考えられた。

はじめに

栃木県では、2015年10月に設立した「NPO 法人 野球医療サポート栃木(Medical support baseball player :

MSBP)」が県内野球選手の野球検診・メディカルチェックを行なっている。

高校生硬式野球選手において、肩・肘痛の既往は身体機能に影響を及ぼす危険因子とされている^{1~3)}。

一方、近年では胸郭出口症候群や尺骨神経障害など上

内田拓実

〒329-0431 下野市薬師寺 3221-3

薬師寺運動器クリニック

TEL 0285-44-6100/FAX 0285-44-1301

E-mail takumi.0713@gmail.com

1) 薬師寺運動器クリニックリハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Yakushiji Musculoskeletal Clinic

2) 自治医科大学整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Jichi Medical University

3) 自治医科大学大学院医学研究科

Department of Medical Research, Graduate School of Jichi Medical University

4) 薬師寺運動器クリニック整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Yakushiji Musculoskeletal Clinic

5) 獨協医科大学日光医療センター整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Dokkyo Medical University Nikko Medical Center

6) とちぎメディカルセンターしもつが整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Tochigi Medical Center Shimotsuga



図1 身体機能評価

a : Maximam external rotation(MER)角の測定肢位, b : 肩関節 2nd外旋 (2nd ER)角の測定肢位, c : 肩甲骨柔軟性の測定肢位, d : Straight leg raising(SLR)角の測定肢位, e : Hip internal rotation(HIR)角の測定肢位, f : Finger-floor distance(FFD)の測定肢位, g : 握力, h : ピンチ力.

肢のしびれを伴う野球障害の報告も散見されるが⁴⁻⁶⁾, 肩・肘障害と神経障害所見に関するメディカルチェックの報告はみられていない.

本研究の目的は, 高校生硬式野球選手における肩・肘痛の既往と身体機能および神経障害所見との関連を調査することである.

対象および方法

対象は 2016 年 12 月~2017 年 2 月に栃木県高校野球連盟の協力により行なわれた高校生メディカルチェックに参加した高校硬式野球部員 282 名(60 校)である.

背景因子として, 年齢, 身長, 体重, 野球開始年齢, 練習日数(週), 練習時間(平日), 練習時間(休日), ポジション(投手, 捕手, その他), 2 週間以上練習を休むような肩・肘痛の既往の有無, 投球中もしくは投球後に腕から手に生じるしびれの有無を調査した.

身体機能評価では(図 1), ①上肢・体幹機能として, MER(maximum external rotation), 2nd 外旋(肩関節 2nd 外旋可動域), 肩甲骨柔軟性, ②下肢柔軟性として, SLR(straight leg raising), HIR(hip internal rotation), FFD(finger-floor distance), ③前腕機能として, 握力, ピンチ力(母指/小指ピンチ力)を測定し, 神経障害所見として, 尺骨神経 Tinel's sign, Morley test, Wright test を測定した. 評価方法として, MER は立位肩関節外転 90°にて自動で胸を張った状態から他動的に肩関節

最大外旋位に誘導した際の床面と前腕のなす角度を測定し, 肩甲骨柔軟性は両母指を L5 棘突起に当て, 他動的に両肘を引き寄せたときの肘頭間の距離を測定した. 2nd 外旋, HIR は日本リハビリテーション医学会の定めた方法⁷⁾に基づき角度を測定し, SLR, FFD は整形外科疾患検査方法⁸⁾に基づき, 角度と距離を測定した. 握力は新体力テスト実施要項⁹⁾の方法に従い, ピンチ力はピンチ計を用い, 肘屈曲位, 前腕中間位にて母指と小指の対立動作を測定した. 神経障害所見は整形外科疾患検査方法⁸⁾に基づきしびれの有無を測定した.

評価項目は, 肩・肘痛の既往がある選手(以下: 既往群)と肩・肘痛の既往がない選手(以下: 対象群)の 2 群間での身体機能評価と神経障害所見の各項目の比較とした.

統計学的検討は, 連続変数に対しては Wilcoxon 順位和検定, 名義変数に対しては χ^2 検定を用い, $p < 0.05$ を有意差ありとした.

結 果

肩・肘痛の既往群は 228 名(80%), 対象群は 54 名(20%)であった. 既往群と対象群における背景因子の比較を表 1 に示す. 既往群においては休日の練習時間が有意に長かった($p = 0.02$).

身体機能の比較では, 既往群において両側のピンチ力が有意に低値を示し(投球側 $p < 0.05$, 非投球側 $p <$

表1 2群間における背景因子の比較

既往群において、休日の練習時間が有意に長かった。

	既往群 (n=228)	対象群 (n=54)	p-value
年齢 (歳)	16 (16-17)	16 (16-17)	0.56
身長 (cm)	172 (168-175)	172 (168-177)	0.5
体重 (kg)	67 (60-73)	68 (62-73)	0.6
野球開始年齢 (歳)	9 (8-9)	9 (8-9)	0.65
練習日数/週 (日)	6 (6-7)	6 (6-7)	0.54
練習時間/平日 (時間)	4 (3-4)	3.3 (3-4)	0.07
練習時間/休日 (時間)	7 (6-8)	6 (5-7)	0.02*
ポジション	投手 105 名, 捕手 25 名, その他 98 名	投手 28 名, 捕手 2 名, その他 24 名	0.25

* $p < 0.05$

表2 2群間における身体機能の比較

既往群において、両側のピンチ力が有意に弱く、投球側の握力が有意に強かった。

	既往群 (n=228)	対象群 (n=54)	p-value
FFD (cm)	6 (0.5-11)	5 (0.1-10)	0.64
HIR 投球側 (°)	35 (30-61)	33 (25-45)	0.36
HIR 非投球側 (°)	40 (30-45)	35 (30-45)	0.35
SLR 投球側 (°)	70 (65-80)	70 (65-80)	0.87
SLR 非投球側 (°)	74 (65-80)	70 (65-80)	0.86
2 nd 外旋 (°)	125 (115-135)	120 (115-135)	0.53
MER (°)	140 (135-155)	140 (130-154)	0.59
肩甲骨柔軟性 (cm)	20 (13-26)	20 (11-26)	0.5
握力投球側 (kg)	40 (36-44)	38 (35-41)	0.04*
握力非投球側 (kg)	39 (35-43)	38 (35-40)	0.052
ピンチ力投球側 (kg)	2.0 (1.5-2.6)	2.5 (2.0-3.0)	0.03*
ピンチ力非投球側 (kg)	2.0 (1.5-3.0)	2.7 (2.0-3.0)	0.01*

* $p < 0.05$

表3 2群間における神経障害所見の比較

既往群において、投球時に上肢のしびれを自覚する割合と、尺骨神経の Tinel's sign 陽性者が有意に多かった。

	既往群 (n=228)	対象群 (n=54)	p-value
投球時上肢しびれの自覚	しびれあり 65 名, しびれなし 163 名	しびれあり 6 名, しびれなし 48 名	0.008*
尺骨神経の Tinel's sign	陽性 48 名, 陰性 180 名	陽性 4 名, 陰性 50 名	0.02*
Wright test	陽性 8 名, 陰性 220 名	陽性 2 名, 陰性 52 名	0.94
Morley test	陽性 9 名, 陰性 219 名	陽性 1 名, 陰性 53 名	0.69

* $p < 0.05$

0.01), 投球側の握力が有意に高値だった ($p < 0.05$).
その他の身体機能に統計学的な有意差はみられなかった (表 2).

