

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 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

1. 緒 言

奈良県総合医療センター整形外科 杉本 和也 …… 1

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

2. 緒 言

帝京大学医学部整形外科学講座 高尾 昌人 …… 3

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

3. ストレス撮影は必要である—踵腓靱帯に着目した新たな画像診断ツール 3D MRI に加えて—

Stress Radiography and 3D MRI for Evaluation of Lateral Ankle Ligament Injuries

札幌医科大学医学部整形外科 寺本 篤史ほか … 4

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

4. 足関節外側靱帯損傷の画像診断；単純 X 線ストレス撮影の診断的価値と超音波検査の可能性

Diagnostic Imaging of Lateral Ankle Ligament Injuries ; Diagnostic Value of Stress Radiography and Potential of Ultrasound Diagnosis

帝京大学スポーツ医科学センター 笹原 潤ほか … 8

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

5. 新鮮足関節外側靱帯損傷に対する治療の第 1 選択は保存療法である

Conservative Treatment Is the 1st Choice to Fresh Lateral Ankle Ligament Injury

神戸大学大学院整形外科 神崎 至幸ほか … 13

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

6. 新鮮足関節外側靱帯損傷に対する保存治療無効例に対する検討

Examination of Cases in Which Conservative Treatment for Athlete's Acute Lateral Ankle Ligament Injury Is Not Effective

JCHO 佐賀中部病院整形外科 田中 博史ほか … 18

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

7. 陳旧性足関節外側靱帯損傷に対する靱帯修復術—まずは repair を試みるべきである—

Repair of the Lateral Ligaments of the Ankle for Chronic Ankle Instability

奈良県総合医療センター整形外科 磯本 慎二ほか … 22

<第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」>

8. 自家薄筋腱を用いた鏡視下前距腓靱帯再建術の成績

Clinical Results of the Arthroscopic Anterior Talofibular Ligament Reconstruction Using an Autogenous Gracilis Tendon

北里大学医学部整形外科 東山 礼治ほか … 25

9. 大腿切断後に形成された断端の骨棘に対して関節鏡視下切除術を行なった 1 例
—障害者スポーツへの応用の可能性について—

A Case of the Arthroscopic Resection Performed on the Bone Spur of Stump Developed after above Knee Amputation

埼玉医科大学総合医療センター 武井 良太ほか … 30

10. サッカーの試合中に受傷した距骨頸部骨折(Hawkins II 型)の 1 例

Fracture (Hawkins Type II) Injured in a Soccer Game : a Case Report

東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニック 田中 康太ほか … 34

11. 高校男子サッカー選手における体幹荷重支持機能とブリッジ姿勢保持の特徴
～利き脚側と非利き脚側での比較～

The Trunk Load Bearing Function and Features of Bridge Postural in High School Football Players : Comparison of Dominant Side and Non Dominant Side Leg

四條畷学園大学リハビリテーション学部 木下 和昭ほか … 38

12. 学童期初発野球肘内側障害の MRI

Magnetic Resonance Images of the Acute Onset Initial Little League Elbow

筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター／水戸協同病院整形外科 塚越 祐太ほか … 42

13. 総腓骨神経断裂を合併した大相撲力士の膝複合靱帯損傷の 2 例

Multiple-Ligament Injured Knee with Common Peroneal Nerve Avulsion Injury in Professional Sumo Wrestler : Report of Two Cases

同愛記念病院整形外科, 関節鏡・スポーツセンター 清水 禎則ほか … 46

14. 内側半月板部分切除後の膝関節痛に対して高位脛骨骨切り術と半月板前角修復術を行なった1例
A Case Report : Medial Open Wedge High Tibial Osteotomy and Medial Meniscus Anterior Root Repair to Knee Joint Pain
豊川市民病院 裴 漢成 …… 51
15. バレーボール選手の胸郭出口症候群に対し関節鏡補助下に第1肋骨切除術を施行した1例
Experience with First Rib Resection for Thoracic Outlet Syndrome in Volleyball Player — A Case Report —
愛知医科大学医学部整形外科 梶田 幸宏ほか … 54
16. 理学療法士がスクールトレーナーとして活動するために必要な環境づくり
—新潟県内の理学療法士180名へのアンケート調査より—
How We Can Create a Working Environment as School Trainers for Physical Therapists? A Survey of 180 Physical Therapists by Questionnaire in Niigata Prefecture
済生会新潟第二病院整形外科 山際 浩史ほか … 58
17. 走行動作における足内側縦アーチと足関節モーメントとの関係
—歩行動作との比較—
Relationship between the Medial Longitudinal Arch of the Foot and the Ankle Moment in the Running : Comparison between Gait
群馬パース大学保健科学学部理学療法学科 城下 貴司 …… 63
18. 成長期スポーツ選手の運動時に感じる、部位を特定しない痛みに関連する因子
What Are the Factors Which Are Related to the 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 … 69
19. 低学年における少年野球選手の新規障害発生率の調査
Longitudinal Study of Elbow Pain in Youth Baseball Players
公立南丹病院整形外科 琴浦 義浩ほか … 74
20. ジュニアテニス選手における腰痛発症の危険因子についての検討
Risk Factors for Low Back Pain among Junior Tennis Players
泉整形外科病院手肘スポーツ 原田 幹生ほか … 78

緒 言

杉本 和也 Kazuya Sugimoto

第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会において「足関節外側靱帯に対する治療戦略」をテーマとしたパネルディスカッションが企画された。企画の中心になったのは帝京大学の高尾昌人教授である。高尾教授は今における足関節外側靱帯損傷治療における controversy に焦点を当てて見事な企画をされた。問題点は 3 点に絞られている。1. 診断におけるストレス X 線検査の意義はあるのか？ 2. 新鮮損傷例にはもはや手術の適応はないのか？ 3. 陳旧性損傷における術式は修復と再建のどちらが優れているのか？

同じような議論はこれまでも足関節外側靱帯損傷治療の歴史において行われてきたのであるが、診断や治療の進歩によって、今一度、新たな議論が必要となったといえよう。

画像診断においては超音波画像や MRI の解像度の進歩により、放射線被曝を伴わない非侵襲的診断が徐々に確立されようとしている。超音波画像診断では診察室で診断が下せる便利さに加えて、動的評価を行なうことが可能となった。ストレス X 線検査ではストレスをかけた際に疼痛性による筋性防御等で正当に不安定性が評価できないことが問題視されてきたが、超音波検査では動的観察の中で、一瞬の不安定性を視認することが可能である。とくに前距腓靱帯損傷については、これを描出して前方引き出しによる不安定性を検知することが可能である一方、踵腓靱帯の描出は難しく、急性期の腫脹時には靱帯を描出できないことが多い。また、距骨傾斜等は検知しにくいことが課題といえる。

MRI においても前距腓靱帯は描出しやすいが、踵腓靱帯の描出は容易ではない。通常の 3 平面における断層画像では踵腓靱帯の評価は極めて困難である。しかし、3D 手法を用いることによりその弱点が解決されるよう

であれば、その診断的価値は格段に上昇するといえる。また、MRI の最大の利点は、軟骨損傷や骨挫傷、腓骨筋腱損傷などの合併損傷を同時に検知できる可能性が高いことにある。

これらの非侵襲的検査手法による画像から、はたしてストレス X 線検査を省略して治療戦略を立てることは可能なのであろうか。現在、足関節外側靱帯損傷の診断において新鮮例、陳旧例を問わずにルーチン検査として定着しているストレス X 線検査が不要となれば、まさしく整形外科領域におけるイノベーションといえるべきものであろう。

新鮮損傷例の治療についてはエビデンスの積み重ねから原則、保存療法が選択されるようになった。30 年ほど前では手術治療が優勢であったが、Kannus のメタアナリシス論文以後、一気に保存療法への流れができた。しかし、多くの論文において厳密に重症度が考慮されて比較研究がなされているわけではないことに問題が残る。足関節外側靱帯は 3 つの靱帯から構成され、その走行がおのおのまったく異なることは既知のとおりである。前距腓靱帯損傷が最も多く、これに踵腓靱帯損傷が加わると不安定性が増して重症度も高まる。後距腓靱帯は最も太く強靱と考えられており、多くの足関節外側靱帯損傷においては損傷を免れるか、損傷されても部分的と考えられている。しかしながら最重症例として前距腓靱帯、踵腓靱帯、後距腓靱帯の全靱帯が損傷した場合、前距腓靱帯単独損傷とはまったく次元の異なる損傷であることは容易に想像がつく。保存療法が万能だということには前距腓靱帯単独損傷、前距腓靱帯・踵腓靱帯合併損傷、3 靱帯全損傷例に分けて、各群における保存療法と手術治療との比較をすることが必要といえるが、そこまで厳密に重症度を分けて論じた論文はまだ出ていない。

そもそも、保存療法を行なう場合には靱帯損傷の内容をどのように確認すればよいのか。以前、前距腓靱帯単独損傷と前距腓靱帯・踵腓靱帯合併損傷の保存療法成績を比較したことがあった。このときはストレス X 線検査よりも踵腓靱帯損傷の診断率が高い距骨下関節造影検査を診断根拠とした。その結果では保存療法の成績が明らかに前距腓靱帯単独損傷例より前距腓靱帯・踵腓靱帯合併損傷例で劣っていた。画像診断の進歩は直視下に視認せずとも各靱帯の損傷を的確に診断できるようになることが期待され、そのことが重症度の判定制度を向上させ、新鮮損傷の治療方針にも新たなエビデンスを提供してくれるものと期待される。

陳旧性においても新鮮例と同様に損傷形態はさまざまである。癒着化していても靱帯成分が残存しているものや、前距腓靱帯、踵腓靱帯ともに消失しているものなどがあり、1つの術式ですべての症例に対応することは容易でない。近年、急速に鏡視下で靱帯修復術や靱帯再建術が行なわれるようになった。踵腓靱帯が温存されている前距腓靱帯だけの陳旧性損傷では、関節鏡下の修復術も成績はよいと報告され、関節包と前距腓靱帯を腓骨に向けて縫縮することで症状が改善するといえる。

一方で、踵腓靱帯は関節外にあり関節包靱帯ではない

ことから鏡視下の縫縮は困難である。このため前距腓靱帯・踵腓靱帯合併損傷では腱移植などの手法が直視下、鏡視下を問わずに必要となる。最近では膝から半腱様筋腱が採取されることが多いが、その採取のための手術創は少なくとも2~3 cm 必要である。同種移植が可能であれば自家組織の採取は不要であり、足関節における関節鏡用のポータルのみで手術の完遂が可能である。しかし、わが国においては同種腱の保険適用はなく、自家腱の採取は必須となり、膝における手術創は避けることができない。直視下であれば近傍の組織での補強や再建が可能な例も少なくないことを考慮すると、膝からの自家組織採取を伴う関節鏡下手術はその意義が半減するともいえる。そのことを考慮すれば、修復か再建か？ という疑問は直視下か鏡視下かという判断と切り離して考えることもまた、難しいといえよう。

今回のパネルディスカッションでは、この分野を代表する6名の整形外科医が選ばれた。いずれも多くの手術を手がける経験豊富な医師たちである。その論文をここにまとめて掲載できることは、誠に意義深いものと感じる。是非ともお読みいただき、足関節外側靱帯損傷治療の今を感じていただき、今後の治療の糧にいただければ幸甚である。

緒 言

高尾 昌人 Masato Takao

関節鏡視下に関節内の組織を修復・再建する手技は、膝関節の半月板縫合術や前十字靱帯再建術にはじまり、肩関節の Bankert repair や腱板修復術、さらに股関節の関節唇修復・再建術へと発展していった。一方、足の外科においては狭小な working space が災いし、その発展は遅れた。しかし、2013 年に Ankle Instability Group (AIG) が結成されたのをきっかけに、関節鏡視下足関節外側靱帯修復・再建術の開発に関する国際的なコラボレーションが行われ、現在この領域は飛躍的な進歩を遂げつつある。これにともない、足関節外側靱帯損傷に関連する、国際学会でのセッション数は増え、トップジャーナルに掲載される論文数や特集が組まれる機会もこの数年で大幅に増加している。

一方、足関節外側靱帯損傷については、誤解されている情報や、いまだに明らかにされていない問題点が数多く存在している。たとえば、解剖では、前距腓靱帯(ATFL)、踵腓靱帯(CFL)の骨への付着部とフットプリントの形状、靱帯自体の形状については不明な点も多い。バイオメカニクスでは、特に CFL の役割や、ATFL と CFL に荷重が及ぼす影響に対して、誤解されている点が多々ある。

診断では、断裂後の残存靱帯が再縫合に耐えうる質を保っているか否かを術前に診断する有効な方法はいまだにない。ストレス撮影は広く用いられている診断法であるが、その安全性や診断率には疑問が残る。また、CFL 損傷を術前に確実に診断することはいまだに難しい。治療では、急性例に対する機能的療法のプロトコールは確定されておらず、保存療法で治癒に至る例と至らない例の差異、手術を行う場合の術式の選択とその根拠、修復

術ではどこにアンカーを置き、再建術ではどこに骨孔を作製すべきか、ATFL の再建では 1 bundle と 2 bundle 法のいずれを選択すべきか等、解明されていない事象は多々存在する。

第 42 回日本整形外科学スポーツ医学会学術集会中に開催されたパネルディスカッション「足関節外側靱帯損傷に対する治療戦略」では、現在この領域で最もアクティブに活躍されている 6 名の先生方に、3 つのテーマについてご講演の後にディベートしていただいた。最初のテーマは「ストレス撮影の必要性」とし、札幌医科大学の寺本篤史先生には肯定派として、帝京大学の笹原潤先生には否定派としてご討議いただいた。2 つめのテーマは「新鮮例に対する治療の第 1 選択」とし、神戸大学の神崎至幸先生には保存療法を推奨する立場で、佐賀中部病院の田中博史先生には手術を行うべき例が存在するという立場でご討議いただいた。3 つめのテーマは「陈旧例に対する術式の選択」とし、奈良県総合医療センターの磯本慎二先生には残存靱帯を用いた修復術を推奨する立場で、北里大学の東山礼治先生には自家腱を用いた再建術を推奨する立場でご討議いただいた。当日は会場の皆さんも積極的に討議にご参加いただき、熱いディベートが繰り広げられ、本領域における現状での結論や解決しなければならぬ、いくつかの課題が明らかにされた。

本項では、パネリストの 6 名の先生方に、パネルディスカッションの結果に当日十分に解説できなかった知見を含めてご執筆いただいている。この特集がきっかけとなり、この分野にさらに多くの注目が集まり、ますますの発展につながることを祈念する。

高尾昌人
〒173-8605 東京都板橋区加賀 2-11-1
帝京大学医学部整形外科学講座
TEL 03-3964-5047/FAX 03-5375-6864
E-mail mtakao@med.teikyo-u.ac.jp

帝京大学医学部整形外科学講座
Department of Orthopaedic Surgery, Teikyo University School of Medicine

ストレス撮影は必要である

—踵腓靱帯に着目した新たな画像診断ツール 3D MRI に加えて—

Stress Radiography and 3D MRI for Evaluation of Lateral Ankle Ligament Injuries

寺本 篤史 ¹⁾	Atsushi Teramoto	赤塚 吉紘 ²⁾	Yoshihiro Akatsuka
高島 弘幸 ²⁾	Hiroyuki Takashima	渡邊 耕太 ³⁾	Kota Watanabe
山下 敏彦 ¹⁾	Toshihiko Yamashita		

● Key words

ストレス撮影, 踵腓靱帯, 3D MRI

● 要旨

足関節外側靱帯損傷は適切な保存治療によりスポーツ活動への復帰が可能であるが¹⁾, 重度損傷はスポーツ競技復帰まで長期間を要したり, 手術が必要になることがある。重症度は踵腓靱帯(CFL)損傷の有無によって定義される。ストレス撮影は画像診断として広く行なわれているが, ストレス撮影単独での評価には限界があり, 筆者らはストレス撮影と 3D MRI の組み合わせによって CFL を中心とした足関節外側靱帯損傷の詳細な評価を行ってきた。その結果, 手術の必要性や手術手技の選択における有用性が高まり, 足関節外側靱帯損傷の治療選択に応用可能と考えられた。

はじめに

足関節外側靱帯損傷は頻度の高いスポーツ外傷の 1 つである¹⁾。適切な保存治療によりスポーツ活動への復帰が可能であるが²⁾, 重度損傷は競技復帰に長期間を要する³⁾。また, 疼痛や不安定性の残存, 再発が問題となり手術が必要になることがある。足関節外側靱帯損傷の重症度は踵腓靱帯(calcaneo fibular ligament; CFL)損傷の

有無によって定義されるが⁴⁾, CFL 損傷を正確に評価することは容易ではない。

足関節外側靱帯損傷の画像診断としてストレス撮影は機能的評価として広く行なわれている。しかし, ストレス手技の一定化や疼痛などの問題があり, 靱帯損傷の程度と一致しないことがあるとも報告されている^{5,6)}。このようにストレス撮影単独での評価には限界がある。一方で新たな画像診断ツールである 3D MRI は任意の断面を再構成することが可能なため, 腓骨筋腱の深層にあ

寺本篤史
〒060-8543 札幌市中央区南 1 条西 16 丁目
札幌医科大学医学部整形外科
TEL 011-611-2111(内線 33330)
E-mail teramoto.atsushi@gmail.com

- 1) 札幌医科大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine
- 2) 札幌医科大学附属病院放射線部
Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital
- 3) 札幌医科大学保健医療学部理学療法第二講座
Second Division of Physical Therapy, Sapporo Medical University School of Health Science

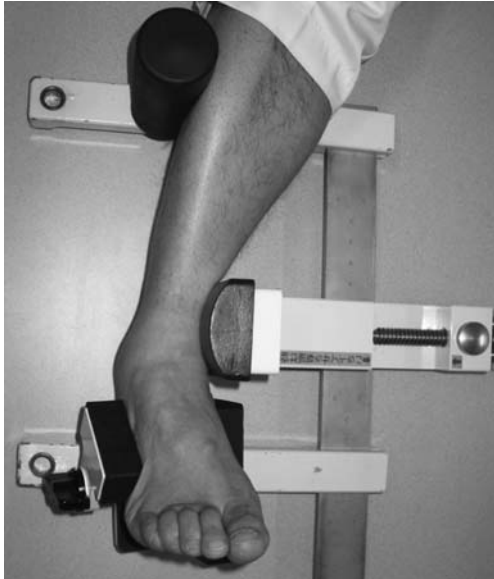


図1 テロス SE を用いたストレス手技(内がえし負荷)

り、走行も複雑な CFL の評価が可能である⁷⁾。筆者らはストレス撮影と 3D MRI の組み合わせによって CFL を中心とした足関節外側靱帯損傷の詳細な評価を行ってきた。

本稿では、従来のストレス撮影と新たな画像診断ツールである 3D MRI の組み合わせによる CFL 評価の有用性について述べる。

ストレス撮影の必要性

筆者らはテロス SE (METAX) を使用し 150N 負荷内がえし時の足関節正面像と、前方引出し時の足関節側面像の X 線撮影を行なっている (図 1)。必ず両側撮影を行ない、比較することが重要である。しかし、外側靱帯部に圧迫力と牽引力が加わるため、新鮮例では疼痛が問題となり原則行なわない。足関節正面像において talar tilt angle (TTA) を、側面像において anterior drawer distance を計測する (図 2)。いずれも定量的な評価が可能であるため、治療効果判定において極めて有用である。Talar tilt angle が 15° 以上で CFL の剥離や変性、消失が認められるとも報告されており⁸⁾、重症度判定と治療選択への応用もある程度可能である。しかし、ストレス X 線は機能評価であり、靱帯そのものの質的評価は不能なため CFL 評価ツールとして完全ではない。そのため、重症度判定に基づいた治療選択のためには靱帯の質的評価を加える必要がある。

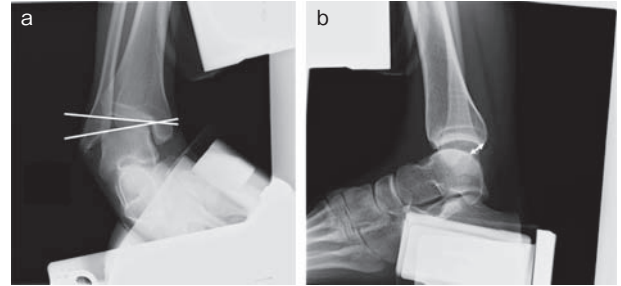


図2 ストレス X 線像

a: 足関節正面像における talar tilt angle

b: 足関節側面像における anterior drawer distance

3D MRI による足関節外側靱帯評価

近年は 3.0T MRI 装置の導入が進み、高解像度画像が得られることで三次元化 (3D MRI) が可能となってきた。さらに任意の断面を再構成することで複雑な走行を呈する軟部組織の評価ができるようになった⁹⁾。筆者らは GE 社製の 3.0T-MRI 装置 (Signa HDxt 3.0T) を用い、足関節中間位にて 3D シーケンスである fast imaging employing steady-state acquisition cycled phases (FIESTA-C) による撮像を行なった。撮影条件は repetition time (TR)/echo time (TE) = 6.5/3.2 ms, flip angle (FA) = 30° , field of view (FOV) = 16 cm とし、matrix size = 320×320 , 0.6 mm の isotropic voxel データを取得した⁷⁾。撮影に要する時間は約 6 分であった。データ取得後ワークステーションにて前距腓靱帯 (anterior talofibular ligament; ATFL), CFL が全長にわたって最も明瞭に描出される oblique sagittal 像をそれぞれマニュアルで作製し、靱帯の長軸方向に再構成した。再構成に要する時間は約 10 分であった。ATFL, CFL とも明瞭に付着部と靱帯成分が描出され、全長にわたって確認できるため、靱帯異常信号の有無や形態学的変化についての評価が可能であった。

新鮮例に対する評価と治療選択

新鮮例に対しては問診と視診触診により重症度を推定する。骨折の有無を確認するために X 線は撮影するが、疼痛を配慮してストレス撮影は行なわない。CFL 損傷を疑う場合は 3D MRI を撮影し、各靱帯の形態と信号変化を評価する。

受傷直後は靱帯実質において高信号変化を確認することができる。経時的撮影においてはびまん性膨化を認

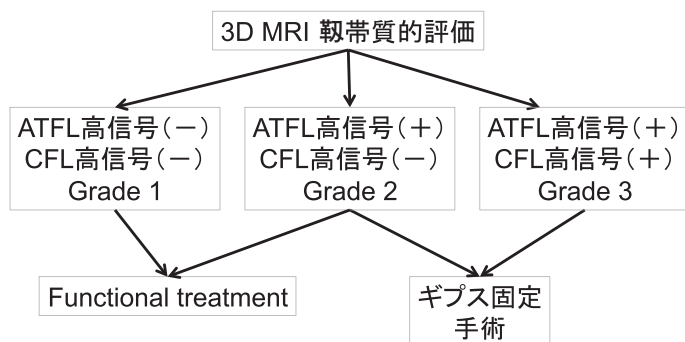


図3 新鮮例に対する評価と治療選択

め、癒痕形成を伴いながらの修復が確認できる¹⁰⁾。損傷がATFLのみかCFLにも及ぶものか確認することができるため、重症度判定が可能となる。保存治療におけるfunctional treatmentとギプス固定の選択、また、手術治療の必要性などを判断する基準となり得る(図3)。

陳旧例に対する評価と治療選択

陳旧例に対しては前述の3D MRIにて異常所見を認めた場合や、保存治療が無効な場合にX線ストレス撮影を必要とする。陳旧例においては疼痛を伴うことは少ない。

受傷から3ヵ月以上経過し不安定感または疼痛を訴え、陳旧性足関節外側靱帯損傷が疑われた症例に対して3D MRIを撮影した結果、33%においてCFL信号の消失、菲薄化、膨化などの異常所見を認めた(図4)。

ストレス撮影にてTTAが15°を超える症例の75%は3D MRI、手術所見ともにATFL、CFLの質的異常所見を認めたため、移植腱を用いた靱帯再建術を施行した。TTAが15°未満だった症例は、3D MRIにおけるCFL信号は主に膨化所見であり、理学療法を行なうことでほとんどは症状の改善が得られていた。また、症状が持続した症例も鏡視下Broström法で十分な治療効果が得られていた(図5)。

ま と め

足関節外側靱帯損傷の診断と治療においては、重症度に影響を与えるCFL損傷の評価が重要である。ストレスX線は足関節不安定性の機能評価と定量的評価が可能であり、有用な部分もあるが、靱帯の質的評価は不能である。質的評価が可能な3D MRIを加えることで、手術の必要性や手術手技の選択に対する有用性が高まり、治療選択への応用につながると考える。

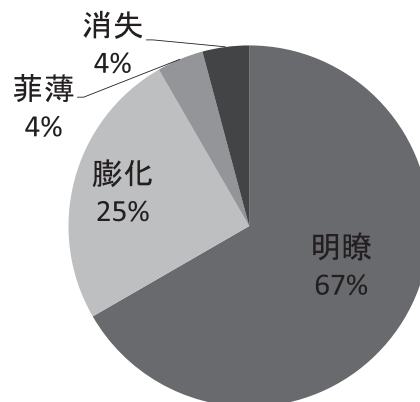


図4 陳旧性足関節外側靱帯損傷を疑われた症例の3D MRIによるCFL評価

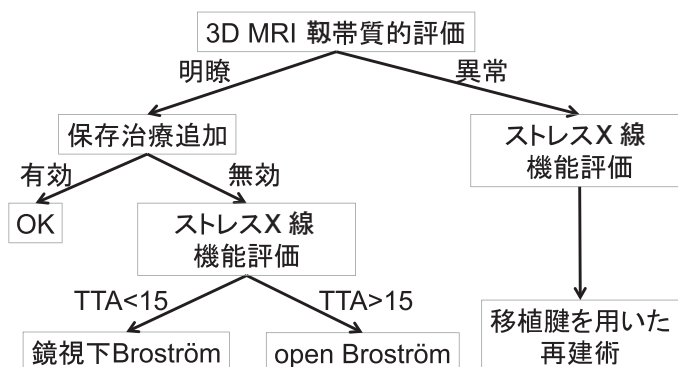


図5 陳旧例に対する評価と治療選択

文 献

- 1) Waterman BR et al : The epidemiology of ankle sprains in the United States. J Bone Joint Surg Am, 92 : 2279-2284, 2010.
- 2) van den Bekerom MP et al : Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 21 : 1390-1395, 2013.
- 3) Medina McKeon JM et al : Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. J Sci Med Sport, 17 : 23-28, 2014.
- 4) Beynnon BD et al : A prospective, randomized clinical investigation of the treatment of first-time ankle sprains. Am J Sports Med, 34 : 1401-1412, 2006.

- 5) Fujii T et al : The manual stress test may not be sufficient to differentiate ankle ligament injuries. Clin Biomech (Bristol, Avon), 15 : 619-623, 2000.
- 6) Lee KM et al : Relationship between stress ankle radiographs and injured ligaments on MRI. Skeletal Radiol, 42 : 1537-1542, 2013.
- 7) 寺本篤史ほか：MRI 3D シーケンスによる足関節外側靱帯の評価. 整スポ会誌, 36 : 39-42, 2016.
- 8) Hashimoto T et al : Clinical study of chronic lateral ankle instability : injured ligaments compared with stress X-ray examination. J Orthop Sci, 14 : 699-703, 2009.
- 9) Nemoto O et al : Three-dimensional fast imaging employing steady-state acquisition MRI and its diagnostic value for lumbar foraminal stenosis. Eur J Orthop Surg Traumatol, 24 : S209-S214, 2014.
- 10) 寺本篤史ほか：3D-MRI を用いた新鮮足関節外側靱帯損傷の評価. 別冊整形外, 69 : 207-210, 2016.

足関節外側靱帯損傷の画像診断； 単純 X 線ストレス撮影の診断的価値と超音波検査の可能性

Diagnostic Imaging of Lateral Ankle Ligament Injuries； Diagnostic Value of Stress Radiography and Potential of Ultrasound Diagnosis

笹原 潤 ¹⁻³⁾	Jun Sasahara	高尾 昌人 ¹⁻³⁾	Masato Takao
塚田 圭輔 ¹⁻³⁾	Keisuke Tsukada	松下 隆 ¹⁾	Takashi Matsushita
河野 博隆 ²⁾	Hiroataka Kawano		

● Key words

前距腓靱帯損傷，踵腓靱帯損傷，超音波画像診断

● 要旨

足関節外側靱帯損傷新鮮例の画像診断において，単純 X 線ストレス撮影は不要である．MRI による画像診断は描出は可能であるが，そのコストや検査に要する時間を考慮すると，ルーチンで行なう必要はない．超音波検査では，損傷形態を描出することが可能で，靱帯損傷による不安定性をリアルタイムで評価することもできる．陳旧例の画像診断においては，距腿関節の不安定性を定量化することができる単純 X 線ストレス撮影は広く用いられている．MRI では不安定性の評価はできないが，距骨骨軟骨損傷など合併損傷を評価するうえで有用である．超音波検査は，損傷靱帯の性状評価も不安定性の評価も可能であるが，検者依存度が高いことが課題である．

はじめに

足関節外側靱帯は，前距腓靱帯と踵腓靱帯，後距腓靱帯とで構成される．足関節の内がえし捻挫では，前距腓靱帯損傷が最も高頻度に生じ，しばしば踵腓靱帯損傷を合併する¹⁾．これら新鮮損傷に対しては，一般的に機能的装具療法を中心とした保存治療が適用され，その良好な成績が報告されている^{1,2)}．その一方で，5～33%の症

例には受傷 1 年後も痛みが残存し，受傷 3 年後までに 3～34%の症例が再受傷をきたしていたという報告もある³⁾．不安定性が残存し，疼痛が遺残する陳旧例に対しては，手術治療を検討する．この陳旧化した足関節外側靱帯損傷に対して手術適応を判断する際の診断は，新鮮損傷に対する診断とは異なり，両者はわけて考える必要がある．

本論文では，足関節外側靱帯損傷を新鮮例と陳旧例とにわけて，それぞれの画像診断について解説し，新鮮例

笹原 潤
〒 173-8606 東京都板橋区加賀 2-11-1
帝京大学医学部整形外科科学講座
TEL 03-3964-4097

1) 帝京大学スポーツ医科学センター
Teikyo University Institute of Sports Science and Medicine
2) 帝京大学医学部整形外科科学講座
Department of Orthopaedic Surgery, Teikyo University School of Medicine
3) 帝京大学医療技術学部スポーツ医療学科
Department of Sport and Medical Science, Faculty of Medical Technology, Teikyo University



図1 超音波検査による前方引き出しストレス評価
前距腓靱帯を描出したまま、プローブをもっていないほうの手で被検者の下腿遠位を把持し、下腿を上を持ち上げることによってストレスなし、下腿を下に押し下げることでストレスありの状態が観察できる。

については超音波検査の方法についても詳述する。

足関節外側靱帯損傷（新鮮例）の画像診断

単純 X 線検査では軟部組織を描出することができないため、足関節外側靱帯損傷を画像診断することは長らくできなかった。そこで、外側靱帯損傷による距腿関節の不安定性を評価するために研究・開発された手技が、単純 X 線ストレス撮影である。1945 年の Radiology で、重度足関節捻挫後の症例では、内がえしを強制した状態で撮影した単純 X 線写真で、距骨傾斜角が開いていることが報告された⁴⁾。1978 年には前方引き出しストレス・内反ストレスの手技において、一定の負荷をかけることができる Telos Stress Device (Telos GmbH, Marburg) が開発され、距腿関節の前方不安定性と内反不安定性を定量化することが可能となった。しかし、足関節外側靱帯損傷の新鮮例に対する診断や重症度評価は、病歴や臨床症状、身体所見(患部の腫脹や皮下出血の程度、歩容など)から行なわれ^{5,6)}、単純 X 線ストレス撮影の有用性は疑問視されている^{2,5-7)}。その理由の 1 つとして、ストレス撮影によって得られる情報によることなく、新鮮例に対しては保存治療を適用することが一般的になっていることがあげられている。新鮮例に対するストレス撮影は痛みを伴う侵襲的な検査であり、局所麻酔下に行なう場合には靱帯損傷を悪化させる潜在的なリスクがある。後述する非侵襲的な新しい画像診断技術が開

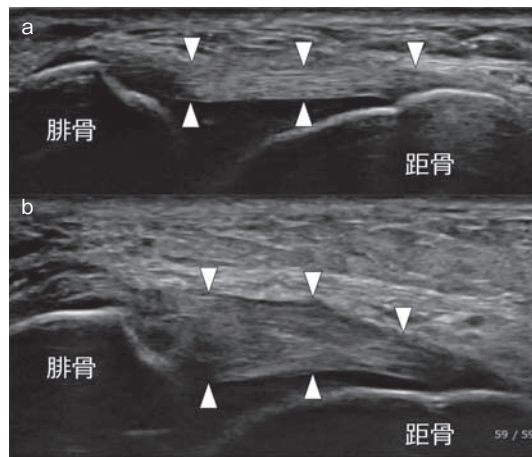


図2 前距腓靱帯 I 度損傷(新鮮例)
a: 健側. 前距腓靱帯(矢頭印)は均一な幅で fib-rillar pattern を呈している。
b: 患側(前方引き出しストレス下). 前距腓靱帯(矢頭印)は腫脹しているが、ストレス下でも腓骨付着部と距骨付着部との距離が開大しておらず、不安定性を生じていない。

発され発展をとげた現在、新鮮例に対するストレス撮影は不要であり、侵襲を考えると行なうべきではない。

1960 年代には超音波、1970 年代には magnetic resonance imaging (MRI) といった新しい画像診断技術が開発された結果、現在では外側靱帯を直接描出することが可能となった。MRI は、3.0T の高解像度 MRI や 3D MRI などその技術は著しい発展をとげ、整形外科診療において広く普及している。MRI では、前距腓靱帯や踵腓靱帯について、個々にその損傷状況を評価することができる^{8,9)}が、静止画であるため不安定性の評価はできない。また、通常は予約制のため受診から診断までタイムラグがあり、その高いコストも考慮すると、すべての足関節外側靱帯損傷の新鮮例に対して MRI を行なうことは非現実的であり、ルーチンで行なう必要はない。

超音波検査は、1980 年頃から整形外科において用いられてきたが、当時の技術では表在組織を鮮明に描出することが困難であったため、普及しなかった。しかし、近年における高周波リニアプローブの開発や画像構築技術の進歩によって、表在組織を鮮明に描出することが可能となり、超音波検査が急速に普及してきている。超音波検査は、MRI と同様に個々の靱帯損傷について評価することが可能なうえ、動きの中で観察することができるため、靱帯損傷による不安定性をリアルタイムに動きのなかで評価することもできる¹⁰⁻¹²⁾。簡便かつ低侵襲であるため、再診の都度行なうことにより、断裂部の治

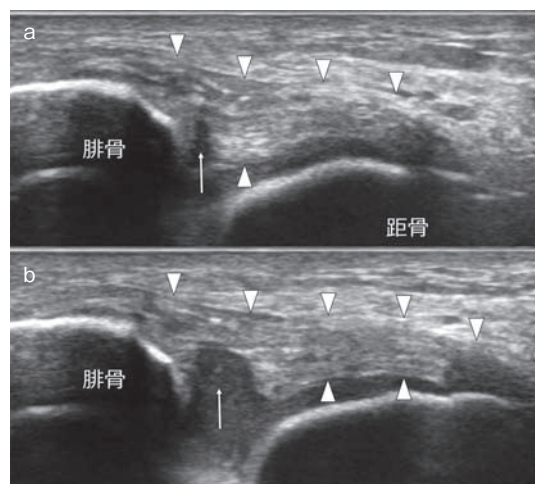


図3 前距腓靱帯Ⅱ度損傷(新鮮例)
a: 非ストレス下. 前距腓靱帯(矢頭印)は腫脹し, 腓骨側の深層に断裂部(矢印)が確認できる.
b: ストレス下. ストレスをかけることによって深層の断裂部(矢印)が開大しており, 不安定性を生じていることがわかる.



図4 前距腓靱帯Ⅲ度損傷(新鮮例)
a: 非ストレス下. 前距腓靱帯(矢頭印)は腫脹しているが, 断裂部は確認できない.
b: ストレス下. ストレスをかけることによって断裂部(矢印)が低エコー像として描出され, 靱帯線維の連続性が絶たれて不安定性を生じていることがわかる.

癒状況を経時的に評価することも可能である.