神経障害所見の比較では、アンケート結果から投球時の上肢しびれの割合は既往群が 65 名 (28.5%), 対象群が 6 名 (11.1%) であり、既往群においてしびれの割合が有意に高値であった ($p < 0.01$). さらに、尺骨神経 Tinel's sign 陽性者数は既往群で 48 名 (21%), 対象群で 4 名 (7%) であり、既往群において陽性者の割合が有意

に高値であった ($p < 0.05$) (表 3).

考 察

高校球児のメディカルチェックに関する報告では、全体の 70% 前後に肩・肘痛の経験があると報告されており^{10,11)}, われわれの結果も同等だった。

投球障害と練習時間についてはいくつか報告がある^{3,12)}. 本研究でも既往群において休日の練習時間が有

意に長く、先行報告と同様、投球障害と練習量の関連が示唆された。

投球障害としびれの関係に関して、岩堀ら⁶⁾は肩・肘痛を訴えるオーバーヘッドスポーツ選手の8.1%に胸郭出口症候群の関与を認めたとし、大歳ら¹³⁾は野球選手の胸郭出口症候群の73%が肩痛、69%が肘痛を自覚し、42%に尺骨神経障害の合併があったと報告している。本研究では、既往群において投球時の上肢しびれを自覚する選手が28.5%もの選手にみられ、尺骨神経のTinel's sign 陽性者が21%もの選手にみられた。これらのことから、肩・肘痛を経験した選手の中には、神経学的異常が関連していた可能性のある選手が一定の割合で認められ、肩・肘痛の既往をより詳細に評価したうえで、しびれとの関連を調査する必要があると考える。

投球障害とピンチ力・握力との関連に関して、本研究では既往群において両側のピンチ力が有意に低値を示した。投球障害と握力・ピンチ力に関する報告は、散見されるものの^{14~17)}、肩・肘痛の既往との関係についての報告はなく、肩・肘痛の既往がピンチ力低下に影響する可能性が示唆された。

また、既往群において投球側の握力が有意に高値を示したことについては、肩・肘痛において握力が増加するという報告は認めなかったことから、今後の縦断的な調査を踏まえさらに検討が必要と考える。

本研究の限界として、しびれの有無における身体機能の特徴を調査していないこと、そして、しびれの分布や電気生理検査は行なっておらず、しびれがパフォーマンスにどの程度影響を及ぼしているのかも不明である。また、肩・肘痛の既往歴についても、より詳細な聴取が必要である。今後のメディカルチェックでは、しびれと身体機能の関係やしびれの領域など、縦断的な調査を行なうことで、肩・肘障害としびれとの関連をさらに詳細に追究する必要があると考える。

結 語

過去に肩・肘痛を経験した選手では、両側のピンチ力が有意に低下し、尺骨神経 Tinel's sign 陽性者の割合と、投球時に上肢のしびれを自覚する選手の割合が有意に多かった。

文 献

- 1) 笹沼秀幸ほか：栃木県における新人高校生投手の肩・肘障害の特徴。日臨スポーツ医学会誌，23：538-

- 541, 2015.
- 2) 石井壮郎ほか：高校野球選手においてメディカルチェックから投球障害の発症を予測できるか？ 日臨スポーツ医学会誌，18：448-445, 2010.
- 3) 飯島裕生ほか：高校硬式野球部1年生における肩・肘障害と肘障害経験率の調査—栃木県内43校，192名に対する検診結果より—。日肘会誌，in press.
- 4) 名越 充ほか：投球障害に潜在する胸郭出口症候群—潜在度と臨床的特徴—。肩関節，41：538-540, 2017.
- 5) 南 昌孝ほか：高校野球選手における胸郭出口症候群—疫学調査と病態の検討—。肩関節，41：541-544, 2017.
- 6) 岩堀裕介ほか：オーバーヘッドスポーツ選手の肩肘痛における胸郭出口症候群の関与と治療成績。肩関節，37：1167-1171, 2013.
- 7) 米本恭三ほか：関節可動域表示ならびに測定法（平成7年4月改定）。リハ医，32：207-217, 1995.
- 8) 松澤 正：理学療法評価学。改訂第3版，金原出版社，東京：57-91, 2016.
- 9) 文部科学省：新体力テスト実施要項。
- 10) 濱田孝喜ほか：高校野球選手における肩障害の存在率と予防策の実施状況：アンケート調査。理学療法学，41：1577, 2013.
- 11) 大倉俊之ほか：宮崎県高校野球選手に対する傷害調査。整外と災外，52：287-289, 2003.
- 12) 松浦哲也：少年野球選手の肘関節痛発症に関する前向き調査 危険因子の検討とガイドラインの検証。整スポ会誌，32：242-247, 2012.
- 13) 大歳憲一ほか：野球選手の胸郭出口症候群の特徴と術後成績の検討。整スポ会誌，31：142-148, 2011.
- 14) 石原祐司ほか：投球障害を有する投手の握力及びピンチ力の検討。九州山口スポーツ医研会誌，18：30-32, 2006.
- 15) 宮下浩二：肘関節のスポーツ外傷・障害再発予防への理学療法の取り組み。理学療法，26：409-416, 2009.
- 16) 江部晃史ほか：投球肘障害選手の上肢機能について第2報—高校野球選手におけるピンチ力・握力の傾向に着目して—。日本理学療法学会大会，抄録集，39：Ca939, 2012.
- 17) Harada M et al：Risk factors for elbow injuries among baseball players. J shoulder Elbow Surg，19：502-507, 2010.

GOTS/JOSSM/KOSSM traveling fellowship 報告記

大阪市立大学整形外科 橋本 祐介
昭和大学整形外科 藤巻 良昌

はじめに

このたび 2017 年度 GOTS/JOSSM/KOSSM traveling fellow として選出して頂き、5 月 26～6 月 26 日までの 1 ヶ月間を、ドイツ、オーストリア、スイス、ルクセンブルグの 4 ヶ国、9 都市、13 施設を訪問研究させて頂きましたのでご報告致します。メンバーは日本 JOSSM から藤巻良昌(昭和大学)と橋本祐介(大阪市立大学)、韓国 KOSSM から Ki-Sun Sung (Sungkyunkwan University, Seoul) と BiO Jeong (Kyung Hee Medical University) の計 4 名でした。

GOTS と GOTS/JOSSM/KOSSM traveling fellowship の歴史

GOTS とは Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin の略で、1986 年に設立されたドイツ語圏内のスポーツ医学会です。JOSSM/KOSSM との交換訪問研修制度は 1991 年にアジアから 4 名のフェローがヨーロッパを訪問して以来、一年おきにお互いのフェローを交換しています。JOSSM での選考は英語でのプレゼンテーションと質疑応答でした。あとから聞いた話では、「橋本は業績は申し分ないが英語がちょっとね、藤巻は当日のプレゼンが一番よかった。お互いで補い合って頑張ってきてほしい」とのことでした。