前距腓靱帯損傷(新鮮例)の超音波検査

超音波検査では, その長軸像を観察する. 健常例の前距腓靱帯は, 均一な幅の靱帯が fibrillar pattern (複数の線状高エコー像からなる層状配列) を呈している. これが損傷されると, fibrillar pattern が乱れて腫脹し, 損傷部位は低エコー像を呈する. さらに, 超音波で観察しつつ前方引き出しストレスを加えることにより, 断裂部の不安定性を描出できる. その方法は, まず被検者の踵を椅子の上などに置いた状態で前距腓靱帯を描出する. 次に, プローブをもっていないほうの手で被検者の下腿遠位を把持し, 下腿を上を持ち上げることでストレスなし, 下腿を下に押し下げることでストレスありの状態を観察できる(図1). I度損傷(微細損傷)では, 靱帯実質が全体的に腫脹するが, 不安定性は生じない(図2a,b). II度損傷(部分断裂)では, 断裂部の深層では靱帯線維の連続性が絶たれて不安定性を生じるものの, その表層では靱帯線維の連続性が保たれていることが確認できる(図3a,b). III度損傷(完全断裂)では, 断裂部の全層で靱帯線維の連続性が絶たれて不安定性を生じている(図4a,b).

踵腓靱帯損傷(新鮮例)の超音波検査

超音波検査では, その長軸像および短軸像を描出する

ことにより, 画像診断が可能である. その際, 踵腓靱帯の腓骨側付着部は, 外果の後方ではなく前方であることに注意して観察する. 健常例の長軸像では, 踵腓靱帯は fibrillar pattern を呈するが, その腓骨側付着部は, 異方性(エコーのビームが対象組織に斜めにあたると, 画像が不鮮明になり低エコー像を呈する)により低エコー像を呈するため, 同部の観察は困難であることが多い. 長軸像では, 損傷された靱帯は腫脹して低エコー像を呈し, 短軸像では, 踵骨直上に腫脹した踵腓靱帯が確認できる(図5a~d).

足関節外側靱帯損傷(陳旧例)の画像診断

単純X線ストレス撮影は, 新鮮例に対してその診断的価値が否定されているが, 陳旧例に対しては広く用いられている. 距腿関節の前方不安定性と内反不安定性を定量化することができるため, 手術成績の評価項目としても重用されている. その一方で, 不安定性の判断基準は報告によってまちまちであり^{13~15)}, 偽陰性を呈する症例が多いことも知られている¹⁵⁾.

MRI は, 新鮮例と同様に不安定性の評価はできないが, 損傷靱帯を画像評価することができる¹⁶⁾. また, 距骨骨軟骨損傷など合併損傷を評価するうえでも MRI は有用である.

超音波検査では, 損傷靱帯の性状を評価することが可

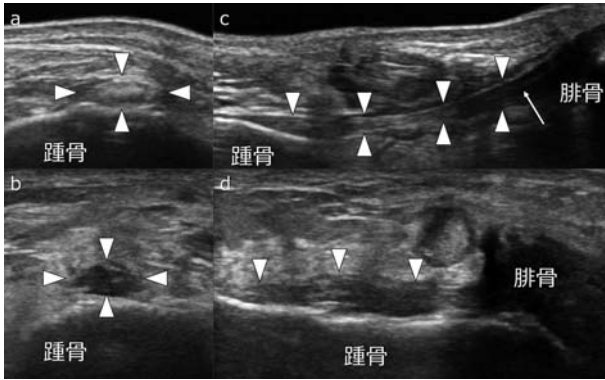


図5 踵腓靱帯損傷(新鮮例)

- a: 健側(短軸像). 踵腓靱帯(矢頭印)は踵骨直上に楕円形で描出される.
- b: 患側(短軸像). 踵腓靱帯(矢頭印)は腫脹して低エコー像を呈している.
- c: 健側(長軸像). 健全な踵腓靱帯(矢頭印)は, fibrillar pattern を呈している. 腓骨側が低エコー像(矢印)を呈しているのは, 損傷ではなく異方性による変化である.
- d: 患側(長軸像). 損傷された踵腓靱帯(矢頭印)は腫脹して低エコー像を呈し, 緊張が失われている.

能である^{17,18)}. 靱帯実質はしばしば菲薄化して緊張を失い, 数ヵ月以内に再受傷のエピソードがある症例では, 靱帯実質が肥厚していることもある. Os subfibulare など腓骨付着部の骨形態異常を伴っている症例も多く, 超音波検査では, これらの病変を描出することができる(図6a,b). また, 前距腓靱帯の腓骨付着部と距骨付着部との距離を, 静止時と前方引き出しストレス時で比較することにより, 前方不安定性を定量化することが可能である^{19,20)}. しかし, 陳旧例に対する超音波検査は, 新鮮例と違って検者依存度が高く, 病変を的確に描出するためには検者の知識や経験, 技術が必要である(図7a,b).

結 語

足関節外側靱帯損傷(新鮮例)の画像診断において, 単純X線ストレス撮影は不要である. MRIによる画像診断は可能であるが, そのコストや検査に要する時間を考慮すると, ルーチンで行なう必要はない. 超音波検査では, 低侵襲かつ簡便に損傷形態を描出することが可能であるため, 断裂部の損傷度合いおよび治癒状況を経時的に評価することができる. さらに, ストレスを加えながら動的に観察することにより, 靱帯損傷による不安定

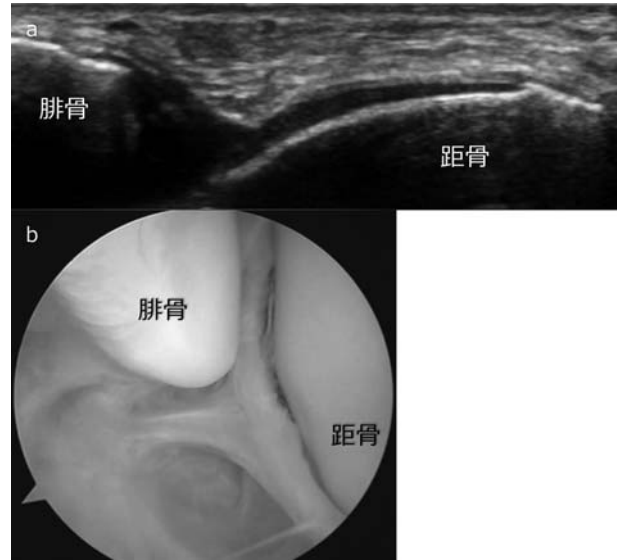


図6 前距腓靱帯損傷(陳旧例) 超音波画像と鏡視画像との照合

- a: 超音波画像. 前距腓靱帯の線維は確認できない.
- b: 鏡視画像. 術中の鏡視所見でも, 靱帯線維はほとんど残っていなかった.

性をリアルタイムに評価することもできる.

足関節外側靱帯損傷(陳旧例)の画像診断において, 距腿関節の不安定性を定量化することができる単純X線ストレス撮影は広く用いられている. MRIでは不安定性の評価はできないが, 損傷靱帯の画像評価は可能で, 距骨骨軟骨損傷など合併損傷を評価するうえでも有用である. 超音波検査は, 損傷靱帯の性状評価も不安定性の評価も可能である.

足関節外側靱帯損傷の画像診断におけるポイントは, 損傷靱帯の画像評価と不安定性の評価であり, このいずれにも対応できる画像診断ツールは超音波検査だけである. その一方で, 検者の知識や経験, 技術によって得られる画像情報に差が生じることが課題として指摘されている. この検者依存度の高さは, 整形外科において超音波診療が普及するにつれ, 解決されていくことが期待できる. 足関節外側靱帯損傷の診断や重症度評価において, これまで画像診断の果たす役割は少なかったが, 今後は超音波検査がその役割を担っていくものと考えている.

文 献

- 1) Ferran NA et al : Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex. Foot Ankle Clin, 11 : 659-662, 2006.
- 2) Kerkhoffs GM et al : Functional treatments for

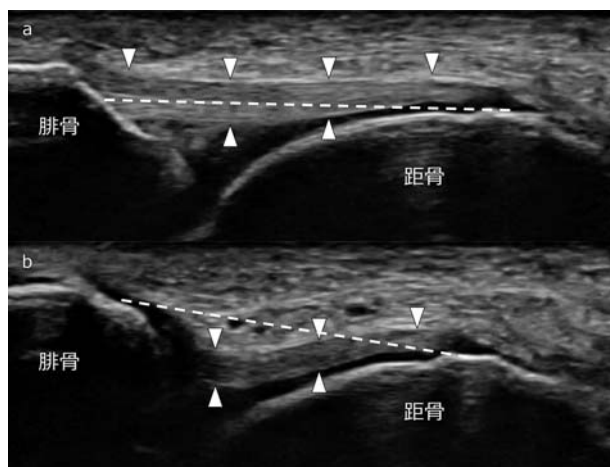


図7 前距腓靱帯損傷(陈旧例)超音波検査時の注意事項
 a: 静止時. 図1に示したように, 被検者の踵を椅子の上に置いた状態で, とくにストレスを加えることなく前距腓靱帯を描出している. 前距腓靱帯(矢頭印)は均一な幅で fibrillar pattern を呈しており, 明らかな異常所見は確認できない.
 b: 自重ストレス解除時. プローブをもっていないほうの手で被検者の下腿遠位を把持し, 下腿を上を持ち上げたところ, 靱帯線維は緊張を失って弛緩した. 靱帯の腓骨付着部と距骨付着部との距離(破線)をaと比べることにより, 不安定性が存在していることがわかる. 椅子に踵をのせただけでも, 下肢の重さによって軽い前方引き出しストレスがかかっていることを考慮しなければならない.

acute ruptures of the lateral ankle ligament : a systematic review. *Acta Orthop Scand*, 74 : 69-77, 2003.

- 3) van Rijn RM et al : What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*, 121 : 324-331, 2008.
- 4) Pendergrass EP et al : Roentgen study of the ankle in severe sprains and dislocations. *Radiology*, 45 : 40-44, 1945.
- 5) Chorley JN et al : Management of ankle sprains. *Pediatr Ann*, 26 : 56-64, 1997.
- 6) van Dijk CN et al : Physical examination is sufficient for the diagnosis of sprained ankles. *J Bone Joint Surg Br*, 78 : 958-962, 1996.
- 7) Frost SC et al : Is stress radiography necessary in the diagnosis of acute or chronic ankle instability? *Clin J Sport Med*, 9 : 40-45, 1999.
- 8) Roemer FW et al : Ligamentous injuries and the

risk of associated tissue damage in acute ankle sprains in athletes : a cross-sectional MRI study. *Am J Sports Med*, 42 : 1549-1557, 2014.

- 9) Park HJ et al : Usefulness of the oblique coronal plane in ankle MRI of the calcaneofibular ligament. *Clin Radiol*, 70 : 416-423, 2015.
- 10) 笹原 潤ほか : 一般外来診療領域における運動器エコーの意義. *超音波医*, 42 : 5-19, 2015.
- 11) Croy T et al : Talofibular interval changes after acute ankle sprain : a stress ultrasonography study of ankle laxity. *J Sport Rehabil*, 22 : 257-263, 2013.
- 12) Precerutti M et al : Sonographic anatomy of the ankle. *J Ultrasound*, 17 : 79-87, 2013.
- 13) Cordova ML et al : Mechanical joint laxity associated with chronic ankle instability : a systematic review. *Sports Health*, 2 : 452-459, 2010.
- 14) Karlsson J et al : Radiographic evaluation of ankle joint stability. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1 : 166-175, 1991.
- 15) Tourné Y et al : Chronic ankle instability. Which tests to assess the lesions? Which therapeutic options? *Orthop Traumatol Surg Res*, 96 : 433-446, 2010.
- 16) Kim YS et al : Reliability and validity of magnetic resonance imaging for the evaluation of the anterior talofibular ligament in patients undergoing ankle arthroscopy. *Arthroscopy*, 31 : 1540-1547, 2015.
- 17) Radwan A et al : Effectiveness of ultrasonography in diagnosing chronic lateral ankle instability : a systematic review. *Int J Sports Phys Ther*, 11 : 164-174, 2016.
- 18) Hua Y et al : Ultrasound examination for the diagnosis of chronic anterior talofibular ligament injury. *Acta Radiol*, 53 : 1142-1145, 2012.
- 19) Cho JH et al : Value of stress ultrasound for the diagnosis of chronic ankle instability compared to manual anterior drawer test, stress radiography, magnetic resonance imaging, and arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24 : 1022-1028, 2016.
- 20) Lee KT et al : New method of diagnosis for chronic ankle instability : comparison of manual anterior drawer test, stress radiography and stress ultrasound. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22 : 1701-1707, 2014.

新鮮足関節外側靱帯損傷に対する治療の 第 1 選択は保存療法である

Conservative Treatment Is the 1st Choice to Fresh Lateral Ankle Ligament Injury

神崎 至幸¹⁾ Noriyuki Kanzaki 茨木 一行¹⁾ Kazuyuki Ibaraki
荒木 大輔¹⁾ Daisuke Araki 松下 雄彦¹⁾ Takehiko Matsushita
高倉 義幸²⁾ Yoshiyuki Takakura 黒田 良祐¹⁾ Ryosuke Kuroda

● Key words

足関節外側靱帯損傷, 保存療法, Functional treatment

● 要旨

足関節捻挫は最も頻度の高いスポーツ外傷であり, 捻挫の 85% は足関節外側靱帯損傷であるといわれている。新鮮足関節外側靱帯損傷の初期治療が RICE 療法であることは周知であるが, その後の加療が保存療法を選ぶのか手術療法を選ぶのかについては, 諸家の報告からも決定的なコンセンサスは得られていない。ただ, 最新の review から手術療法は推奨しない方向になってきており, 今後ますます保存療法が重要となってくる。保存療法には大きく固定療法と機能的運動療法 (functional treatment) があり, 現在では機能的不安定性の改善に重きを置いた functional treatment が主流となっている。

はじめに

足関節捻挫は全スポーツ外傷のなかでも最も頻度の高い外傷の 1 つといえる¹⁾。また足関節の全外傷のなかでも 75% を占めており²⁾, 捻挫のうち約 85% が内がえしによる外側靱帯損傷といわれている³⁾。

足関節外側靱帯は前距腓靱帯 (anterior talofibular ligament; ATFL), 踵腓靱帯 (calcaneofibular ligament;

CFL), 後距腓靱帯で構成され, これらのすべての付着部が腓骨外果下端前方部に集中している⁴⁾。また, 足関節外側靱帯損傷のうち約 85% は ATFL 単独損傷で, 残りのほとんどは ATFL と CFL の複合損傷といわれている⁵⁾。

新鮮足関節外側靱帯損傷の治療に関しては, 保存療法と手術療法があげられるが, 依然決定的なコンセンサスが得られていないのが現状である。本稿では保存療法を選ぶべき根拠を述べ, 具体的にどのような保存療法が現

神崎至幸
〒 650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-1
神戸大学大学院整形外科
TEL 078-382-5985

1) 神戸大学大学院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kobe University Graduate School of Medicine
2) 高倉整形外科スポーツクリニック
Takakura Orthopaedics & Sports Clinic

表1 足関節外側靱帯損傷の重傷度分類

Grade 1 (Mild)	ATFL 単独の部分損傷
Grade 2 (Moderate)	ATFL 完全断裂を伴う ATFL-CFL 複合損傷
Grade 3 (Severe)	ATFL-CFL 完全断裂

時点で推奨されるかについて診断方法を含めて概説する。

なぜ保存療法を推奨するか？

保存療法の2～30%は機能的不安定性が残存するといわれており⁶⁾、新鮮例に対しての手術療法は遺残疼痛・再受傷率・安定性の点で保存療法より優れているとの報告もある⁷⁾。

また、現在足関節外側靱帯損傷の重症度の分類としては3段階にgradingされるものが広く使用されているが⁸⁾(表1)、grade3の損傷に関しては手術療法を推奨する報告も認められる⁹⁾。

しかし一方で、手術療法のほうがトータルのコストが高い、可動域制限が残る可能性が高い、日常生活やスポーツ復帰までの期間が長いといった問題点や、手術に伴う合併症が存在するといったことが指摘されてきた^{9～11)}。これらの手術療法の利点や欠点を踏まえたうえで、質の高いシステマティックレビューである2015年のコクラン・レビューでは、新鮮足関節外側靱帯単独損傷の治療は重症度に関わらず手術療法は推奨しない、と結論付けている¹²⁾。ただ、不安定な足関節骨折、距骨骨軟骨損傷(osteochondral lesion of talus; OLT)、関節内遊離体や腓骨筋腱断裂などの合併損傷がある場合は、個々の状況に応じて手術療法を選択することもある。

診 断

1. 問診、視診、触診

受傷機転(内がえし、外がえし)や足関節捻挫の既往歴などを聴取し、腫脹・皮下血腫などの視診、圧痛点や疼痛を誘発する肢位の確認といった触診などにより診断は容易である。とくに圧痛点を詳細に確認することによりATFL単独損傷なのかATFL-CFL複合損傷なのかもおよその判断は可能であり、前下脛腓靱帯損傷、二分靱帯損傷などの靱帯損傷も診断可能である。ストレステストは受傷直後の場合強い疼痛を伴うため行なえないことも多々ある。

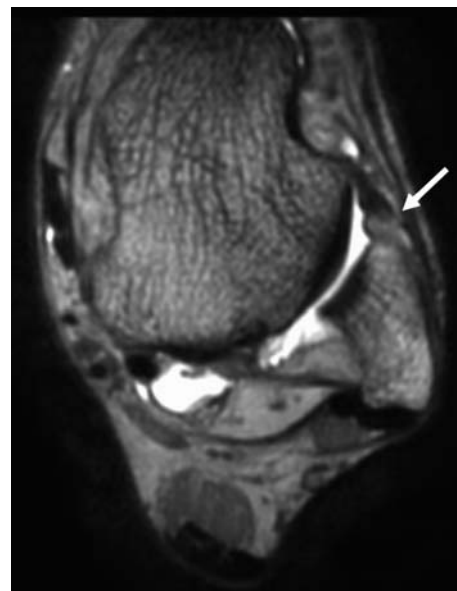


図1 ATFL 損傷でのMRI像(陈旧例)
T2強調画像の水平断にて、ATFLの腓骨付着部での膨隆、変性所見とたわみが認められる(矢印)。

2. 画像検査

a. 単純X線、CT

外果裂離骨折やOs subfibulare、骨棘、関節内遊離体といったものの有無の精査や形状の把握に必要である。

b. MRI

損傷した靱帯の状態の精査に行なう。ATFLは水平断像で比較的良好に描出できるが(図1)、CFLは通常撮影では描出困難であり検討の余地がある。また、OLTや骨髄浮腫の確認にも有効であり、OLTが存在すれば場合によっては新鮮例に対しても手術療法を選択することもある。このようにMRIは重要な検査ではあるが、外側靱帯が描出できても実際の靱帯の質は鏡視を試みないとわからないことが多いため過信は禁物である。

c. エコー

新鮮損傷の診断においてとくに有効である(図2)。動的な評価が可能であるため、裂離骨片の有無や断裂部位の同定が可能である。治療効果判定にも有効であるが、検者の主観的評価となる点に注意が必要である。

初期治療

新鮮足関節外側靱帯損傷の初期治療が、rest(安静)、icing(冷却)、compression(圧迫)、elevation(挙上)のRICE療法であることには疑う余地がない。これに、protection(保護)を加えて、PRICE療法と呼ぶこともあ

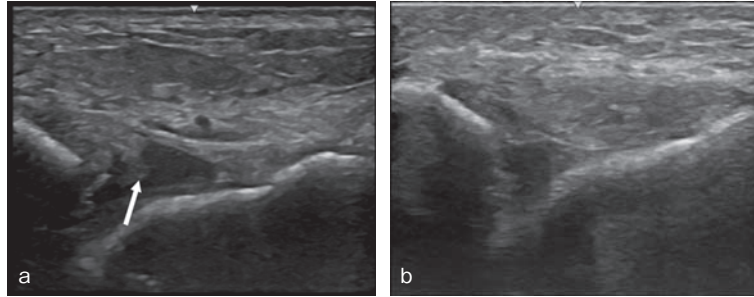


図2 ATFL 損傷のエコー像

- a: 受傷直後. 矢印の部分で ATFL の関節側が損傷していることがわかる.
b: 受傷 3 週後. 損傷部分が修復され線維の走行が確認できるようになっている.



図3 電動アイシング装置
米国 Cool Systems 社製: GAME READY.

る。受傷直後から受傷後 48 時間の急性期の間に行なうことにより疼痛と腫脹の軽減を図ることが可能である¹³⁾。近年では携帯性に優れ間欠的にクーリングが行なえるため凍傷のリスクが少ない電動のアイシング装置も購入やレンタル可能である(図3)。

その後の治療は保存療法と手術療法のどちらかとなるが、本稿では保存療法に絞って概説する。また、Grade 1 の損傷に関しては、湿布と短期間の運動制限程度でよいので、以下は Grade 2 と 3 に対する加療とする。

保存療法の種類

ギプスや硬性装具で一定期間固定を行なう固定療法と、装具で固定をした状態で運動療法を行なう機能的運動療法(functional treatment; FT)があるが、固定療法は6つの点(スポーツ復帰までの期間、仕事復帰までの期間、腫脹、ストレス単純 X 線での評価、可動域、患者満足度)で FT に劣るとの報告もあり¹⁴⁾、現在では FT が主流となっている。



図4 バランスボードを使った functional treatment

機能的運動療法 (functional treatment)

その名の通り機能的装具で固定をした状態で、さらに理学療法士やトレーナーの指導の下で計画的に運動療法を行なう治療法のことである。足関節の外側動揺性(lateral instability)には構造的不安定性と機能的不安定性があり FT は機能的不安定性の改善を主眼に置いている。機能的不安定性には位置覚障害やバランス能力・姿勢制御能力低下といった固有感覚器障害と、筋反応時間の遅延や筋力低下といった神経筋コントロール障害がある。固有感覚器障害に対する代表的な訓練がバランスボードなどを使ったバランス訓練であり(図4)、神経筋コントロール障害に対する訓練がゴムチューブなどを



図5 ゴムチューブを使用した腓骨筋・後脛骨筋筋力訓練

使った腓骨筋筋力訓練である(図5)。

FTの前に固定期間を設けるかどうかについてはさまざまな意見があり、固定は不要で最初から運動療法を行なうという報告もあるが¹⁵⁾、一方で短下肢ギプス固定を10日間することにより腫脹や出血を抑え疼痛を軽減し3ヵ月後の成績を良好なものにするといった報告や¹⁶⁾、5~10日間の短下肢ギプスカブーツ固定を推奨する報告もある¹⁷⁾。われわれはGrade 2なら1週間、Grade 3なら2週間の短下肢ギプス固定を通常行なっている。その後は、理学療法士やトレーナーの指導の下で受傷後6週間まではFTを継続し、その後ジョギングから徐々にレベルを上げていくが、運動の際は機能的装具を着用するようにする。受傷後3ヵ月経過すれば基本的には装具なしでの競技復帰を許可しているが、lateral instabilityが残存した場合はブレースやテーピングをしてのプレーを推奨している。また、競技復帰後も運動療法を継続することにより捻挫の再発率が低下することもわかっており¹⁸⁾、患者には自宅での運動療法の継続を推奨している(図6)。

新鮮足関節外側靱帯損傷 (Grade 2・3)の治療のまとめ

1. RICE療法(1~2日間)
2. 診断(問診, 視診, 触診, 画像検査)
3. 短下肢ギプス固定(1~2週間)
4. functional treatment(受傷後6週まで)
5. 機能的装具固定下に徐々に運動復帰
6. その後も運動療法を継続

文 献

- 1) Sandelin J : Acute sports injuries : A clinical and epidemiological study (dissertation). University of Helsinki, 1-66, 1988.



図6 タオルを用いて行なう自宅でもできる運動療法

- 2) Garrick JG : The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. Am J Sports Med, 5 : 241-242, 1977.
- 3) Reed ME et al : Athletic ankle injuries. Orthopaedic Knowledge Update, Sports Medicine 4. Kibler WB ed. American Academy of Orthopaedic Surgeons, 199-214, 2009.
- 4) Sarrafian SK : Syndesmology. In : Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle, 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkin, Philadelphia : 163-222, 2011.
- 5) Clanton TO et al : Athletic injuries to the soft tissues of the foot and ankle. Surgery of the Foot and Ankle, Coughlin MJ et al eds. 8th ed, Mosby, 1423-1564, 2009.
- 6) Guillo S et al : Consensus in chronic ankle instability : aetiology, assessment, surgical indications and place for arthroscopy. Orthop Traumatol Surg Res, 99 : 411-419, 2013.
- 7) Pijnenburg AC et al : Operative and functional treatment of rupture of the lateral ligament of the ankle. A randomised, prospective trial. J Bone Joint Surg Br, 85 : 525-530, 2003.
- 8) Chorley JN et al : Management of ankle sprains. Pediatr Ann, 26 : 56-64, 1997
- 9) Kerkhoffs GM et al : Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. Cochrane Database Syst Rev Issue, CD000380, 2002.

- 10) Kannus P et al : Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am*, 73 : 305-312, 1991.
- 11) Shrier I : Treatment of lateral collateral ligament sprains of the ankle : a critical appraisal of the literature. *Clin J Sport Med*, 5 : 187-195, 1995.
- 12) Chaudhry H et al : Cochrane in CORR® : Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults (review). *Clin Orthop Relat Res*, 473 : 17-22, 2015.
- 13) van den Bekerom MP et al : What is the evidence for rest, ice, compression, and elevation therapy in the treatment of ankle sprains in adults? *J Athl Train*, 47 : 435-443, 2012.
- 14) Kerkhoffs GM et al : Immobilisation for acute ankle sprain. A systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg*, 121 : 462-471, 2001.
- 15) Bleakley CM et al : Effect of accelerated rehabilitation on function after ankle sprain : randomised controlled trial. *BMJ*, 340 : c1964, 2010.
- 16) Lamb SE et al : Mechanical supports for acute, severe ankle sprain : a pragmatic, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*, 373 : 575-581, 2009.
- 17) van den Bekerom MP et al : Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21 : 1390-1395, 2013.
- 18) Verhagen E et al : The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains : a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*, 32 : 1385-1393, 2004.

新鮮足関節外側靱帯損傷に対する保存治療無効例に対する検討

Examination of Cases in Which Conservative Treatment for Athlete's Acute Lateral Ankle Ligament Injury Is Not Effective

田中 博史^{1,2)} Hirofumi Tanaka 坂井 達弥³⁾ Tatsuya Sakai
西古 亨太²⁾ Kyota Nishifuru 百武 康介²⁾ Kosuke Hyakutake

● Key words

新鮮足関節外側靱帯損傷, 鏡視下靱帯修復術, 足関節鏡

Acute lateral ankle ligament injury : Arthroscopic ligament repair : Ankle arthroscopy

●要旨

新鮮足関節外側靱帯に対する治療の第 1 選択は保存療法であり, その治療成績は良好である。しかし, 適切に保存療法を受けたが症状が残存し, スポーツに影響が出る症例もある。今回, 保存療法を受けた症例で最終的に手術療法に至った症例について調査し, その治療成績および関節鏡所見の特徴について検討した。術後平均 7.5 週で全例スポーツ復帰しており, 関節鏡所見は全例外果付着部での ATFL 部分断裂であった。鏡視下靱帯修復術は早期スポーツ復帰が可能であり, とくにスポーツ選手に対し, 適応を広げて最初から手術をする選択肢があってもいいと考えられるが, 最初から手術が必要な症例を見極めるための確実な初期診断が今後の課題である。

はじめに

新鮮足関節外側靱帯損傷の治療として現在日本ではそのほとんどの症例でギプス固定や機能装具を用いた functional treatment などの保存療法が行なわれている。しかし, 保存療法の 20~40% では mechanical instability が残存するともいわれている^{1~3)}。適切な保存療法を受けたにも関わらず痛みや不安定性が残存し, スポーツ

活動に支障が出る症例があることも事実である。保存療法が適切であったとすれば, このような症例は保存療法の適応ではなく, 最初から手術療法を選択することによってスポーツ活動に対して影響が出なかった可能性も考えられる。このことから, 今回, 当院または他院にて新鮮足関節外側靱帯損傷と診断され保存療法を受けたが, 疼痛や不安定性などによりスポーツ活動に支障をきたした症例について, その関節鏡所見および治療成績, 特徴について検討した。

田中博史
〒840-0054 佐賀市水ヶ江 4-2-15
百武整形外科スポーツクリニック
TEL 0952-26-2006

- 1) JCHO 佐賀中部病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Japan Community Health Care Organization
Saga Chubu Hospital
- 2) 百武整形外科スポーツクリニック
Hyakutake Orthopedic and Sports Clinic
- 3) 町立太良病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Tara Town Hospital

対象と方法

対象は2014年4月から2016年4月までに、当院または他院にて新鮮足関節外側靭帯損傷と診断され保存療法を受けた後に、関節鏡視下靭帯修復術を行なった6例6足で、その内訳は男性5例、女性1例であった。手術時平均年齢は15.8歳(13~18歳)、術後平均経過観察期間は6.6ヵ月(3.5~12ヵ月)であった(表1)。

当院での初回新鮮足関節外側靭帯損傷に対する保存療法は原則的に3週間のギプスシーネ固定(腫脹や疼痛の程度によっては固定期間を延長する)を行ない、固定除去後はサポーターに変更して理学療法を開始する。荷重は受傷時から疼痛の範囲内で許可し、疼痛の消失や筋力、可動域の改善を見ながらスポーツ復帰を許可している。受傷時は疼痛や腫脹が強いため、ストレスX線撮影は行なっていない。理学療法を行ないながら、スポーツ復帰できない症例には、手術療法の説明を行ない、患者側の希望があれば手術療法に移行する。

手術療法は関節鏡下靭帯修復術を行なっている。手術体位は仰臥位。介達牽引装置を用い、使用する器械は2.7 mm 30°斜視鏡とマイクロスーチャーラッソ、2.9 mm Peek Pushlock アンカーで、ポータルは、antero-medial

portal, antero-lateral portal, accessory antero-lateral portal の3portalで行なう。外果の前距腓靭帯付着部の近位外側に骨孔を作製し、前距腓靭帯の inferior band も含めて皮下から outside-in で距骨と前距腓靭帯の間にラッソを通す。ループワイヤーをアクセサリ portal から出して、2号 fiber wire を二重折にしてリレーする。リレーした糸は関節包から前距腓靭帯全体を包み込んだ形となり、Racking Hitch 法で縫合し、断端をアンカーに通して、外果に打ち込んで手術を終える(図1)。

後療法はギプスシーネ固定を1週間行ない、その後サポーターに変更して保存療法に準じて理学療法を行なう。

手術適応は初回受傷後、前述の保存療法が無効であった症例で、足関節不安定感を自覚し、徒手でのストレスX線撮影による距骨傾斜角(talar tilt angle; TTA)が5°以上または距骨前方移動距離(anterior drawer distance; ADD)が6 mm 以上で、左右差を認める症例とした。ストレスX線撮影は同一術者の徒手により足関節底屈20°で行ない、仰臥位で内反ストレス、側臥位で前方引き出しストレスをかけた。

調査項目は受傷から手術までの期間、術後スポーツ復帰まで期間、関節鏡所見を調査した。スポーツ復帰時期の定義は制限なく、全体練習に合流し、試合している状態となった時期とした。臨床評価として術前、最終診察時の日本足の外科学会後足部判定基準(JSSF ankle/hindfoot scale: JSSF scale)を用い、X線学的評価として術前、最終診察時での TTA と ADD を計測した。統計は対応のある t 検定を用い、危険率 0.05 未満を有意差ありとした。

表1 対象の内訳

男性 : 女性	5 : 1
右 : 左	5 : 1
平均年齢(歳)	15.8 (13~18)
経過観察期間(月)	6.6 (3.5~12)

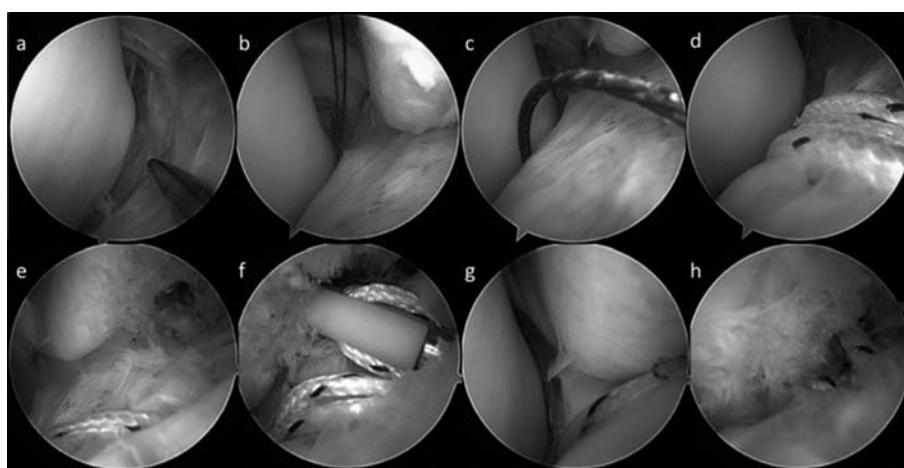


図1 手術の手順

a: 断裂部の確認, b: ラッソからループワイヤーを出す, c, d: 2号 fiber wire をリレー, e: 骨孔の作製, f: アンカー挿入, g: 距骨外果間の開大が消失, h: アンカー挿入部。

表2 受傷から手術までの期間、保存療法の種類、術後スポーツ復帰までの期間、スポーツ種目の内訳

症例	受傷から手術までの期間(月)	保存療法の種類	術後スポーツ復帰までの期間(週)	スポーツ種目
1	5	シーネ	8	バスケットボール
2	5	ギプス, リハビリ	8	陸上(棒高跳び)
3	4	サポーター, リハビリ	8	バスケットボール
4	4	シーネ	8	サッカー
5	3	サポーター	5	ラグビー
6	3	シーネ	8	バスケットボール
平均	3.8ヵ月		7.5週	

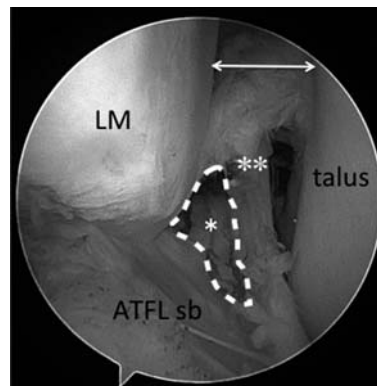


図2 関節鏡所見
距骨外果間の開大($\leftrightarrow$), 前距腓靱帯外果付着部での部分断裂(*), 断裂部の癒痕化(**).

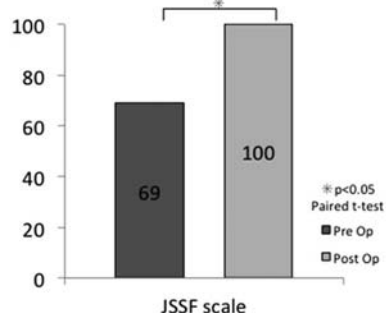


図3 術前後での JSSF scale の変化.