Traveling fellow 参加準備

過去にフェローとして参加された先生方に連絡を取り、服装やお土産、ジョギングシューズは必須であること(?)、などさまざまなアドバイスを頂きました。また、直前に開催された日本整形外科学会会期中に日本人フェロー 2 人で事前打ち合わせを行ないました。お互い昨年度から同じ JOSSM 学術委員を拝命しておりながら、ゆっくり話すのはこの時が初めてでした。

いざドイツへ：フランクフルト

GOTS からは出発前のほんの数日前にプログラムが

送られてきたため、プリントアウトして持参する程度しか準備できずにドイツ便に搭乗しました。フランクフルト空港に到着すると、とてもフランクな感じのお迎えがあり、緊張していた私たちをとて癒してくださいました。2 時間ほど後には KOSSM フェローの便も到着し、さっそく本 fellowship のゴッドファーザーである Prof. Dr. Martin Engelhardt 先生とのミーティングと夕食に向かいました。フランクフルトでは同時期にドイツ南アフリカ間の traveling fellow も来独しており、フェローが計 6 人の大所帯でした。滞在中は Engelhardt 先生が自ら自分の車を運転して私たちをドイツの歴史に触れる旅にご案内くださいました。また、Engelhardt 先生はトライアスロンのナショナルチームドクターもされており、朝のジョギング行事はやはり必須でありました(なんと韓国フェローは不参加)(写真 1)。

旅の日常

4 週間の間に 9 都市、13 施設の訪問ですので、1 都市を 3 日程度で 2～3 施設を見学し、1 日移動すると 1 週間が終わる計算となります。完全オフ日は 4 週間の内 1 日だけのハードスケジュールでした。1 日の基本スケジュールは朝 7 時前後にホテルを出発、朝のカンファレ



写真 1 朝のジョギング

左から Dr.Brinkmeier (2016 GOTS fellow), 橋本, 南アフリカ fellow, Prof. Engelhardt, Dr. Grim (2010 GOTS fellow), 藤巻

ンスに出席しプレゼンテーション、施設見学、手術見学、市内見学などがあります。そしてそのまま dinner に突入し、デザートまで頂き、夜 10 時過ぎにホテルに戻るという生活でした。服や下着はその合間に手洗い洗濯し、部屋干しで凌ぎましたが、ホテル自体は 1 名 1 室で用意されており比較的快適な夜を過ごせました。

ミュンヘン

ミュンヘンはオクトーバーフェストという世界的なビールのイベントが開催される大変ビールが有名な都市です。またドイツ南部としての誇りも高く、自分たちのことをバーバリアンと呼んでいました。バーバリアン・モーター・ワークス(自動車の BMW)の本社ミュージアムもありました。ミュンヘン大学は都会に位置しながら広大な土地に病院や研究施設を持ち、ランチをする公園までありました。人工関節の摩耗の研究や軟骨培養移植を積極的に行っているとのことでした。

余談ですが、ドイツ人はとにかく歩き回るのが好きなようです。2 km は近所、4 km はちょっと遠いかな、ぐらいの感覚ですので 20 分歩くことは普通で、一切タクシーは使うことはありませんでした。滞在中最大 1 日 15 km 歩くこともあり、とても健脚になって帰って参りました。

レーゲンスブルグ

レーゲンスブルグはミュンヘンから車で約 2 時間離れた小さな町です。ちょうど私たちの訪問時にレーゲンスブルグ大学主催のスポーツ研究会が開催されていたので、そのうち 1 日に参加させて頂きました。この研究会はカヌー、テニス、マウンテンバイク、ゴルフにまつわるスポーツ医学の講演とケーススタディのほかに、スポーツ実技の時間もあるユニークなものでした。私たちの参加した日はゴルフがテーマで、レッスンプロから青空の下でスイングの指導を受けました。

ザルツブルグ (オーストリア)

ミュンヘンとザルツブルグ間は高速鉄道で 2 時間程度でした。移動中には前の都市で撮影した写真をフェロー同士でシェアしたり、旅の記録や、たまったメールのやり取りをしたりする貴重な作業時間でした。ザルツブルグ駅にはホストの Dr. Gerhard Oberthaler 先生が直接駅まで迎えに来てくださり、救急病院(Unfallkrankenhaus Salzburg -Level-One Trauma Center)の病院見学をさせて頂きました。この病院は半径 300 km ぐらいの範囲のヘリコプターによる救急搬送のある病院です(写真 2)。オーストリアでは従来 trauma と orthopedics が完



写真 2 Unfallkrankenhaus Salzburg-Level-One Trauma Center のヘリポートから
背後にはホーエンザルツブルク城を望む。

全に分かれていたようですが、最近では合併する方向にあるようです。ザルツブルグでは外傷の先生が ACL 再建を行っていました。手術方法は大変シンプルなシングル再建で、半月板バケツ柄断裂も FAST-FIX2 針だけで止めていました。

ウィーン

高速鉄道でウィーンに到着後、すぐに車で 1 時間程度のところにあるドナウ大学に移動。GOTS president の Dr. Stefan Nehrer 教授の研究室を見学し、講義を拝聴しました。軟骨再生の研究を主にされており、軟骨再生に対してヨーロッパは力を入れていると改めて感じました。ウィーン大学では外傷部門と整形外科部門があり、その両方のカンファレンスと手術の見学をさせて頂きました。外傷部門では ACL と MPFL 再建、整形外科部門では脊椎や人工関節、足の変形などを見学致しました。小児整形外科には、かの有名なキアリ骨盤骨切り術の開発者の孫である Chiari 先生が勤務されておりました。最終日には GOTS の重要メンバーで開業されている、Kristen 先生のクリニック見学をさせて頂きました。エコーによる診察を大変わかりやすく解説していただきました。Kristen 先生は国立オペラ座のダンサーのドクターをされている関係で、ダンサーの練習風景の見学もさせて頂きました(写真 3)。

バーゼル (スイス)

ウィーンからバーゼルは飛行機での移動でした。バーゼルはスイスとドイツとフランスの国境の町でとても小さな町です。物価が非常に高いとのことなので今回のフェローのホテルはスイス国内では確保できず、ドイツ側のホテルとなりました。さらにスイスはとても時間に punctual な国らしく、バーゼル大学でのプレゼンテーションにむけては、事前に『1 人 10 分を厳守するよう



写真3 左) ドナウ大学, 右) Dr.Lorentz 博物館, 下) ウィーンのアペラハウス



写真4 左) バースル大学臨床講堂でのプレゼン, 右) Swiss Sportmed Center
でアスリートの診察を見学, 下) Privatklinik Oba のレストランにて

に』とのメールが幾度もなく送られてきました。手術は ACL 再建や膝蓋骨脱臼整復, HTO のほか, ここでも培養軟骨移植を見学しました。2012~2016 の GOTS president で前バーゼル大学教授の Prof. Valderrabano のホテルのような綺麗な個人病院 Privatklinik Oba への訪問では, 多くの足の外科手術を見学させて頂きました。スポーツ選手のリハビリや術後ケアを専門にしている ALTIUS Swiss Sportmed Center は多くのスイスナショ

ナルチーム選手のケアをしていました。主宰している GOTS の Vice President, Dr. Weisskopf は tendon の専門家であり, とくにスポーツ選手のステロイド注射後のアキレス腱部分断裂を多く経験され, アキレス腱にはステロイド注射はしないようにとのアドバイスを頂きました。実際の治療は関節内炎症にはヒアルロン酸, 関節外には PRP, 体外衝撃波を用いているとおっしゃっていました(写真4)。