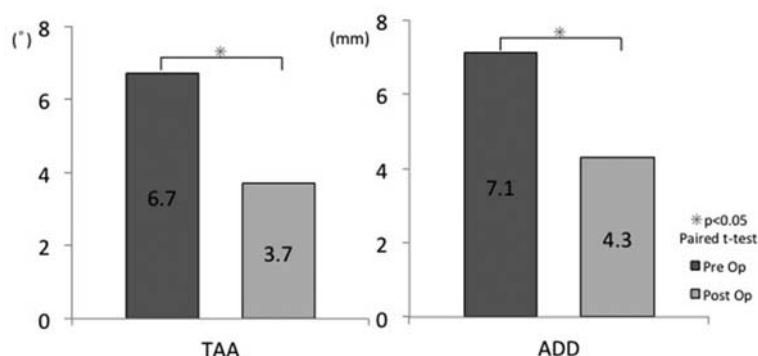


図4 術前後での TTA, ADD の変化

結 果

受傷から手術までの期間は平均3.8ヵ月(3~5ヵ月)であった。他院で治療を受けた後当院に受診した症例も含まれるため、保存療法の内容にはばらつきを認めた。術後スポーツ復帰は平均7.5週(5~8週)であった(表2)。関節鏡所見では距骨外果間の開大、外果付着部での前距腓靱帯部分断裂、断裂部分の癒痕化を共通して認めた(図2)。JSSF scaleは術前平均69点から術後平均100点に全例で有意に改善した(図3)。TTAは術前平均6.7°から術後平均3.7°に有意に改善した。ADDは術前平均7.1 mmから術後平均4.3 mmに有意に改善した(図4)。

考 察

新鮮足関節外側靱帯損傷に対して、第1選択が保存療

法であることは、その治療成績が良好であるという点からみて異論がないところである。これは1990年代にfunctional treatmentが支持されるような論文が散見されるようになり、保存療法が広まった背景がある^{4,5)}。しかし、実際に保存療法についてとくにfunctional treatmentを厳密に行なっている施設は非常に少ない。固定法もギプス固定やシーネ固定、テーピングやサポーターなどどれが本当にいいのか、固定期間はどれくらいが適切か、理学療法のメニューはどうしたらいいのかなど、統一されたプロトコルがないのが現状である。そのため保存療法の治療成績は施設間で大きな差が出る可能性がある。一方、手術療法を支持する報告として、Pijnenburgらは手術療法とfunctional treatmentを比較すると手術療法の方が遺残疼痛、再受傷、安定性の面で長期成績がよかったと述べている²⁾。

さらに将来的な変形性足関節症のリスクについて、Valderrabanoらによるとスポーツによる足関節外側捻挫は靱帯性の外傷性変形性足関節症の主な原因であり、

内反アライメントと関係し、靱帯性の末期変形性足関節症では永続的に不安定性が残存するといわれている⁶⁾。

また、保存療法と手術療法の比較において、手術療法のマイナス面として感染や神経障害などの術後合併症の問題やスポーツ復帰に時間がかかること、治療コストの問題があげられる。しかし、近年の鏡視下手術の進歩に伴い術後合併症の減少、早期スポーツ復帰、治療期間の短縮に伴うコストの減少などが期待できるようになってきており、手術に対するハードルは下がってきている。

今回調査した保存療法が無効であった症例の関節鏡所見の特徴として、全例が外果付着部での前距腓靱帯損傷であり、癒着による癒着を認めた。また癒着や保存治療による外固定の影響と思われるが術前 TTA は平均 6.7°と比較的小さい傾向であった。保存療法は靱帯断裂部分の治癒または癒着での癒着により、ある程度までは不安定性を制動することができるため、比較的良好な成績が見込められると思われる。一方、手術療法では確実に断裂部をいい位置に戻すことが可能であることが、最大のメリットである。今回の結果から早期に高いパフォーマンスを要求されるスポーツ選手の一部の症例では保存治療が必ずしも適切な治療ではない可能性がある。実際は日常生活において支障や疼痛がないことが多いため、なかには保存治療を受けてスポーツに復帰したもの、パフォーマンスが上がらない選手も潜在していると考えられる。スポーツ選手では、トップアスリートや初回の重症例といった high demand な症例に対しては積極的に手術をしてもいいのではないかという意見があるが、それに加えて中学、高校生の初回受傷で外果付着部損傷についても鏡視下靱帯修復術の適応であると考えている。しかし現状では付着部損傷の確実な診断が難しく、適応が明確にできないことも問題であり、今後の課題である。

本研究の限界として症例数が少ないことや後向きの研究であるため、今後は新鮮足関節外側靱帯損傷に対して前向き研究として保存療法が無効な症例は本当に外果付着

部損傷が多いのかどうかについても検討すべきである。

結 語

スポーツ選手の新鮮足関節外側靱帯損傷に対して保存療法には一部で限界があり、手術療法が必要であった症例が存在した。保存療法が無効であった症例は全例が外果付着部での損傷であった。今後の課題として手術適応を明確に決めるための診断法の確立が必要である。

文 献

- 1) Gerber JP et al : Persistent disability associated with ankle sprains : a prospective examination of an athletic population. *Foot Ankle Int*, 19 : 653-660, 1998.
- 2) Pijnenburg AC et al : Operative and functional treatment of rupture of the lateral ligament of the ankle. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br*, 85 : 525-530, 2003.
- 3) Takao M et al : Functional Treatment After Surgical Repair for Acute Lateral Ligament Disruption of the Ankle in Athletes. *Am J Sports Med*, 40 : 447-451, 2012.
- 4) Kannus P et al : Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am*, 73 : 305-312, 1991.
- 5) Kaikkonen A et al : Surgery versus functional treatment in ankle ligament tears. A prospective study. *Clin Orthop Relat Res*, 326 : 194-202, 1996.
- 6) Valderrabano V et al : Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sport Med*, 34 : 612-620, 2006.

陳旧性足関節外側靱帯損傷に対する靱帯修復術

—まずは repair を試みるべきである—

Repair of the Lateral Ligaments of the Ankle for Chronic Ankle Instability

磯本 慎二¹⁾ Shinji Isomoto
佐本 憲宏¹⁾ Norihiro Samoto
塚田 直紀¹⁾ Naoki Tsukada

杉本 和也¹⁾ Kazuya Sugimoto
米田 梓¹⁾ Azusa Yoneda
田中 康仁²⁾ Yasuhito Tanaka

● Key words

足関節外側靱帯, 修復術, スポーツ

●要旨

陳旧性足関節外側靱帯損傷に対して, 修復術, 再建術のどちらを選択するかが議論となる. 今回, われわれは「まずは repair を試みるべきである」という立場で述べる. われわれは残存する前距腓靱帯残存の強度が不足している場合であっても, 遊離伸筋腱支帯による補強をすることにより, 多くの症例で再建術を行わずに修復術, 補強術で加療を行なっている. 同術式の成績は良好であり, 過去の報告においても修復術, 補強術での良好な成績が報告されている. 修復術は再建術と比較して解剖学的, 機能的に正常に近い靱帯をつくることができ, さらに低侵襲であることから, 可能な限り靱帯修復術を試みるべきである.

はじめに

足関節外側靱帯はスポーツ選手によく起こる外傷の 1 つである. 新鮮例の多くは保存的治療で治癒するが, いくつかの例では陳旧性損傷となり, 足関節不安定症の原因となる. 保存的治療で症状が改善しない陳旧性足関節外側靱帯損傷に対しては, しばしば手術的治療が選択される. 陳旧性足関節外側靱帯に対する手術は修復術, 再建術, 腱固定術に分けられる. そのうち腱固定術は非解剖学的な制動により長期成績が不良であったため, 近年は修復術または再建術が選択されることが多い. 修復術

は残存靱帯を縫縮する Broström 法¹⁾が主流であり, 残存靱帯の強度が不足している場合の補強術として下伸筋腱支帯で補強する Broström-Gould 法²⁾が有名である. 再建術は現在, 自家腱移植を用いた再建術が主流である.

われわれの陳旧性足関節外側靱帯損傷に対する治療は可能な限り残存組織を利用して修復し, 不要な侵襲を避けることを原則と考えており, その術式と成績を述べる.

術式選択

われわれの術式選択は術中の残存靱帯の状態により決定する. 後述する関節包の展開により前距腓靱帯

磯本慎二
〒 631-0846 奈良市平松 1-30-1
奈良県総合医療センター整形外科
TEL 0742-46-6001

1) 奈良県総合医療センター整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Prefecture General Medical Center
2) 奈良県立医科大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

(anterior talofibular ligament ; ATFL)を関節側から観察し、癒着化していても ATFL の線維が残存している場合は修復術(前進術)を選択し、ATFL、踵腓靭帯(calucaneofibular ligament ; CFL)線維ともに脆弱な例は移植腱による再建術を選択している。ATFL は脆弱で CFL が一部残存している場合が異論のあるところと考えられるが、われわれはこのような症例に対しては前進法に加えて遊離下伸筋腱支帯(inferior extensor retinaculum : IER)による補強を行ない、CFL を縫縮することにより修復している³⁾。われわれの症例において、1996～2006 年の足関節外側靭帯手術を行なった 93 関節中、靭帯前進術のみが 8 関節(9%)、遊離 IER による補強術が 63 関節(68%)、遊離移植腱による再建術が 22 関節(23%)であった。

遊離伸筋腱支帯移植による修復術

陳旧性足関節外側靭帯に対する修復術は、外側の関節包を ATFL・骨膜とともに L 字フラップとして外果骨膜側から翻転して関節側から ATFL の損傷を確認する(図 1)。靭帯成分が乏しい場合には前進術のみでは靭帯機能の再建が困難と判断し、自家組織での補強を行なうこととする。補強用の組織は IER の一部を用い、遊離移植片としている。IER からの補強用移植片は皮切を延長することなく採取が可能である。IER の中央部から修復すべき ATFL の長さに合わせて、その線維方向を長軸とする長方形で採取する(図 2)。腓骨、距骨の ATFL 附着部にアンカーを 2 本ずつ打ち込み、遊離 IER 移植片をフラップとともに固定する(図 2)。

1996～2006 年に遊離 IER による補強術を施行した 63 関節中、他足部疾患を合併する症例を除外した 55 例 57 関節について調査を行なった。術後平均 2 年 5 ヶ月(1～12 年)におけるストレス X 線像では、平均距骨傾斜角は術前 12.2° から術後 5.6° に、平均前方引き出し距離は術前 6.8 mm から術後 5.5 mm に有意に改善していた。術後平均 8 年 8 ヶ月(5～14 年)における 40 例(72.7%)における臨床結果は Karlsson score は平均 90.6(69～100)、good の評価基準では excellent または good が 90% で poor はなかった。患者満足度は大変満足または満足が 85% で不満はなかった。

修復術、補強術を勧める理由

臨床成績からの理由

われわれの症例において遊離 IER による補強術の成績は良好であった。これまでに靭帯修復術または補強術



図 1 L 字フラップによる展開
外果骨膜、関節包、前距腓靭帯を連続組織として翻転する。(文献 3 より引用)

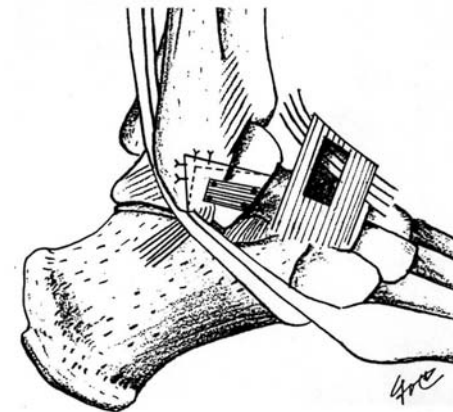


図 2 下伸筋腱支帯からの移植片を採取し、遊離伸筋腱支帯により補強する(文献 3 より引用)

における良好な長期成績が報告されており、その信頼性は高い^{4～7)}。

解剖学的理由

足関節外側靭帯の構造は個人差があることが報告されている。Milner らは、ATFL は 1 束の場合と 2 束の場合があり、さらに ATF と CF とをつなぐ第 3 束も存在することを示した⁸⁾。CFL の形状と角度にかなりの個人差があり⁹⁾、ATFL と CFL の成す角が 70°～140°と個人差が大きいことも示されている¹⁰⁾。

このような足関節外側靭帯の解剖学的な個人差に対して、修復術はそれぞれの症例の解剖学的な構造を保つことが可能である。一方再建術では最適な骨孔位置の基準は確立されておらず、それぞれの個人差に合わせた骨孔位置を決定するにはかなりの習熟が必要である。このため、初回手術では誰でも解剖学的構造を保つことができ

る修復術のほうが有利と思われる。

手術侵襲による理由

修復術では IER による補強術を行なったとしても切開は足関節のみであり、骨の侵襲はアンカーまたは縫合糸用の細い骨穿孔のみである。それに対して再建術では、膝などの移植片採取部の侵襲がある。さらに移植片固定のために大きな骨孔が必要である。

足関節外側靱帯は常に再受傷と再手術の可能性がある。たとえ再建術で良好な成績が得られたとしても、修復術または補強術で対応可能な場合は、侵襲が小さく骨構造を保つことができる修復術が有利である。

鏡視下足関節外側靱帯手術について

近年、鏡視下足関節外側靱帯手術が注目されている。鏡視下修復術は最小侵襲で修復が可能であり、cadaver study では良好な強度が証明されている¹¹⁾。臨床データは少ないが残存靱帯の強度が十分であれば、良好な成績が期待される。

一方の鏡視下再建術では、皮切は小さいものの、移植片採取と骨孔作製が必要な点は従来の直視下再建術と変わらず、侵襲は小さいとはいえない。また手術手技は直視下よりさらに難しい。

残存靱帯が脆弱で鏡視下修復術が不可能な場合、直視下修復補強術と鏡視下再建術のどちらを選択するかが問題となる。前述のとおり鏡視下再建術は直視下修復術より侵襲が小さいとはいえない。現状を考えると手技が確立しており、信頼できる臨床データのある直視下補強術を行なうほうが確実な結果が得られると考えられる。

今後の課題

今回の論点となる術式選択については、解決できていない問題がいくつかある。まず、残存靱帯の強度をどのように判断するかが問題となる。今回のパネルディスカッションにおいても議論されたように術前画像診断の信頼性もいまだに議論的である。現在のわれわれの判断は術中の主観的判断に任されており、必ずしも実際の強度を反映しているとは言えない。今後、残存靱帯の強度を判断する客観的な方法と基準が明らかにされる必要があると思われる。

結 語

足関節外側靱帯修復術では解剖学的、機能的に正常に

近い靱帯を作ることができる。修復術のほうが再建術より低侵襲である。修復術の優れた長期成績が報告されている。上記の理由により、初回手術では可能な限り靱帯修復術を試みるべきである。

文 献

- 1) Broström L : Sprained ankle IV : surgical treatment of chronic ruptures. Acta Chir Scand, 132 : 551-565, 1993.
- 2) Gould N : Repair of lateral ligament of the ankle. Foot Ankle Int, 8 : 55-58, 1987.
- 3) 杉本和也 : 重症度に応じた足関節外側靱帯再建術. 関節外科, 19 : 94-101, 2000.
- 4) Krips R et al : Long-term outcome of anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint : a multicenter study. Foot Ankle Int, 22 : 415-421, 2001.
- 5) Bell SJ et al : Twenty-six-year results after Broström procedure for chronic lateral ankle instability. Am J Sports Med, 34 : 975-978, 2006.
- 6) Ferkel RD et al : Chronic lateral instability : arthroscopic findings and long-term results. Foot Ankle Int, 28 : 244-231, 2007.
- 7) Lee KT et al : Long-term results after modified Brostrom procedure without calcaneofibular ligament reconstruction. Foot Ankle Int, 32 : 153-157, 2001.
- 8) Milner CE et al : Anatomical variations of the anterior talofibular ligament of the ankle joint. J Anat, 191 : 457-458, 1997.
- 9) Ruth CJ : The surgical treatment of injuries of the fibular collateral ligaments of the ankle. J Bone Joint Surg Am, 43 : 229-239, 1962.
- 10) Inman VT : The Joint of the Ankle. Williams & Wilkins, Baltimore, 1976.
- 11) Drakos MC et al : Biomechanical comparison of an open vs arthroscopic approach for lateral ankle instability. Foot Ankle Int, 35 : 809-815, 2014.
- 12) Giza E et al : Arthroscopic suture anchor repair of the lateral ligament ankle complex : a cadaveric study. Am J Sports Med, 41 : 2567-2572, 2013.

自家薄筋腱を用いた鏡視下前距腓靱帯再建術の成績

Clinical Results of the Arthroscopic Anterior Talofibular Ligament Reconstruction Using an Autogenous Gracilis Tendon

東山 礼治^{1,2)} Reiji Higashiyama 相川 淳¹⁾ Jun Aikawa
 岩瀬 大¹⁾ Dai Iwase 南谷 淳¹⁾ Atsushi Minatani
 渡邊英一郎²⁾ Eiichiro Watanabe 高相 晶士¹⁾ Masashi Takaso

● Key words

足関節鏡, 前距腓靱帯, 鏡視下再建術

●要旨

目的: 自家薄筋腱を用いた鏡視下 ATFL 再建術を施行し 2 年以上経過した症例の成績を報告する.

方法: 対象は 8 例 9 足で, 平均年齢は 24.6 歳である. 術式は副前外側ポータルから作製した距骨と腓骨の骨孔に腱を導入し, 骨移植後にスクリューで固定した.

結果: 平均経過観察期間は 32.4 ヶ月であった. 距骨傾斜角は平均 12.0° から平均 4.3° に, 距骨前方引出し量は平均 9.4 mm から平均 5.8 mm に改善し, JSSF scale は平均 70 点から平均 96.3 点に改善した. 術後合併症として軽度のしびれを 3 例に認め, 1 例で腓骨骨孔内のスクリューが数 mm 抜けかけたが不安定性の再燃はなかった.

はじめに

前距腓靱帯 (以下 ATFL) は足関節捻挫で最も損傷する靱帯である. また慢性的な足関節外側不安定症にはしばしば手術加療を要することがあるが, 術式を大きく分けると Broström 法¹⁾や Karlsson 法²⁾などの遺残靱帯を修復する修復術と, 自家薄筋腱や自家足底筋腱などの遊離腱を用いた再建術^{3~6)}があり, どちらも近年鏡視下手術が開発されている^{7~11)}.

目 的

今回われわれは自家薄筋腱を用いた鏡視下 ATFL 再建術を施行し, 2 年以上経過した症例の成績を報告する.

対象と方法

手術適応は慢性的な足関節外側不安定症があり, 徒手ストレスでは前方引出しテスト陽性で, 底屈位外旋ストレステストで apprehension がないものとした. 症例は

東山礼治
〒 252-0373 相模原市南区北里 1-15-1
北里大学医学部整形外科
TEL 042-778-8111

1) 北里大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kitasato University School of Medicine
2) 富士整形外科病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Fuji Orthopaedic Surgery Hospital

表1 症例の一覧表(年齢・性別、診断、併発症など)

症例	手術時 年齢	性別	職業 (部活、スポーツ)	左右	外側病変 (不安定症の原因)	内側 病変	前方 インピンジメント	後方 インピンジメント	距骨 骨軟骨障害
1	54	女	介護職	右	ATFL 断裂	過剰骨	衝突性外骨腫		
2	35	男	会社員(野球)	右	ATFL 断裂			距骨後突起	
3	16	男	高校生(野球部)	左	ATFL 断裂				
4	30	男	会社員	右	ATFL 断裂		衝突性外骨腫	距骨後突起	
5	18	女	高校生(陸上部)	右	裂離骨折			距骨後突起	
6	18	女	高校生(空手部)	左	ATFL 断裂				+
7	17	女	高校生(剣道部)	右	ATFL 断裂				
〃	〃	〃	〃	左	裂離骨折				
8	16	女	高校生(バレーボール部)	左	ATFL 断裂		衝突性外骨腫		
平均	24.6								

8例9足。男性3例、女性5例。平均年齢は25.5歳である。足関節外側不安定症の原因は7足が陈旧性ATFL断裂で、2足が陈旧性外果裂離骨折であった。1足に内果過剰骨、3足に衝突性外骨腫による足関節前方インピンジメント症候群、3足に距骨後突起による足関節後方インピンジメント症候群(以下PAIS)、1足に距骨骨軟骨障害の併発を認めた(表1)。足関節外側不安定性はストレスX線像の距骨傾斜角(以下TTA)と距骨前方引出し量(以下ADT)で、臨床成績は日本足の外科学会判定基準(以下JSSFスコア)で評価した。手術は、PAISを併発していた3足では靱帯再建術の前に腹臥位でのvan Dijk法による後足部内視鏡にて距骨後突起を切除した。鏡視下ATFL再建術は過去の報告¹¹⁾のように前外側ポータルと前内側ポータルに副前外側ポータルを加えた3ポータルにて鏡視下ATFL再建術を施行した。まず驚足部の3cm程度の創から薄筋腱を採取し、同時に径6.5mmの中空ドリルで開窓し皮質骨と海綿骨を採取した。薄筋腱を2つ折りにして骨孔導入部分の長さを15mm、靱帯実質の長さを15~20mmとした全長45~50mmの再建靱帯を作製し、腓骨骨孔と距骨骨孔に径1.6mmのパッシングピン[®](メイラ社)で導入後、小さくした骨を骨孔に移植してから径5mm長さ9mmのTJスクリュー[®](メイラ社)でそれぞれ固定した。なお固定肢位は足関節中間位としている。

後療法はギプスシーネ固定および免荷を術後1週まで行ない、足関節軟性装具のエバーステップFO[®](日本シグマックス社)を装着して1/2部分荷重を許可し、術後2週から全荷重を許可した。症例7からは術後1週で全荷重歩行を許可した。可動域訓練は痛みに応じて翌日より徐々に開始した。スポーツ活動を希望する者には術後3ヵ月以降に許可した。症例6の距骨骨軟骨障害に対しては骨髓刺激法を行ない、術後は2週で1/2部分荷重、

3週で全荷重を許可した。

結 果

術後平均経過観察期間は32.4ヵ月であった。TTAは術前平均12.0°から術後平均4.3°に、ADTは術前平均9.4mmから術後平均5.8mmに改善した。JSSFスコアは術前平均70点から術後平均96.3点に改善した。術前にスポーツ活動をしていた6例のうち両側例の症例7¹²⁾とACL再建術の4ヵ月後に本手術を受けた症例8を除いた4例は平均3.3ヵ月で復帰できた。症例4は前方インピンジメント症候群が再燃し、疼痛の波があるためJSSF scaleが77点から90点を移動している症例である。自制内の疼痛であることがほとんどであるため再手術をしていない。足背の外側部に浅腓骨神経障害による軽度のしびれを3例に認め、3例とも前外側ポータルにTinel's signがあった。症例1と症例6は3ヵ月で消失し、症例5は文献¹³⁾では一過性で消失したと述べたが日常生活に支障のないレベルのわずかなしびれが残存していたことが後に判明した。しかし、前外側ポータルのTinel's signは2年で消失し、副前外側ポータルのTinel's signは2年半で減弱し、しびれはほぼ消失した(表2)。症例3で腓骨骨孔内のスクリューが数mm抜けかけたため3週間免荷としたところ、その後の脱転傾向を認めず、術後4ヵ月で野球に完全復帰できた(図1)。腱採取部周囲の痛みやしびれが残存した症例はなく、膝筋力の低下を訴える症例もなかった。

考 察

足関節外側靱帯の手術の現在の主流は遺残靱帯を縫縮するBroström法¹⁾やKarlsson法²⁾などの修復術である

表2 症例の一覧表(術前後のストレス X 線と JSSF scale など)

症例	術前 ADT (mm)	術前 TTA (度)	術前 JSSF scale	術後 ADT (mm)	術前 TTA (度)	術前 JSSF scale	術後経過 観察期間 (ヵ月)	スポーツ 復帰時期 (ヵ月)	前外側ポータル 部の神経障害	副前外側ポータル 部の神経障害
1	9	19	77	4	6	100	43		3ヵ月で消失	
2	痛みで不能	7	67	5	1	100	28	3		
3	8	12	69	5	4	100	38	4		
4	10	21	64	3.2	4	77	32			
5	9.3	9	64	6.8	7.7	90	30	3	2年で消失	2年半で減弱
6	10	9	69	7.3	4.7	100	30	3	3ヵ月で消失	
7	8	8	69	7	1	100	31	—		
〃	10	11	69	4.3	8	100	〃	—		
8	11	12	82	6.5	5	100	27	—		
平均値	9.4	12.0	70.0	5.8	4.3	96.3	32.4	3.3		
±標準偏差	±1.1	±4.9	±5.9	±1.5	±2.5	±8.0	±5.4	±0.5		

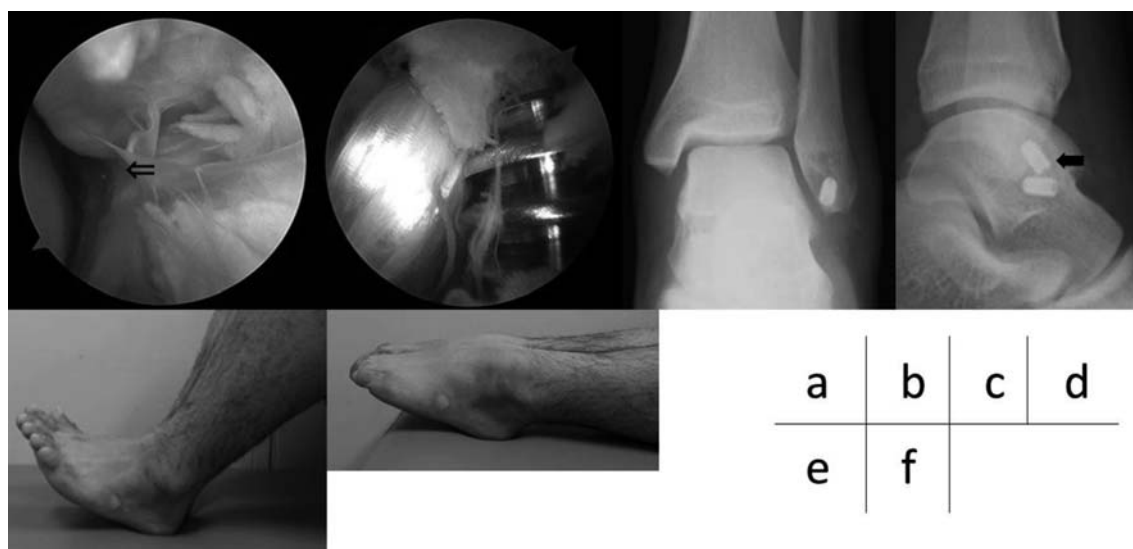


図1 症例3の関節鏡写真と術後単純 X 線

- a: 遺残 ATFL の毛羽立ちと腓骨側での断裂痕(⇒).
b: 再建靱帯を TJ スクリュー[®]で固定するところ.
c: 単純 X 線(術後1週)正面像
d: 単純 X 線(術後1週)側面像: 腓骨骨孔内のスクリュー(⇒)が数 mm 抜けかけた.
e: 術後足関節 ROM(背屈)
f: 術後足関節 ROM(底屈)

が、遺残靱帯に強度が依存することや遺残靱帯の質を評価する方法が確立されていないことから、手術で再獲得された安定性が長期に維持されるか不確実である。また、正常な ATFL の破断強度は $138 \pm 23.5\text{N}$ といわれているが¹⁴⁾、断裂後の遺残靱帯は変性しているため、縫縮しても正常靱帯の強度に勝るとは考えにくい。初期固定強度についても、Broström 法で靱帯を修復した場合は $68.2 \pm 27.8\text{N}$ 、スーチャーアンカーで $79.2 \pm$

34.3N ¹⁵⁾と正常靱帯には及ばないため、早期スポーツ復帰には適していない。Broström の報告¹⁾では平均 2.9 年の経過観察で 60 例中 43 例が無症状だったとされるが、外側距踵靱帯による補強術または再建術を受けて無症状だった 7 例が含まれているため、純粹に修復術を受けたのは 53 例であり、36 例が無症状だったということは 17 例(32.1%)に何らかの症状が残存し、4 例(8.2%)に前方引出し陽性、5 例(10.2%)に圧痛が残ったという

計算になる。改善の余地のある臨床成績であるため、Broström 法を第一選択とすることには疑問が残る。

一方、遊離腱を用いた再建術³⁻⁶⁾は遺残靱帯の質に関わらず破断強度の強い靱帯を作製できる点で有利である¹⁶⁾。同種半腱様筋腱をスクリューで固定した場合の引き抜き強度は $170 \pm 54.8\text{N}$ であるため¹⁷⁾、初期固定強度も早期復帰に十分といえる。

本研究の術式は自家薄筋腱を採取しているため、創部周囲の感覚障害や感染、膝屈曲筋力の低下などの腱採取による術後合併症が心配されるが、創部周囲の痛みやしびれの残存例や感染例は認めなかった。また本研究の対象ではないが、術後2日後から全荷重歩行を許可する後療法での調査では、術後3ヵ月の膝屈曲筋力の最大値の健患差は約95%で有意差はなく、術前と比較しても有意な低下はないどころか平均値は増加していた¹⁸⁾。そのため自家薄筋腱採取の影響はかなり少ないと考えられる。

修復術と再建術のどちらも関節鏡下手技が開発されたが、鏡視下 Broström 法では遺残靱帯にアンカーの糸をかける位置が一定せず、またアンカー刺入部は遺残靱帯を腓骨から一度剥離しなければ解剖学的付着部に打てないことから付着部より近位にずれやすいため、遺残靱帯を縫縮する距離や方向、その強度にばらつきが出る危険がある。そのため鏡視下 Broström 法は観血的 Broström 法よりも安定性が悪くなる危険がある。一方、遊離腱を用いた鏡視下再建術では遺残靱帯を郭清して解剖学的付着部に骨孔を作製可能であり¹⁹⁾、強度も遺残靱帯ではなく再建靱帯の強度により決定されるため観血的方法と同等の初期強度と破断強度が得られる。そのため鏡視下手術へ移行しても成績が悪化する危険性が低く安心できる。

本研究では Takao らの術式¹⁰⁾に準じて骨孔へ骨移植を行なっているが、現在は骨孔径と同じサイズのスクリューを用いることで十分な初期固定が得られており、ほとんど行っていない。

また腓骨骨孔の位置が ATFL の付着部よりやや近位に作製されているが、現在われわれは ATFL のみを再建する場合、Matsui ら²⁰⁾が報告した FOT (fibular obscure tip) のすぐ近位に術中 X 線透視を参考にして作製している¹⁹⁾。本研究では幸い術後の明らかな底屈制限を示す症例はなかったが、理論上は近位の骨孔に緊張した靱帯を作製すると底屈制限が生じてしまうため、骨孔位置は解剖学的位置であることが望ましいと考える。

今回、自家薄筋腱を用いた鏡視下 ATFL 再建術の2年以上経過した良好な臨床成績が得られたため、足関節外側不安定症に対する手術における第一選択にしてもよいと考えられる。

結 語

自家薄筋腱を用いた鏡視下 ATFL 再建術を施行し、2年以上経過した症例の成績を報告した。

文 献

- 1) Broström L : Sprained ankles. VI. Surgical treatment of "chronic" ligament ruptures. Acta Chir Scand, 132 : 551-565, 1966.
- 2) Karlsson J et al : Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle for chronic lateral instability. J Bone Joint Surg Am, 70 : 581-588, 1988.
- 3) Takao M et al : Anatomical reconstruction of the lateral ligaments of the ankle with a gracilis autograft : a new technique using an interference fit anchoring system. Am J Sports Med, 33 : 814-823, 2005.
- 4) Coughlin MJ : Augmented lateral ankle reconstruction using a free gracilis graft. Orthopedics, 25 : 31-35, 2002.
- 5) Pagenstert GI : Operative management of chronic ankle instability : plantaris graft. Foot Ankle Clin, 11 : 567-583, 2006.
- 6) Sugimoto K et al : Reconstruction of the lateral ankle ligaments with bone-patellar tendon graft in patients with chronic ankle instability : a preliminary report. Am J Sports Med, 30 : 340-346, 2002.
- 7) Corte-Real NM et al : Arthroscopic repair of chronic lateral ankle instability. Foot Ankle Int, 30 : 213-217, 2009.
- 8) Vega J et al : All-inside arthroscopic lateral collateral ligament repair for ankle instability with a knotless suture anchor technique. Foot Ankle Int, 34 : 1701-1709, 2013.
- 9) Guillo S et al : Arthroscopic anatomic reconstruction of the lateral ligaments of the ankle with gracilis autograft. Arthrosc Tech, 3 : e593-598, 2014.
- 10) Takao M et al : Ankle Arthroscopic Reconstruction of Lateral Ligaments (Ankle Anti-ROLL). Arthrosc Tech, 4 : e595-600, 2015.
- 11) 東山礼治ほか : 薄筋腱を用いて関節鏡視下 ATFL 再建術を施行した1例. 日足の外科会誌, 35 : 313-316, 2014.
- 12) 貞升 彩ほか : 両側足関節外側不安定症に対し両側

- 同時に自家薄筋腱による関節鏡下 ATFL 再建術を施行した 1 例. 日足の外科会誌, 36 : 345-348, 2015.
- 13) 東山礼治 : 自家ハムストリングス腱を用いた足関節鏡視下前距腓靱帯, 踵腓靱帯再建術の経験. 日足の外科会誌, 36 : 189-194, 2015.
 - 14) Attarian DE et al : A biomechanical study of human lateral ankle ligaments and autogenous reconstructive grafts. *Am J Sports Med*, 13 : 377-381, 1985.
 - 15) Waldrop NE 3rd et al : Anatomic suture anchor versus the Brostrom technique for anterior talofibular ligament repair : a biomechanical comparison. *Am J Sports Med*, 40 : 2590-2596, 2012.
 - 16) Noyes FR et al : Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am*, 66 : 344-352, 1984.
 - 17) Clanton TO et al : Anterior talofibular ligament ruptures, part 2 : biomechanical comparison of anterior talofibular ligament reconstruction using semitendinosus allografts with the intact ligament. *Am J Sports Med*, 42 : 412-416, 2014.
 - 18) 東山礼治ほか : 自家薄筋腱を用いた足関節鏡視下靱帯再建術の術後膝屈曲筋力. *JOSKAS*, 41 : 337, 2016.
 - 19) 東山礼治ほか : 解剖学的鏡視下 ATFL/CFL 再建術における安全な腓骨骨孔作製の工夫. *JOSKAS*, 41 : 1047-1052, 2016.
 - 20) Matsui K et al : Bony landmarks available for minimally invasive lateral ankle stabilization surgery : a cadaveric anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016. (Epub ahead of print)

大腿切断後に形成された断端の骨棘に対して 関節鏡視下切除術を行なった 1 例

—障害者スポーツへの応用の可能性について—

A Case of the Arthroscopic Resection Performed on the Bone Spur of Stump Developed after above Knee Amputation

武井 良太^{1,2)} Ryota Takei 平岡 久忠¹⁾ Hisatada Hiraoka
星川 淳人¹⁾ Atsuto Hoshikawa 酒井 宏哉¹⁾ Hiroya Sakai

● Key words

大腿切断後, 関節鏡視下手術, 骨棘

●要旨

症例は 54 歳男性. 16 歳時に交通事故で右下腿開放骨折を受傷した. 経過中, 脛骨骨髓炎が発生し, 右大腿切断に至った. その後, 義足歩行を獲得し, 通常の日常生活を送っていたが, 当院初診の 2 ヶ月程前より, 切断肢断端部に疼痛を自覚し, 近医を受診した. 単純 X 線像で, 右大腿骨切断端に骨棘を認め, 加療目的に当院を紹介受診した. 義足を作り直して 5 ヶ月間経過観察したが, 症状は改善しなかった. MRI で骨棘の刺激による断端骨棘周囲の滑液包炎も合併していると診断し, 関節鏡視下手術による骨棘および滑液包切除を施行した. 術後経過良好で, 術後 2 週で義足着用にて歩行可能となった.

障害者スポーツにおいてこのような症例がみられた場合でも, 早期復帰に向けて有効な手段になりうると推察された.

はじめに

四肢切断術後の骨棘形成に対する治療の報告は本邦には見当たらない. われわれは, 大腿切断術後の骨断端に形成された骨棘に対して, 鏡視下にこれを切除した 1 例を経験したので報告する.