ハイデルブルグ（ドイツ）

移動は普通電車と高速鉄道で3時間半でした。ここから再度南アフリカのフェロー2人と合流しました。ATOS クリニック Prof. Dr. Holger Schmitt が急遽不在となったようで、レジデントの若い先生方が対応してくれました。膝が専門の Schmitt 先生の代わりに、肩の先生の手術見学させて頂きました。その時のプレゼンテーションで初めて南アフリカの fellow の話を聞きましたが、Osteoporosis 患者の骨折手術3例報告、南アフリカの一地域の大腿骨頸部骨折術後の mortality rate 45% @1Y と、衝撃的な内容でした。

ルクセンブルグ

ルクセンブルグへの移動は思いのほか大変でした。高速鉄道では予約してある席が取り払われていて存在せず、さらに混雑ぶりは乗車率 150% 程度で、結局立ちっぱなしと床に座っての移動でした。さらに、乗り換えの普通電車が突然キャンセルとなり、途方にくれました。結局在来線を使い継ぎなんとかルクセンブルグに到着しました。疲れ切ったところに ESSKA の president である Prof Dr Romain Seil 夫妻が自らお迎えを頂き大変感激しました。Romain Seil 先生は基礎研究も臨床も精力的にこなす大変アカデミックな先生でした。半月板



写真5 clinique d'Eich Center Hospital of Luxembourg のミーティングルームにて



写真6 上)Prof. Wolf Petersen 先生のボートでクルージング、左)各都市のホストフェローとの再会、右)ベルリン GOTS 総会で president の Nehrer 先生と朝のジョギング。最後の最後に韓国 fellow とのジョギングが実現

縫合をしっかり行っている初めての施設で、ramp lesion を後内側ポータル2つ作製し all inside で2針縫合。外側中節は outside in 縫合，外側 root tear はプルアウト縫合と半月縫合のすべてを経験することができました。骨切り術においてもエビデンスを構築しており，モデルボーンを使用してのワークショップも体験させて頂きました(写真5)。

ベルリン

ルクセンブルグからは飛行機でベルリンに移動し，Martin Luther Hospital の Prof. Wolf Petersen を訪問しました。Wolf Petersen 先生は ACL 再建のスペシャリストで ACL 大腿骨付着部の研究発表でも有名です。この施設では多くの ACL 再建術を見学させて頂きましたが，とくに印象深い症例は，ACL 再建後再損傷症例に対して脛骨後傾を減ずる脛骨前方短縮骨切りと quadriceps tendon (骨付き) の解剖学的シングル再建症例でした。余暇にはご自身の自宅裏のマリーナからクルーザーで対岸のレストランまでクルージングに連れて行ってくださり，ヨーロッパの上流社会の生活を垣間見させて頂きました(写真6上)。

GOTS 年次総会参加

GOTS annual meeting はベルリンのシェラトンホテルで行なわれました。前日には ESSKA のスポーツの特化した委員会である ESMA ミーティングでもプレゼン

テーションの機会をいただきました。会長招宴のベルリン市内の河川クルーズでは GOTS の主要メンバーのほか，この1ヵ月間に各都市で案内して頂いた先生方に再会し，あたたかも同窓会のような気持ちになりました(写真6左)。

学会でのプレゼンテーションは，他の発表がすべてドイツ語のなか，私たちのプレゼンテーションのみが英語のため少々不安でしたが，質問もあり無事に終了することができました(写真7)。

さいごに

4週間というプログラムの期間はとても長く，毎日盛



写真7 GOTS congress の発表後の写真にはフェローに安堵の表情がある



写真8 左)手術室で笑顔の日韓4フェロー，右)それぞれの訪問先で頂いた業績集や教科書やパンフレットの総重量約5kg以上！，下)韓国料理で親睦を深めた

り沢山なスケジュールであることもあって最初の数日は最後まで気持ちと体力が続くのかと不安になりましたが、日が進むにつれその生活にも慣れ、日本人同士、また韓国のフェローとも強い絆が生まれました。私たちの公演での持ちネタは ACL の解剖学的形態(藤巻)、円板状半月板の治療戦略(橋本)、足関節外側靱帯損傷の治療(BiO)、陳旧性アキレス腱再建術(Ki-Sun)で、どこにいてもそれぞれ同じトークをするので、後半には「お互いのスライドを交換してもプレゼンできるね」なんて韓国の先生から冗談をいわれるほど打ち解けることがで

きました。現地での夕食会がとくに予定されていない夜に(といっても日程中たったの4日でしたが)4人で韓国料理を食べに行つてともに焼酎を飲んだのは良い思い出です(写真8)。

最後となりましたが、フェローシップへの応募を快諾頂きました昭和大学整形外科の稲垣克記教授、大阪市立大学整形外科の中村博亮教授、フェローシップの機会を与えていただいた日本整形外科スポーツ医学会理事長の松本秀男先生、国際委員長の菅谷啓之先生はじめ関係の皆様がこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

2017 JOSSM-USA travelling fellowship 報告記

山形大学整形外科講座 丸山 真博

2017年7月8日から7月27日の約3週間、神戸大学整形外科の荒木大輔先生と順天堂大学整形外科の長尾雅史先生とともに Travelling fellow-USA として、Kerlan Jobe Orthopaedic Clinic (KJOC), University of Pittsburgh Medical Center (UPMC), Hospital for Special Surgery (HSS), および University of California, San Francisco (UCSF) の米国スポーツ整形外科で代表的な4施設を訪問しました。さらに Toronto で開催されました米国整形外科スポーツ医学会 (AOSSM) に参加いたしましたので、後述いたします。

KJOC

私は Stanford 大学に留学中のため、7月9日に Los Angeles で2名の先生方と合流し、翌日から2日間、初めての訪問先である KJOC を訪れ、朝7時から手術見学をさせて頂きました。残念ながら Host の Neal ElAttrache 先生はご不在でしたが、私は Orr Limpisvasti 先生ご執刀の Tommy Jones 手術、鏡視下腱板修復術 (ARCR), および日本ではなじみの少ない膝関節軟骨欠損に対する同種軟骨移植の3件を見学させて頂きました。夕方からは cadaver トレーニングとして膝の各種靱帯再建に参加させて頂きました。このトレーニングは毎月行っていると伺い、手術トレーニングの充実さを実感いたしました。翌日は KJOC の関連施設である



写真1 KJOC

手術室の掲示板(左上), Limpisvasti 先生とそのチーム(右上), Kvitne 先生(左下), Itamura 先生(右下)とともに。

White Memorial Medical Center を訪問し、Itamura 先生の手術を見学させて頂きました。朝5時15分にフェローが迎えに来て頂き、病院に6時頃到着しました。手術は7時から始まり、ARCR, 人工肩・肘関節手術など合計6件を朝7時から夜20時まで、長時間にわたり見学させて頂きました。同種骨移植や日本ではなじみのない道具を用いて勉強になりました。手術終了後、Itamura 先生をはじめ、フェローの先生方とともに素敵な夕食を囲みながらさまざまな話を聞かせて頂きました(写真1)。