症 例

症例は 54 歳男性. 16 歳時に, 交通事故で右下腿開放骨折を受傷した. 創外固定を施行したが, 脛骨骨髓炎が発生し, 右大腿切断に至った. その後, 義足歩行を獲得し, 通常の日常生活を送っていた. 当院初診の 2 ヶ月程前より切断肢断端部に疼痛を自覚するようになったため, 近医を受診した. 単純 X 線像で, 右大腿骨切断端

武井良太
〒 331-0074 さいたま市西区宝来 1295-1
指扇病院医局
TEL 048-623-1101

1) 埼玉医科大学総合医療センター
Saitama Medical University, Saitama Medical Center
2) 指扇病院
Sashiogi Hospital



図1 初診時単純X線像
大腿骨断端部に骨棘を認める。

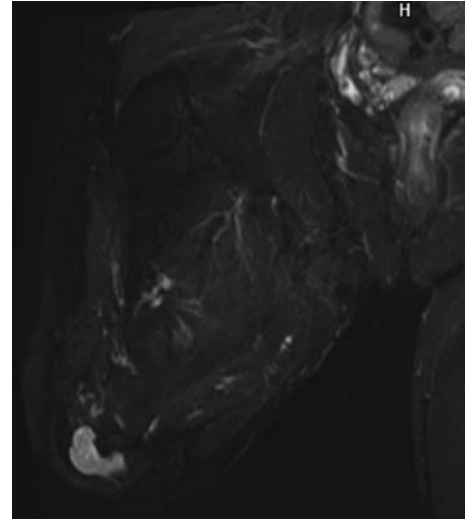


図2 MRI T2 強調画像
大腿骨切断部末端に T2 強調画像で高信号領域を認める。

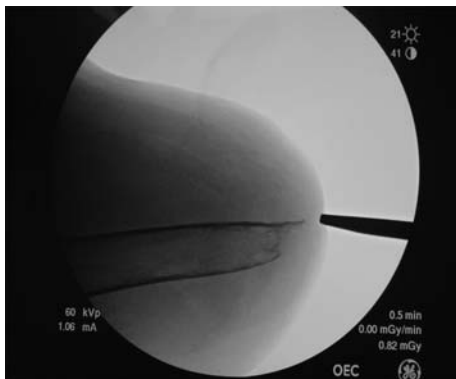


図3 術中X線透視像
透視を併用し、骨棘の位置を確認した。



図4 ポータル・ワーキングポータル作製
透視で骨棘の位置をマーキングし、大腿骨断端外側にポータル、やや上方にワーキングポータルを作製した。

に骨棘を認めたため、骨棘による軟部組織に対する刺激が原因の疼痛の疑いで加療目的に当科外来紹介となった。

初診時、触診で大腿骨先端部に骨棘を触知し、同部位に圧痛を認めた。単純X線像で、右大腿骨の断端に約1 cmの骨棘を認めた(図1)。当初、義足を作り直して経過観察としたが、5ヵ月間経過観察しても、症状は改善しなかったため、MRIを施行した。大腿骨切断部末端にT2強調画像で高信号を呈する像があり、骨棘の刺激により発生した断端骨棘周囲の滑液包炎と診断した(図2)。手術にて、通常の展開で骨棘切除を行なうと、大腿骨の断端を覆っている筋組織を一旦剥離することと

なり、再度の筋組織の骨への縫着を要することが予想された。そのため、筋組織の剥離を最小限にすることを目的に、鏡視下手術による骨棘および滑液包切除を行なうこととした。

手術ではX線透視を併用し、骨棘の位置を確認した(図3)。大腿骨切断端外側に鏡視下ポータルを作製した(図4)。鏡視下で大腿骨切断端を観察したところ、骨棘先端部周囲に滑液包を形成していた(図5)。さらに、軟部組織を最低限剥離し、骨棘部を露出させた(図6)。アブレーダーにて、骨棘を切除し、可及的に滑液包切除も行なった(図7)。鏡視およびX線透視にて骨棘の突出がなくなったことを確認(図8)し、手術終了とした。

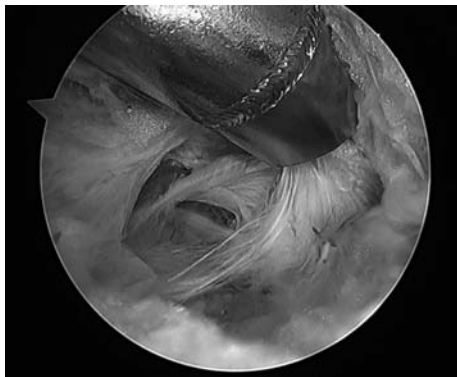


図5 術中鏡視像
骨棘部周囲に滑液包を形成しており、
スコープが滑液包に刺入された。

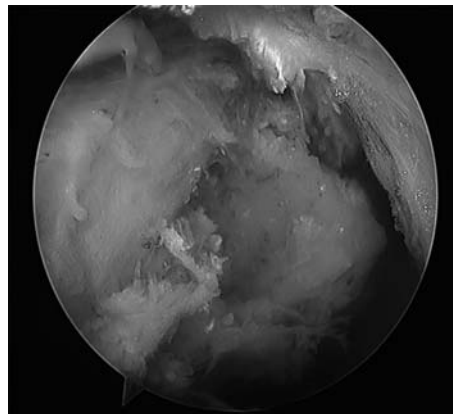


図6 術中鏡視像
軟部組織を最小限剥離し，骨棘を露
出した。

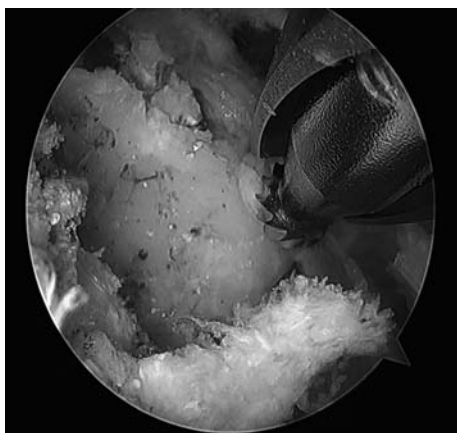


図7 術中鏡視像
アブレーターバーを使用し骨棘切除した。

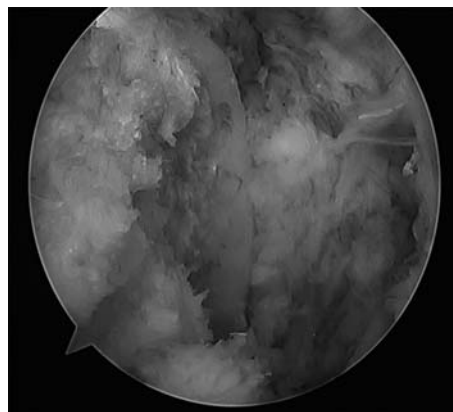


図8 術中鏡視像
骨棘，滑液包が切除された。

(図9)。

術後は，術後2日でドレーン抜去，術後4日に義足のライナーを装着，特に問題なく経過し，術後6日で退院。術後2週で創部問題なく抜糸，局所腫脹や疼痛もなく，義足着用にて歩行可能となり，日常生活に復帰した。

考 察

四肢切断後の断端部のトラブルの1つとして，骨棘形成による炎症がある。Hiraiら¹⁾は，外傷による大腿切断の27例中1例に骨棘を認めたと報告している。また，大房ら²⁾は，義足スポーツをしている小児がスポーツ活動にて骨棘形成による疼痛が発生し，成長の過程で3度にわたり断端形成術を施行した例を報告している。

骨棘による炎症が起きた場合は，骨棘切除のために断

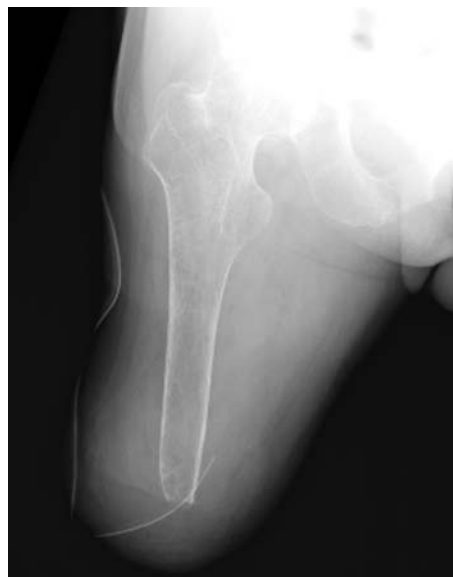


図9 術後X線像
骨棘が切除されたことが確認された。

端形成術が必要である。断端形成を直視下で行なう場合は骨断端からの筋肉の剝離を必要とし、新たな義足の採型を要する可能性が高い。本症例では、低侵襲な鏡視下で骨棘および滑液包切除することで、術後に新たな義足の採型をする必要性を回避でき、早期に社会復帰が可能となった。

また、今回われわれが施行した鏡視下の骨棘切除は、通常の断端形成術と比較して低侵襲であり、障害者スポーツにおけるこのような断端部の骨棘による炎症、疼痛に対してもスポーツへの早期復帰に向けて有効な手段となりうるものと期待される。

文 献

- 1) Hirai M et al: Stump problems in traumatic amputation. *Acta Med Okayama*, 47: 407-412, 1993.
- 2) 大房朋文ほか：小児の下腿切断に対しての義足スポーツ指導. *日義肢装具会誌*, 25: D44-49, 2009.
- 3) 伊藤英明ほか：骨断端に骨棘を伴った両下腿切断の1症例. *リハ医*, 39: 833, 2002.

サッカーの試合中に受傷した距骨頸部骨折 (Hawkins II型)の1例

Fracture (Hawkins Type II) Injured in a Soccer Game: a Case Report

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

● Key words

距骨頸部骨折, サッカー, 保存的治療

●要旨

距骨頸部骨折は高エネルギー外力によって生じ、阻血性壊死や変形性関節症などの重篤な続発症を生じやすいことから治療に難渋することが多い。筆者らは、スポーツ時に受傷したまれなHawkins分類II型の距骨頸部骨折を経験したので報告する。症例は18歳の男性、高校サッカー選手で、試合中にジャンプし、バランスを崩して左足から着地した際に受傷した。同日、徒手整復によって良好な整復位が得られ、その後も安定した整復位が保持されたために保存療法を行なった。受傷後約2ヵ月で骨癒合が得られ、その後もリハビリテーションを行ない、1年4ヵ月の現在、サッカーに完全復帰し、阻血性壊死や変形性関節症などの続発症も生じていない。

はじめに

距骨頸部骨折は高エネルギー外力によって生じるまれな骨折であり、さらに、スポーツ競技中に受傷した報告例は極めて少ない^{1,2)}。また、本骨折は、距骨の阻血性壊死や変形性関節症などの重篤な続発症を生じやすいことから治療に難渋することが多い。筆者らは、サッカーの試合中にHawkins分類³⁾II型の距骨頸部骨折を受傷した高校サッカー選手の1例に対して保存療法を行ない、良好な成績が得られたので、文献的考察を加えて報告する。

症 例

症例は18歳の男性で、高校のサッカー部に所属するフォワードの選手であった。サッカーの試合中に、相手ゴールキーパーがバウンドボールを蹴ろうとした時、至近距離でそれをブロックしようとして右足をあげながらジャンプした。そのボールが右足に当たり、バランスを崩して左足から着地する際、左足を捻り受傷した。同日、近医を受診し、無麻酔下に徒手整復を受け、その翌日に当科を受診した。

初診時、左足関節の著明な腫脹があったが、変形はなかった。前医での受傷時単純X線像では、左距骨頸部骨折を認め、距腿関節は正常であったが、距骨下関節が



図1 受傷時単純X線像
距骨下関節の脱臼を伴う左距骨頸部骨折で Hawkins 分類Ⅱ型であった。



図2 当科初診時の単純X線像
受傷翌日の当科初診時では、整復位が得られ、骨折部の転位はほとんど認めなかった。



図3 初診時単純CT (矢状断)
距骨下関節に数個の小骨片を認めた(黒矢印)が、距骨骨折の転位は1 mm 以下(白矢印)で、距骨下関節の適合性は良好であった。



図4 受傷後9週の単純X線像
a：正面像，b：側面像。
良好な骨癒合が確認され、距骨体部への血流が保持されていることを示す Hawkins sign も認めた(矢印)。

脱臼し、距骨頸部を含めた末梢が内側に脱臼していた(図1)。整復後の単純X線像では、脱臼は整復され、骨折の転位はほとんど認めなかった(図2)。初診時のCTでは、距骨下関節に数個の小骨片が観察されたが、距骨骨折の転位は1 mm 以下で、距骨下関節の適合性も良好であった(図3)。以上の所見から、距骨下関節の完全脱臼を伴った距骨頸部骨折であり、Hawkins 分類Ⅱ型と診断した。骨折ならびに距骨下関節の良好な整復位と安定性が得られたことから、保存療法を選択した。足関節中間位で下腿から中足趾関節までのギプス固定とし、免荷を指示した。その後、腫脹の軽減に応じて、緩みが生じないように慎重にギプスを数回巻き直した。定期的な単純X線像で整復位が保持されていることを確認し、受傷後8週のCTで良好な骨癒合が認められたため、ギプスを除去して可動域訓練を開始した。9週の単純X線像ではHawkins sign が観察され(図4)、1/3 荷重を開始した。次第に荷重負荷を増大し、15 週で全荷重としてclosed kinetic chain (CKC)による筋力強化やバランス訓練を行ない、17 週からジョギングを開始し

た。なお、単純X線像で、受傷後約2ヵ月から踵骨を中心とした骨萎縮像が観察されたが、7ヵ月ではこれらは改善し、部分練習への参加を許可した。

受傷後1年4ヵ月の現在、サッカープレー中、ときどき疼痛を自覚するが、プレーに支障なく完全復帰しており、骨壊死や距骨下の関節症性変化なども生じていない(図5)。日本足の外科学会足関節・後足部判定基準(JSSF ankle/hindfoot scale)は87点である。

考 察

距骨頸部骨折は足、足関節における全骨折のうち1%以下のまれな骨折である^{4,5)}。分類はⅠ～Ⅲ型から成るHawkins 分類が一般的であるが、Ⅲ型に加えて距舟関



図5 受傷後1年4ヵ月時の単純X線像
a: 正面像 b: 側面像
阻血性壊死や変形性関節症などの続発症は認めない。

節の脱臼を合併するものをIV型として使用されることも多い⁶⁾(図6)。受傷機転は、足関節に強い軸圧力とともに過背屈が加わることで距骨頸部と脛骨遠位端のインピンジメントが生じ、距骨頸部骨折が発生するとされている^{5,7,8)}。その原因は、交通事故や高所からの転落などの高エネルギー外力によって受傷し、他部位の外傷を伴うことも多い^{1,3,7,9)}。本症例はサッカーのプレー中に受傷したものであり、その詳細な受傷機転は明らかではないが、スポーツで生じた本骨折の報告は極めて少ない。筆者らが渉猟し得た範囲では、Farrow らがフットボール競技中に生じたHawkins I型の本骨折を報告した²⁾ほか、Vallier ら¹⁾の報告に2例(競技不詳)の記載があるのみであった。

距骨頸部骨折に対する治療は、転位のないI型は保存療法の適応であるが、III、IV型では、骨折と脱臼に対して観血的整復固定術が選択される。一方、II型では、脱臼に対しては早急に徒手整復を試み、整復位が得られない場合には手術療法を行なうが、整復位が得られた場合には骨折に対して保存療法を行なうか、手術による固定術を行なうべきかについてはいまだ一定した見解が得られていない。10例以上に対して保存療法を行なった報告^{3,6,8,10)}をみると、いずれも、徒手整復によって整復位が得られたものであるが、その結果、骨癒合は全例で得られていた。一方、近年ではすべてのII型に対して手術療法を行なった報告が多い^{1,11~14)}。しかし、過去の報告はいずれも後ろ向き研究であり、II型に対する保存療法と手術療法の成績(骨癒合率、阻血性壊死と変形性関節症の発生率)を比較したものはなく、それぞれの適応に関しては明確になっていない。本症例では、これらの過去の報告に加え、CTで骨折面が解剖学的整復位で適合しており、その場合には骨折部に圧迫力が働き、整

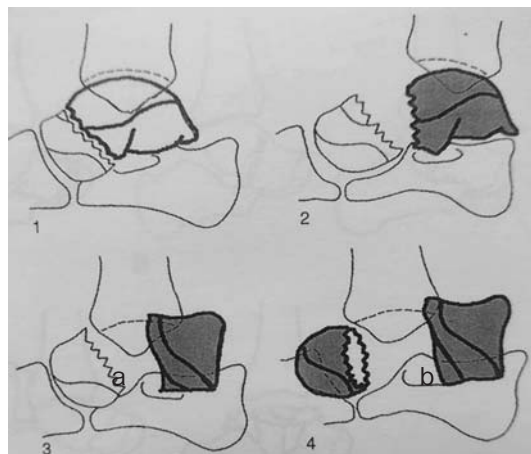


図6 距骨頸部骨折のHawkins分類(Canale らにより改変⁶⁾)

- I型: 脱臼のない骨折。
- II型: 距骨下関節脱臼を伴う骨折。
- III型: 距骨下・距腿関節脱臼を伴う骨折。
- IV型: 距骨下・距腿・距舟関節脱臼を伴う骨折。

復位が保持されやすいとする報告があること¹⁵⁾、さらに、若い運動選手であり、血行が比較的発達していることや長期間の免荷が可能であると推測したことから保存療法を選択した。その結果、良好な成績が得られたが、II型に対する保存療法の適応に関しては、年齢、整復までの時間、整復位の獲得とその安定性、外固定、免荷期間などの因子を含めて今後も検討が必要と考えた。

本骨折は距骨の阻血性壊死や距骨下、距腿関節の変形性関節症などの続発症の発生率が高いことが問題である。阻血性壊死の発生率は、骨折の重症度に伴って高まるが、報告によってその頻度にはばらつきがみられる。Halvorson らは、848例のsystematic reviewを行なったところ、その発症率は全体で33%、分類別にみると、I型:5.7%、II型:18%、III型:45%であったとし、さらに、関節症性変化は全体の68%に生じ、そのうちの61%が距骨下関節の発症であったと報告した¹⁶⁾。また、Vallier らは、II型を距骨下関節の亜脱臼であるII A、本症例のように完全に脱臼したものをII Bに細分化したところ、阻血性壊死はIおよびII Aでは0%、II Bでは25%に生じたと報告した¹⁾。本症例では、受傷後1年4ヵ月の現在、幸いにも続発症などは生じず、良好な成績が得られている。しかし、関節症性変化に関しては大学サッカーを継続していくなかで、今後も慎重な経過観察が必要である。

文 献

- 1) Vallier HA et al : A new look at the Hawkins classification for talar neck fractures : Which features of injury and treatment are predictive of osteonecrosis? J Bone Joint Surg, 96 : 192-197, 2014.
- 2) Farrow LD et al : Unusual presentation of talar neck fracture in an intercollegiate varsity football player. Am J Sports Med, 37 : 402-405, 2009.
- 3) Hawkins LG : Fractures of the neck of the talus. J Bone Joint Surg, 52 : 991-1002, 1970.
- 4) Ahmad J et al : Current concepts review : Talar fractures. Foot Ankle Int, 27 : 475-482, 2006.
- 5) Fortin PT et al : Talus fractures : evaluation and treatment. J Am Acad Orthop Surg, 9 : 114-127, 2001.
- 6) Canale ST et al : Fractures of the neck of the talus. Long-term evaluation of seventy-one cases. J Bone Joint Surg, 60 : 143-156, 1978.
- 7) Penny JN et al : Fractures and fracture-dislocations of the neck of the talus. J Trauma, 20 : 1029-1037, 1980.
- 8) Peterson L et al : Fracture of the collum tali : An experimental study. J Biomech, 9 : 277-279, 1976.
- 9) Metzger MJ et al : Talar neck fractures and rates of avascular necrosis. J Foot Ankle Surg, 38 : 154-162, 1999.
- 10) Dunn AR et al : Fractures of the talus. J Trauma, 6 : 443-468, 1966.
- 11) Lindvall E et al : Open reduction and stable fixation of isolated, displaced talar neck and body fractures. J Bone Joint Surg, 86-A : 2229-2234, 2004.
- 12) Vallier HA et al : Talar neck fractures : results and outcomes. J Bone Joint Surg, 86-A : 1616-1624, 2004.
- 13) Ohl X et al : Long-term follow-up after surgical treatment of talar fractures : Twenty cases with an average follow-up of 7.5 years. Int Orthop, 35 : 93-99, 2011.
- 14) Sanders DW et al : Functional outcomes following displaced talar neck fractures. J Orthop Trauma, 18 : 265-270, 2004.
- 15) 井口 傑ほか : 距骨々折の臨床像. 整・災外, 26 : 227-235, 1983.
- 16) Halvorson JJ et al : Talar neck fractures : a systematic review of the literature. J Foot Ankle Surg, 52 : 56-61, 2013.