UPMC

次の訪問先である UPMC には7月13日から2日間にわたり訪問しました。1日目は host の Freddie Fu 先生より ACL について講演頂き、続いて自分たちの研究について一人15分ずつ講演させて頂きました。その後、UPMC の各研究施設をご案内頂きました。NFL の Pittsburgh Steelers のクラブハウスが病院に併設しており、非常に広大な施設で驚きました。2日目の午前中は MPFL の手術を見学させて頂き、さらに Fu 先生直々に cadaver を用いて ACL 再建について講義して頂きました。「ACL はリボンではない」、「個々に合わせた ACL



写真2 UPMC

Pittsburg 大学整形外科のホームページ(左上), Fu 先生や日本からの留学中の先生方との食事会(左下), Fu 先生による cadaver を用いた ACL 再建術の講義(中下), UPMC Lemieux Sports Complex にて Pittsburg 大学整形外科の大西賢太郎先生とともに(右下)。



写真3 HSS
HSSの院内掲示板(左上), Rodeo先生(中上), Dines先生(右上)とともに、Facultyの先生方との懇親会(中下), 日本人留学生との食事会(右下)。

を再建するべき」という言葉が印象的でした。午後はUPMC Lemieux Sports Complexを訪問させて頂きました。病院とスポーツ施設が併設しており、さらにNHLのPittsburgh Penguinsのクラブハウスも中にありました。アイスホッケーのリンクが2つ併設し、一般の子どもたちにも開放されており、病院とスポーツ施設が地域に溶け込んで存在していることが非常に印象的でした。Pittsburg滞在中、Fu先生から素晴らしいhospitalityを賜り、宿泊場所をご提供頂き、休日にはラフティングやオーケストラのコンサートに招待して頂きました。また、連日とも豪華な夕食にお連れ頂き、私どもと撮影した写真をホームページに掲載して頂くなど、非常に感激いたしました。さらに、UPMCにご留学中の神戸大学の長井寛斗先生、木原伸介先生はじめ、日本からご留学中の先生方からも歓迎頂きました(写真2)。

HSS

3番目の訪問先であるHSSには7月17日から2日間 にわたり訪問しました。1日目は朝7時からScott Rodeo先生自らMSCについてのご講演を私たち3人のためにして頂きました。2日目には朝7時より一人15分程度で発表の機会を与えてくださり、多くのPI、フェローが出席され、ご質問もいただきました。そして、2日間とも、手術を見学させて頂きました。私はFrank Cordasco先生、David Altchek先生、およびJoshua Dines先生の肩肘の手術を見せて頂きました。どの先生方も非常に丁寧で、コンセプトがしっかりしているのが印象的でした。夜は懇親会を開いて頂きました。Rodeo先生はじめ、多くの先生方と交流させて頂きました。また、私どもが訪問することをHSSの公式Twitter



写真4 AOSSM
HSSのColdasco先生(右上), UPMCのMusahl先生, UPMCのJOSSM国際委員担当理事の菅谷先生(左下)とともに。

terや院内掲示に掲載して頂くなど素晴らしいおもてなしをしてくださいました。さらには、HSSにご留学中の北海道大学の和田進先生、東京医科歯科大学の中川裕介先生はじめ日本からご留学中の先生方との食事会を開催して頂いたり、New York Mets戦を観戦したりと、素敵な時間を過ごさせて頂きました(写真3)。

AOSSM

7月19日から21日にTorontoで開催されたAOSSM annual meetingに参加しました。なお、Torontoは2017年からeTA申請が必要という情報を移動前日に知り、急いで登録しました。AOSSMでの発表は、Reviewの講演が多い印象がありましたが、updateな発表もあり、現在のスポーツ医学の流れをくみ取ることができました。また、KJOC、UPMC、およびHSSの勉強会・懇親会に特別に参加させて頂きました(写真4)。

UCSF

最後の訪問先のUCSFには7月26日から2日間、訪問しました。1日目は朝8時よりシンポジウム形式で、フェローとともに一人6分で講演をさせて頂きました。整形外科分野だけでなく、スポーツ医学に関連する睡眠や脳震盪の話が印象的でした。午後はMa先生自らサンフランシスコをご案内して頂き、夜に懇親会を開いて頂きました。2日目は、朝から手術を見学させて頂きました。なかでも膝の大きな骨軟骨欠損に対し、同種骨軟骨柱移植を行っており、非常に印象的でした。午後は、荒木先生と長尾先生をサンフランシスコ空港までお見送りし、帰路につきました(写真5)。



写真5 UCSF
Facultyの先生方との懇親会(左上), シンポジウム終了後(中上), Ma先生とTwin Peaksにて(右上).

さいごに

このtravelling fellowを通じて、米国の一流の先生方をはじめ、留学中の日本の先生方とも交流することができ、米国のスポーツ医学の状況を知ることができました。米国でしか使用できないAllograftや道具、cadaverを用いたトレーニングが容易にできることが印象的でした。その一方で、日本の強みもあり、米国の先生方は日本を意識していることもわかりました。そしてなにより、積極的に日本から世界に情報を発信していくことが大切であると再確認いたしました。また、限られた時間・費用のなかですが、長尾先生がHarvard大学にご留学していたことから、USCFに行く前に2日間ほどBostonを訪れ恩師であるBjorn Reino Olsen先生とご面会し、またHarvard大学にご留学中の日本人の整形外科



写真6 HarvardとStanford
Harvard大学の日本人留学生との朝の勉強会「ロングウッドで朝食を」(左上), Olsen先生(中上), 日本人PIのNagai先生(右上), スタンフォード大学(左下, 中下), サンフランシスコ空港にて荒木先生と長尾先生の見送り(右下).

科の先生方とBBQをしながら交流頂きました。宿泊場所ではAirbnbを利用し、サンフランシスコ滞在中は私の自宅で過ごし、さらにStanford大学を見学するなど、節約しながらも非常に快適に過ごすことができました。一緒に周遊できました荒木先生、長尾先生に厚く御礼申し上げます(写真6)。

最後に、大変貴重な機会を与えて頂きました松本秀男理事長、別府諸兄国際委員会アドバイザー、黒田良祐国際委員長、菅谷啓之国際委員会担当理事、熊井司国際委員会委員の先生方をはじめ、JOSSM会員の皆様に深く御礼申し上げます。また、陰ながらご支援くださいました日本整形外科スポーツ医学会事務局の齋藤しおり様および事務局の皆様にも厚く御礼申し上げます。

2017 JOSSM-USA travelling fellowship 報告記

順天堂大学整形外科・スポーツ診療科，順天堂大学革新的医療技術開発研究センター 長尾 雅史

2017年7月8日から7月27日の約3週間，荒木大輔先生（神戸大学）と丸山真博先生（山形大学）とともにJOSSM Travelling fellow-USAとして，Kerlan Jobe Orthopaedic Clinic (KJOC)，University of Pittsburgh Medical Center (UPMC)，Hospital for Special Surgery (HSS)，University of California, San Francisco (UCSF) および Toronto にて開催されました米国整形外科スポーツ医学会（AOSSM）に参加いたしましたので報告させていただきます。本プログラムにて感じたことをテーマごとに報告させていただきます。

手術について

私は膝関節外科医なので，膝の手術に興味深く拝見しました。国際学会等で基本的なコンセプトは知っていましたが，実際手術をみると強いインパクトがありました。たとえば，UPMC の Dr. Freddie Fu は術前 MRI にて健側 ACL の径や位置を計測し，その計測にあわせて実際のグラフトを作製しているとおっしゃっていました。UCSF の Dr. Benjamin Ma には Allograft を用いた骨軟骨移植を見せて頂きました。日本では Allograft を利用できる機会も少ないため，患者さんの選択肢を増やすことにもつながるため今後必要なツールだと感じました。HSS の Dr. Cordasco には大腿四頭筋腱（QT）を用いた ACL 再建術をみせて頂きました。私自身 QT による再建術をみるのが初めてで，術後の伸展筋力の低下や疼痛などについて聞きましたが，Dr Cordasco はほとんど問題ないとおっしゃっていました。今後論文などで結果についてみていこうと思っています。また，小さなことですがいくつかの医療機器や手術機器について使ったことがない物があり，非常に有用であると感じましたので，私の所属先でも導入できたらなと考えています。

いずれの施設にもいえることでしたが，とにかく手術時間が短かったです。術者の技量が高いことに加え，今回見学させて頂いた病院はいずれも術者と器械出しナース（Ns）やその他スタッフの連携がよいと感じました。話を聞くと，固定スタッフで手術を担当している時間が長く，術者の好む器械やタイミング等を熟知しているそうです。手術時間の短縮は患者さんにとってもメリットも大きく，大変素晴らしいことだと感じました。KJOC

では Dr. Itamura と麻酔科医はいずれも日系の方で，非常に気さくに対応して頂き，感謝しております。

Cadaver を用いた若手向けのトレーニング

KJOC では，Dr. Kvitne 指導の下，手術手技を学ぶための月1回の cadaver トレーニングが開催されていました。印象的だったのは，トレーニング室には関節鏡セットと膝 cadaver が10以上設置され，fellow が2～3人で1組になり実際に手術を行なっているようでした。セッティングはすべて業者が行なっており，トレーニング中にもデバイスの試用も同時に行なわれていました。手術トレーニングとしても，新しいデバイスの試用についても非常に効率的だと感じました。日本でもこのようなトレーニングが日常的に行なわれる環境になればよいと思う反面，このコストはどのような形で支払われているのかについても興味をもちました。

UPMC における プロチーム，大学チーム，医療の一体

UPMC Lemieux Sports Complex（図1）では，Pittsburgh Penguins というプロアイスホッケーチーム（NHL）と医療施設が一緒になった complex でした。そこにはプロスポーツクラブに必要なアイスリンクやトレーニングルーム，クラブハウスに加え，医療施設として医師やメディカルスタッフが常駐していました。さまざまな検査が可能だけでなく，Concussion Management Center やリハビリを行なう施設も同じ敷地内に設置されていました。

UPMC Rooney's Sports Performance Complex（図2）ではプロアメリカンフットボールチーム（NFL）の Pittsburgh Steelers と Pittsburgh 大学のフットボールチーム，panthers が同じ施設をクラブハウスとして利用していました。4面のアメリカンフットボールコートに加え，フルサイズのインドアコートがあり，担当者によるとアスレティックリハビリテーションもこの施設で行なうとのことでした。

私はスポーツの現場に関わる医師として UPMC の大学医療組織とチームの協同の素晴らしい形態がここにあ



写真1 UPMC Lemieux Sports Complex にて
左下：コンカッションセンターのポスターと診察室。

ると感じました。いつか日本でも Sports Medicine がより現場に近く、選手に寄り添った形になるとよいと感じています。

フェローの待遇

それぞれの滞在先で食事会に招待して頂き、各病院の fellow と待遇等について話す機会がありました。fellow の待遇はあまり良くないようですが、fellow 終了後は待遇面では大きく変わるようです。その待遇の違いに少々驚きました。アメリカと日本では医療システムが異なるため比較は難しいですが、適切な待遇について考えさせられました。

全体を通して

今回の travelling fellowship program を通じて、手術における新しい試みを多く学ぶことができました。それに加えて医療体制や医療システムによる多くの違いを感じました。術者が、麻酔科や看護師等と1つのチームとして動くシステムは非常に効率的だと感じる反面、日本においてもこのようなシステムは運用面・コスト面で機能できるかについても考えさせられました。米国では医師の給与が高く、色々な場面で関わるスタッフの数が日



写真2 UPMC Rooney's Sports Performance Complex にて
中上：練習グラウンド、左下：広島カープ選手のユニフォームと写真、中下：フルサイズのインドアコート、右下：大学チームのトレーニング室。

本に比べて遥かに多いと感じました。多くのスタッフで非常に高い効率であることは感じましたが、一方で患者さんの支払う額もかなり多いのではないかと感じました。

本 fellowship ではほぼ同年代の3人が1ヵ月寝食をともにしながら fellowship を行ないました。整形外科の知識だけでなく、各医局の様子なども共有して、非常に楽しい3週間でした。3人共留学経験者ということもあり、丸山先生の提案で Airbnb という民泊サービスを利用したり、それぞれの留学先を見学させて頂いたり、レクリエーションを行ったり素晴らしい人間関係を構築することができたことが素晴らしい財産になりました。fellow ship 後の現在も交流を続けています。

最後になりましたが、大変貴重な機会を与えて頂きました松本秀男理事長、別府諸兄国際委員会アドバイザー、黒田良祐国際委員長、菅谷啓之国際委員会担当理事、熊井司国際委員会委員の先生方はじめ、JOSSM 会員の皆様に深く御礼申し上げます。また、陰ながらご支援くださいました日本整形外科スポーツ医学会事務局の齋藤しおり様に深謝申し上げます。また、この素晴らしい経験を今後の研究ならびに臨床に還元できるよう更に精進させていただきます。

2017 JOSSM-USA travelling fellowship 報告記

神戸大学大学院医学研究科整形外科 荒木 大輔

はじめに

この度 2017 JOSSM-USA travelling fellow に選出して頂きましたので、fellowship につきご報告申し上げます。本プログラムは日本整形外科スポーツ医学会 (JOSSM) を代表して 3 名が選出され、アメリカスポーツ整形外科学会 (AOSSM) 学術総会の開催に合わせ、派遣されるプログラムです。本年度は 2017 年 7 月 8 日から 7 月 27 日の約 3 週間、順天堂大学整形外科の長尾雅史先生と山形大学整形外科の丸山真博先生 (現在 Stanford University にご留学中) とともに、アメリカのスポーツ整形外科治療で代表的な 4 施設を訪問させて頂きました。JOSSM 国際委員会の先生方にご尽力を賜り、Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic (KJOC), University of Pittsburgh Medical Center (UPMC), Hospital for Special Surgery (HSS) および University of California, San Francisco (UCSF) で研修をさせて頂き、Toronto で開催されました AOSSM 学術総会に参加させて頂くことができました (図)。また、移動の時間を利用して、長尾先生がご留学されていた Harvard University, そして丸山先生がご留学中の Stanford University にも訪問させて頂くチャンスを頂戴し、合計 6 施設を訪問することができました。

Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic (KJOC)

まずわれわれはカリフォルニア州ロサンゼルスにある KJOC を訪問致しました (写真 1)。上肢スポーツ障害の治療で有名な KJOC ですが、Tommy John 手術で有名な Dr. Frank Jobe とスポーツ整形外科の祖である Robert Kerlan により 1965 年設立された施設です。病院では LA Dodgers (MLB), LA Kings (NHL) LA Rams (NFL), のチームメディカルサポートをされているうちに、これまでも村田兆治, 荒木大輔, 桑田真澄, 松坂大輔, 和田毅など有名な日本人プロ野球選手も治療に訪れている施設です。Host は本年度の AOSSM 学術集会の会長を務める Dr. Neal S. ElAttrache でした。

初日は施設見学ののちに Dr. Kharrazi の下肢手術を中心に手術見学をさせて頂きました。1 名の術者に対し数名の fellow と resident, physician assistant, nurse や vender などの paramedic がつくのですが、すべての手術に対して同じメンバーで手術を行なうということ、また麻酔科医もすべて同じ医師が行なうというシステムでした。そのためチームワークが素晴らしく、助手も paramedic も皆非常に速いスピードで手術が進み、半日で 6 件もの手術を見学することができました。年間の執刀数を伺ったところ、月に 100 件なので、年間 1,000 件程



図 2017 JOSSM-USA Travelling fellowship 訪問施設



写真 1 Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic
Dr. Kvitne (左下), Dr. Yamazaki (右中), Dr. Kharrazi (右中) と共に。



写真2 KJOC 関連病院の White Memorial Hospital にて Dr. Itamura とそのチームと共に(上)
KJOC の Sports fellow で Pittsburgh 留学時代一緒にいた Dr. van Eck と(左下), アメリカ代表バレーボールチームで研修中の前全日本バレーボールチーム大久保コーチと(右下)。

度、スタッフとしてのキャリアが15年なので15,000件くらいかなとのことに非常に驚かされました。また、手術終了後には月に1度開催される cadaver training program に参加させて頂きました。今回は Dr. Kvitne 指導の下、KJOC の resident, fellow を対象とする膝関節靱帯再建術のトレーニングでした。このようなプログラムは執刀医として実際に手術を行なう前の修行期間に非常に重要なプロセスであり、ぜひ今後日本でも導入すべきだと切に感じております。翌日も早朝4時半に sports fellow に迎えに来て頂き、KJOC 関連病院の White Memorial Hospital で Dr. Itamura の上肢手術を中心に手術見学をさせて頂きました。前日同様のペースで手術が進みましたが、ここでも全人工肩関節手術が約40分程度、鏡視下 Bankart 修復術も約30分程度と驚異的なスピードで手術が進みましたが、やはり decision making が早いこと、慎重な部分は確実にゆっくりと確認しながらも手を止めることなく手術を進める様子が印象的でした。夜9時ごろまで手術の後チームスタッフ皆で食事に連れて行って頂きましたが、術者がチーム全員を労う姿はまさしく日本と同様だなと感じた次第です。また、KJOC では小生がピッツバーグ留学時代に resident だった Dr. van Eck が sports fellow として勤務していたり、現在 Anaheim のアメリカ代表バレーボールチームで研修中の前全日本バレーボールチーム大久保茂和コーチが遊びに来てくれたりと、旧交を温めることができました(写真2)。



写真3 University of Pittsburgh Medical Center (UPMC)
UPMC Rooney Sports Complex (上), UPMC Lemieux Sports Complex (下)。

University of Pittsburgh Medical Center (UPMC)

続いてわれわれはペンシルバニア州ピッツバーグにある、UPMC を訪問させて頂きました。UPMC は小生にとって2012~14年まで留学させて頂いていた思い出の場所であり、今回 travelling fellow として3年半ぶりに訪問するのを一番楽しみにしていた場所でもあります。Host は留学時代から大変お世話になっている Prof. Freddie H. Fu です。ここは世界でも有数の前十字靱帯 (ACL) 研究の大学病院であり、スポーツ整形外科治療では Pittsburgh Steelers (NFL) とともに2000年に建設された UPMC Rooney Sports Complex は約800万ドル、Pittsburgh Penguins (NFL) とともに2015年に建設された UPMC Lemieux Sports Complex は約1,230万ドルという巨額の費用を投じておりスケールの違いを見せつけられます(写真3)。

ピッツバーグでは Prof. Fu の ACL 再建術の見学に始まり、Prof. Fu 自ら cadaver を用いて ACL 再建術のコンセプトから方法まで丁寧に lecture をしてくださいました。また、scientific session では presentation をさせて頂く機会を頂戴し、世界中から集まっている research fellow たちと discussion を行なうことができました。Pittsburgh では尋常ではない位の歓待を受け、毎日の lunch, dinner も会員制クラブや特別なレストランをご用意くださり、Opus One や51年物のワイン等をご馳走になりました。ピッツバーグでは週末も挟みだったので、Prof. Fu のご厚意で rafting に行かせて頂いたり、John Williams 音楽のコンサートにご招待頂いたりしました。これまで Prof. Fu の guest 接待のお手伝いをさせて頂く側でしたが、改めて Prof. Fu の guest に対するもてなしの極意をみせて頂いたと思います。また、現在当科より留学中の長井寛斗先生、木原伸介先生が滞在



写真4 UPMC にて
Prof. Fu の手術見学(右上), UPMC Rooney Sports Complex でのプレゼンテーション(左下), Prof. Fu による Cadaver を用いた ACL 再建術の Lecture (右下).

期間中ずっとわれわれのお世話をしてくださり(写真4), 武長先生(名古屋市立大学), 井石先生(兵庫医科大学), 中村先生(東京医科歯科大学)にも大変お世話になりました(写真5).

Hospital for Special Surgery (HSS)

続けてわれわれはニューヨーク州ニューヨークにある HSS を訪問致しました。Manhattan の East River 沿いにある HSS ですが, Weil-Cornell 大学の整形外科部門が独立して設立された病院で, NY Giants(NFL), NY Mets(MLB), NY Nets(NBA), NY Jets(NHL)のメディカルサポートをされているうえ, US National Team の official hospital としても高名な病院です。Host は NY Yankees 時代の松井秀喜の主治医である Prof. Scott Rodeo です(写真6)。HSS には現在北海道大学から和田先生, 東京医科歯科大学からは中川先生がご留学されており, 到着から出発までずっとお世話をして頂きました。

HSS でも訪問初日に lecture hall で scientific conference を開いて頂き, faculty, resident の先生方に presentation をさせて頂き, discussion をする機会を頂戴しました。やはり日本との大きな違いは皆から積極的に発言や質問があるというところで, 自由な発言と Discussion はわれわれも大いに学ぶべきところだと感じております。続いて HSS でも手術見学をさせて頂きました。HSS も sports medicine 専用の手術室があり, 毎日4~5名の attending surgeon が2部屋を回しながら手術をするというスタイルでした。初日は膝関節手術でご高



写真5 Pittsburgh にて
長井先生・木原先生と(左上), Prof. Fu と Duquesne Club での dinner (上中), Prof. & Mrs. Fu とコンサート会場にて(右上). UPMC Sports Medicine Staff と日本人留学生との dinner(右下・左下), Pittsburgh 留学時代一緒に働いた仲間と(下中).



写真6 Hospital for Special Surgery(HSS)にて
Host の Prof. Rodeo (左上), HSS のある East River にて(上中・左下), HSS での Presentation (右下).

名な Dr. Merx の手術を, 2日目は股関節手術でご高名な Dr. Kelly の手術を見学させて頂きました。ここでも KJOC のようにチームで手術症例を回しており, われわれに丁寧に手術術式等について説明くださりながらも流れるようなスピードで手術が進んでいきました。HSS は約 30 名の attending surgeon が在籍しており, Manhattan や New York 近郊に office を構えて外来は office で, 手術は HSS で, 教育・研究は HSS 及び Weil-Cornell 大学でという日本の大学病院以上に多忙なスケジュールをこなされていたのが印象的です。また, HSS では院内各所のデジタル掲示板に小生らの訪問が紹介されており, 高名な先生方と臨床や研究につき discussion



写真7 New York にて

Prof. Marx と(右下), HSS 中のモニターに掲示された案内(右上), 和田先生, 中川先生と Liberty 島にて(左上・左下), Citi Field にて NY Mets 観戦(下中)。

することができました。小生はとくに HSS の見学も希望しておりましたので, travelling fellow として訪問できたことは大変光栄でした。空き時間を利用して和田先生や中川先生には NY 観光や NY Mets の試合に連れて行って頂いたり, NY に留学中の日本人整形外科医の先生方にお声がけを頂いて食事会を開催して頂いたり大変お世話になり, この場を借りて感謝を申し上げたいと存じます(写真7)。

2017 Annual Meeting of American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM)

次にわれわれは 2017 AOSSM 学術総会に参加すべくカナダ・トロントに移動しました。ここでは北米を中心に日本からもスポーツ整形外科医の先生方が集まりますので, 知り合いの先生方とも再会を果たすことができました。また, 5 月に当科を訪問した AOSSM-APKASS travelling fellow のメンバーと一緒に食事をもとし, 旧交を温めることもできました。AOSSM は早朝から午後まで scientific session があるものの, 午後早い時間に session が終了するので, 各大学は scientific session & alumni を開催しており, われわれも HSS, UPMC, KJOC の alumni に参加させて頂き, 食事会や party でお世話になった先生方と再会することができました(写真8)。各先生方にお礼を申し上げたところ, 「Travelling fellow として訪問してくれたのだから君たちも alumni のメンバーだよ」とおっしゃって頂き, 大変感動したのを鮮明に覚えています。また1日はレンタカーでナイアガラ観光に出かけ, ピッツバーグからラボのメン

写真8 2017 AOSSM meeting in Toronto
HSS W society にて Dr. Coldasco と(右下)。写真9 Toronto にて
AOSSM-APKASS travelling fellow で神戸を訪問した Prof. Kaeding, Dr. Dhawan, Dr. Getgood, Dr. Tanaka との再会(左)。
JOSSM 国際委員会担当理事の菅谷先生と(右上), 木原先生とナイアガラ観光(右下)。

バーと来てくれた木原先生と合流して一緒に観光することもでき, 楽しいひと時を過ごすことができました(写真9)。

Harvard University & Stanford University

最後に UCSF という予定ではありましたが, 2 日間の空き日がありましたので, われわれはマサチューセッツ州ボストンにあるハーバード大学を訪問致しました。ハーバード大学は今回一緒にした長尾先生がご留学されていたため訪問させて頂くことができました。ここでは Prof. Olsen のラボを見学させて頂き, ハーバード大学内をご案内頂きました。歴史あるハーバード大学を見学できたことも光栄でしたが, ここでも日本から留学している整形外科医の方々が食事会を開催してくださった



写真 10 Harvard University にて
Prof. Olsen と(上中), 日本人 PI の Dr. Nagai
と(右上).
日本人留学生との朝の勉強会(左下), Har-
vard University に留学中の日本人整形外科医
と(右下).



写真 11 Stanford University にて
前田先生と河野先生と(下).



写真 12 University of California San Francisco
(UCSF) にて
Host の Prof. Ma(左下), Prof. Ma と Golden
Gate Bridge にて(右下).



写真 13 San Francisco にて
Prof. Ma と Twin Peaks にて(上), UCSF の
スタッフと会食(下).

り, 日本人研究者との morning conference に出席した
りと, 多くの方々と交流ができたことが財産となりました
(写真 10).

続けてボストンからカリフォルニア州に 8 時間かけて
移動となりましたが, ここでも UCSF を訪問することが
できました. ここも今回一緒に丸山先生が現在ご留
学されており, 丸山先生の研究されているラボや広大な
スタンフォード大学の施設を見学させて頂きました. ま
た当科から留学中の前田先生や九州大学の河野先生と一
緒にランチをともし, 素晴らしい時間を過ごすことが
できました. 何といてもここでは丸山先生のご自宅に
泊めさせて頂き, ご家族にも大変お世話になり大変感謝
しております(写真 11).

University of California San Francisco (UCSF)

最後に訪問させて頂きました UCSF ですが, サンフ
ランシスコのベイエリアの再開発地区にあり, 独立した
1 つのビル 1 棟内にスポーツ整形外科が開設されてお
りました. そのビル内に外来・リハビリ・手術室等がす
べて完備しており, とくにスポーツ整形外科領域の手術を
Day surgery で行なうアメリカならではの施設でした.
ここも San Francisco Giants (MLB) や US National
Team のメディカルサポートをされており, Host は
Prof. Benjamin C Ma でした. Prof. Ma はいつも笑顔で
優しい方で, travelling fellowship の疲れが出てるだ
ろうと常にわれわれの体調を気遣ってくださり到着前

ゆっくりとしたスケジュールを組んでくださっていました。

まず初日は faculty の先生方と scientific session で発表の機会を設けて頂いた後に施設見学をさせて頂きました。Prof. Ma 自ら施設内を紹介して頂いたのち、ベイエリアの UCSF 新キャンパスを見学しております。各施設が独立して1つひとつの建物内にありますので、スポーツ整形外科治療となれば1つの施設で初診から手術・リハビリまで完結するというアメリカならではのスタイルが特徴的でした(写真 12)。手術見学では日本でなかなかみることのできない allograft を使用した骨軟骨移植術等、1つの治療オプションとなり得る手術見学をさせて頂くことができました。最終日には faculty の先生方にお集まり頂き、食事会にご招待頂きました(写真 13)。UCSF でも皆様の hospitality に触れ大変充実した fellowship を締めくくることができました。

さいごに

本 fellowship では長尾先生、丸山先生のほぼ同年代の

3 人が1ヵ月寝食をともにしながら fellowship を行ない、整形外科の知識だけでなく、友情を深めることができたと思います。また、それぞれが留学していた場所を訪問することができ、現地の先生方、また留学中の日本人の先生方とも交流することができ、素晴らしい人間関係を構築できたことが何よりの財産となりました。最後になりましたが、大変貴重な機会を与えて頂きました松本秀男理事長、別府諸兄国際委員会アドバイザー、黒田良祐国際委員長、菅谷啓之国際委員会担当理事、熊井司国際委員会委員の先生方はじめ、JOSSM 会員の皆様に深く御礼申し上げます。また、陰ながらご支援くださいました日本整形外科学会スポーツ医学会事務局の齋藤しおり様に深謝申し上げます。この素晴らしい経験を今後の研究・臨床ならびに JOSSM の発展に還元できるよう更に精進させていただきます。またぜひ、後進の先生方にもこのような素晴らしい機会を利用して国内のみならず世界中の先生方と交流して頂ければと存じます。今後とも御指導、御鞭撻の程何卒よろしくお願い致します。