高校男子サッカー選手における体幹荷重支持機能とブリッジ姿勢保持の特徴

～利き脚側と非利き脚側での比較～

The Trunk Load Bearing Function and Features of Bridge Postural in High School Football Players: Comparison of Dominant Side and Non Dominant Side Leg

木下 和昭^{1,2)} Kazuaki Kinoshita 橋本 雅至³⁾ Masashi Hashimoto
中尾 英俊^{2,3)} Hidetoshi Nakao 大槻 伸吾²⁾ Shingo Otsuki

● Key words

座位体幹荷重支持機能, 高校サッカー選手, 利き脚

Trunk function evaluation : High school soccer players : Dominant side

● 要旨

本研究では利き脚と非利き脚における体幹の荷重支持機能と、ブリッジ姿勢保持時間の特徴について検討した。対象は某高校男子サッカー部員 33 名とした。測定項目は両脚の trunk righting test (TRT), front bridge test (FBT), side bridge test (SBT) で、TRT, FBT, SBT の結果を利き脚と非利き脚にて比較検討した。結果、TRT は利き脚が有意に高かったが、FBT と SBT には両群間に有意な差が認められなかった。以上のことから、端座位姿勢にて側方へ荷重移動させる場合、利き脚側へ片側移動させた姿勢のほうが体幹の固定性が高くなることが示唆された。

はじめに

サッカー選手は走る、跳ぶなどの左右対称性の身体動作に加えて、競技特有のボールを蹴るという非対称の動作を行なう。そのため、長期間のサッカー経験者は利き脚と非利き脚の機能に非対称性が存在すると考えられる。利き脚と非利き脚を比較した研究では、非利き脚は支持機能が高いとした報告^{1,2)}や、左右差が存在しないとした報告³⁻⁵⁾がある。これらの研究は下肢機能を中心

とした報告であり、体幹機能に関しては言及されていない。体幹機能の向上は傷害予防やパフォーマンスの向上に寄与することが報告⁶⁾されており、非対称性を伴うスポーツ競技において、体幹機能の左右の特徴を理解しておくことは、リハビリテーションやトレーニングの目標を立てるうえで重要である。

体幹機能の評価方法はブリッジ姿勢の保持時間を点数化し、下肢と体幹機能を総合的に評価した side bridge test (以下、SBT)⁷⁾や下肢での制御を最小限にした下部体幹・骨盤帯での支持機能を評価した座位での体幹荷重

木下和昭
〒 574-0011 大東市北条 5-11-10
四條学園大学リハビリテーション学部
リハビリテーション学科理学療法学専攻
TEL 072-863-5043/FAX 072-863-5022
E-mail k-kinoshita@reha.shijonawate-gakuen.ac.jp

1) 四條学園大学リハビリテーション学部
Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University
2) 大阪産業大学大学院人間環境学研究科
Human Environmentology Graduate Course, Osaka Industrial University
Graduate School
3) 大阪河崎リハビリテーション大学リハビリテーション学部
Faculty of Rehabilitation, Osaka Kawasaki Rehabilitation University

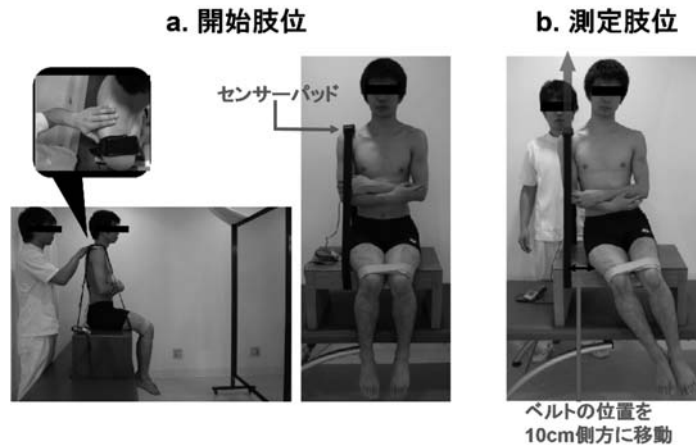


図1 Trunk righting testの開始肢位と測定肢位(文献9より引用)

- a: センサーパッドを肩鎖関節内側部にあて、固定用ベルトが座面と垂直になるように長さを調整し固定した。
 b: 測定部位(センサーパッド部)を10 cm 外側へ移動させた肢位から、上方へ押し上げるように立ち直り動作をさせた。

支持機能テスト(trunk righting test 以下, TRT)⁸⁾がある。TRTの左右差の先行研究として、われわれはTRTの測定値が高値な側は、端座位でのリーチ動作時のバランス保持能力が優れ⁹⁾、さらに片側の姿勢保持を必要とするfront bridge test(以下, FBT)やSBTの姿勢保持時間が長く¹⁰⁾、支持性が高いことを報告した。そのためTRTは体幹筋機能やその調整能力を示す協調性の要素をもった評価方法であると考えている。さらに、片側での体幹の荷重支持機能を評価するパフォーマンステストであると考えている。

本研究の目的は、片脚支持場面が頻回に行なわれるサッカー選手において利き脚と非利き脚の違いによる、片側の体幹の荷重支持機能や片側ブリッジ姿勢保持能力の特徴について検討した。

対 象

対象は腰部や下肢に疼痛がなく、測定時にプレーが可能なオフシーズン中の某高校男子サッカー部員の33名とした。年齢は 15.8 ± 0.7 歳、身長は 170.2 ± 5.9 cm、体重は 57.7 ± 6.6 kgであった。本研究はヘルシンキ宣言および、個人情報保護法の趣旨に則り、被験者に研究の趣旨や内容、データの取り扱い方法について十分に説明し、研究への参加の同意を得た。

方 法

測定項目は利き脚の調査, TRT, FBT, SBTとした。

1. アンケート調査

利き脚の調査は対象者が比較的ボールを蹴りやすいほうを利き脚とし、アンケート方式にて実施した。

2. Trunk righting test (TRT)

TRTの測定にはHand-Held Dynamometer(アニメ社製等尺性筋力測定装置 μ Tas F-1, 以下, HHD)を使用した。対象者には昇降台に膝窩部と昇降台間の間隔を拳1個分空けた端座位をとらせた。昇降台は足部が接地しない高さとした。下肢を開脚する代償動作を抑制するために両大腿部はバンドにて固定した。その端座位にて体幹を正中位にし、センサーパッドを肩鎖関節内側部にあて、固定用ベルトが座面と垂直になるように長さを調整し固定した(図1a)。運動課題は測定部位(センサーパッド部)を10 cm 外側へ移動させた肢位から、上方へ押し上げるように立ち直り動作とした(図1b)。その際、対象者には両肩峰を結ぶ線が床面と平行であることと、固定用ベルトが床に対し垂直であることを前方の姿勢鏡で確認させた。また検者は僧帽筋上部に手掌を置き、肩甲帯が挙上する代償を確認し、口頭にて抑制した。測定は最大努力で5秒間姿勢を保持させた力(荷重支持機能)とした。測定は左右ともに実施した。測定値は3回

の平均値とし、体重比(N/kg)に換算した。なお、測定にあたっては30秒以上の休息をとり、被験者が十分に自然座位に回復した後、次の測定を施行した。

3. Front bridge test (FBT)

FBTの姿勢は腹臥位から、両前腕と測定側下肢(足尖)で身体を保持させ、非測定側下肢は挙上させた(図2a)。測定中は、その姿勢にて体重の10%の重錘を骨盤上にて負荷させ、最大120秒を目標に姿勢を保持させた。測定値は上記の姿勢が保持できた時間(10秒単位)とし、10秒未満は切り捨てとした。左右それぞれ測定を実施し、測定間の休憩は1分間とした。

4. Side bridge test (SBT)

SBTは側臥位から、測定側は肩関節90°外転、内外旋中間位、肘関節90°屈曲位、股関節中間位、膝関節伸展位、非測定側の股関節は外転させ、下肢挙上位にて保持させた(図2b)。測定中はその姿勢にて体重の10%の重錘を骨盤上に負荷を加え、最大120秒を目標に姿勢を

保持させた。測定値は上記の姿勢が保持できた時間(10秒単位)とし、10秒未満は切り捨てとした。左右それぞれの測定を実施し、測定間の休憩は1分間とした。

5. 検討方法

検討方法はTRT、FBT、SBTの利き脚と非利き脚の両群にて比較した。統計処理には、SPSS Version20を使用し、Wilcoxonの符号付き順位検定にて比較した。有意水準は5%とした。

結 果

利き脚は右側33名、左側1名であった。TRTは利き脚 3.1 ± 0.6 N/kg、非利き脚 2.8 ± 0.5 N/kgであり、利き脚において有意に高値であった($p < 0.01$)。また、FBTは利き脚 63.8 ± 16.9 秒、非利き脚 60.8 ± 14.6 秒、SBTは利き脚 30.6 ± 16.0 秒、非利き脚 29.4 ± 20.8 秒であり、FBTとSBTともに両群で有意差は認められなかった(図3)。

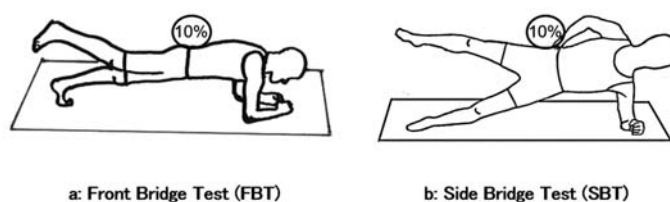


図2 体幹機能評価の測定肢位(文献10より引用)

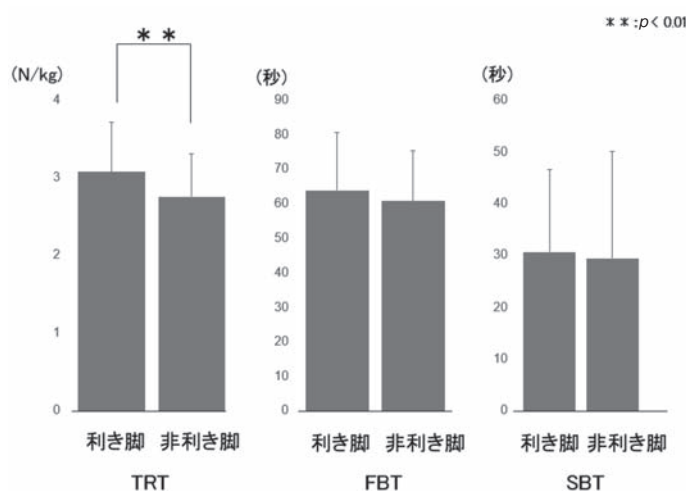


図3 各測定項目の利き脚と非利き脚の比較

TRTは利き脚において有意に高値であった($p < 0.01$)。FBTとSBTは両群間に有意差は認められなかった。

考 察

今回は手島らの報告¹⁾を参考に、キック動作の繰り返しが多いサッカー選手では、キック動作の際、支持脚となる非利き脚の荷重支持機能が反映され、ブリッジ姿勢保持時間と体幹の荷重支持機能が高くなると仮説を立てた。しかし、本研究では今回対象となった高校男子サッカー選手は、体幹と下肢の両方にて姿勢保持をするようなFBTとSBTにおいて、利き脚と非利き脚に明らかな傾向が確認できず、過去の報告^{3,4)}と同様の結果であった。

今回は体幹機能を測定するためにTRTを用いた。TRTでは体幹支持における両側の腹横筋や内腹斜筋、外腹斜筋、腹直筋、多裂筋を評価していることを筆者らは確認している(発表済データ)。こうした、新たに下肢機能を可能な限り取り除き、体幹のみの荷重支持機能を評価しているTRTは利き脚のほうが非利き脚に比較して有意に高値であった。以上のことから、端座位姿勢にて側方へ荷重移動させる場合、利き脚側へ片側移動させた姿勢のほうが体幹の固定性が高くなることが示唆された。

今回のサッカー選手におけるTRTの測定結果を単に体幹の荷重支持機能と捉えるのではなく、サッカー選手に多いキック動作や走動作中の骨盤側方傾斜の変化などへの適応による体幹の安定性の特性が表出されているのではないかと考えられる。以上のことから、TRTは測定側の荷重支持機能を反映すると考える観点から使用しているが、スポーツ競技の動作特性を詳細に検討し使用しなければならないことが考えられた。

本研究の限界として、1点目は一般高校男子や左右対称性のスポーツに取り組む高校生男子などといったコントロール群が設定されていない点にある。2点目はサッカー経験年数にて利き脚と非利き脚の特性に個人差が出ると考えられるが、今回はサッカー経験年数を考慮されていない点にある。3点目は幅広い年齢やブリッジ姿勢保持時間での検討ができていない点である。またキック動作の体幹運動は、前額面上の運動以外にも、矢状面や水平面の運動も重要となる。4点目はFBTとSBTにおいて、集団にて測定を実施したため、10秒未満を切り捨てている点にある。今回はその点に関して検討できておらず、今後さらなる検討が重要であると考えられる。

結 語

高校男子サッカー選手は、片側のブリッジ姿勢保持能力に有意な左右差が認められなかった。しかし、端座位姿勢から側方へ荷重移動させた姿勢での荷重支持機能は非利き脚側と比較して利き脚側のほうが有意に高値であることが示された。このことから高校男子サッカー選手の特徴として、端座位姿勢にて側方へ荷重移動させる場合、利き脚側へ片側移動させた姿勢のほうが体幹の固定性が高くなることが示唆された。

文 献

- 1) 手島貴範ほか：サッカー選手における大腿部筋の左右差. The Annual Reports of Health, Physical Education and Sport Science, 31 : 95-100, 2012
- 2) 福山勝彦ほか：足趾運動調節能力を用いた足趾運動覚検査の開発と年代および左右(利き足, 非利き足)差の検討. 理療科, 29 : 759-763, 2014.
- 3) Masuda K et al : The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. J Sports Sci, 21 : 851-858, 2003.
- 4) Hoshikawa Y et al : Differences in thigh muscularity and dynamic torque between junior and senior soccer players. J Sports Sci, 27 : 129-138, 2009.
- 5) 甲斐義浩ほか：利き足と非利き足における足把持力および大腿四頭筋筋力の比較. 理療科, 22 : 365-368, 2007.
- 6) Leetun DT et al : Core Stability Measures as Risk Factors for Lower Extremity Injury in Athletes. Med Sci Sports Exerc, 36 : 926-934, 2004.
- 7) 田頭悟志ほか：Side-Bridge testの体幹機能評価法としての検討—Kraus-Weber test変法との比較から—. 関西臨スポーツ医会誌, 18 : 25-28, 2008.
- 8) Kinoshita K et al : A novel objective evaluation method for trunk function. J Phy Ther Sci, 27 : 1633-1636, 2015.
- 9) 木下和昭ほか：端座位での片側支持における姿勢保持とTrunk Righting Testとの関係. 理療科, 30 : 329-332, 2015.
- 10) 木下和昭ほか：座位体幹荷重支持機能テストと体幹筋機能. 理療科, 31 : 49-52, 2016.

学童期初発野球肘内側障害の MRI

Magnetic Resonance Images of the Acute Onset Initial Little League Elbow

塚越 祐太 ^{1,2)}	Yuta Tsukagoshi	馬見塚尚孝 ^{1,3)}	Naotaka Mamizuka
小川 健 ¹⁾	Takeshi Ogawa	万本 健生 ¹⁾	Takeo Manmoto
平野 篤 ¹⁾	Atsushi Hirano	山崎 正志 ²⁾	Masashi Yamazaki

● Key words

野球肘, MRI, 学童期

● 要旨

肘内側部痛が初発してから 12 週以内に高分解能 MR 画像を撮像しえた学童期野球選手 23 例の画像を比較検討した。MR 画像の特徴として、上腕骨内側上顆骨化中心の分節化 (91 %)、軟骨膜の断裂 (39 %) と偏位 (91 %)、および尺側側副靱帯近位部形態異常 (61 %) を認めた。また、T2FSWI の高信号所見を呈した部位は、上腕骨内側上顆部骨化中心 (100 %)、尺側側副靱帯近位部 (83 %)、成長板付近 (83 %)、上腕骨滑車 (13 %)、尺骨鉤状結節 (65 %) に認めた。初発野球肘内側障害例の病態は、未熟な上腕骨内側上顆の裂離骨折、肘内側側副靱帯損傷、その周囲の潜在性骨損傷であることが示唆された。

はじめに

投球動作によって肘内側部に疼痛を訴える野球選手を診察する場合には、内側上顆、内側側副靱帯、肘頭、尺骨神経および腕尺関節の障害を念頭におく必要がある。これらの障害は野球肘やリトルリーグ肘と総称されている。学童期の野球肘内側障害は主に内側上顆に発症し、その病態は裂離骨折¹⁾や骨端症²⁾と報告されているが、まだ十分に明らかにされていない。

そこで本研究では、学童期の初発例の単純 X 線画像と発症後 12 週以内の MR 画像所見を調査したので、その特徴について報告する。

症例と方法

2009 年以降、投球時の肘痛を主訴に来院した発育期野球選手には全例に対して高分解能 MR 画像による精査を勧めてきた。このうち、肘内側部痛が初発してから 12 週以内に高分解能 MR 画像を撮像しえた学童期野球選手 23 例の単純 X 線画像と MR 画像を評価解析した。1.5T-MR 撮像装置 (Magnetom Symphony, Siemens, München, Germany) を用いて、肘関節伸展位で上腕骨内側上顆部に小径表面コイル (Loop Flex Coil, Siemens, München, Germany) を設置して撮像した。撮像条件は、FSE プロトン強調画像 (PD)、GRE T2*-強調画像 (T2*WI)、T2 強調脂肪抑制画像 (T2FSWI) の冠状断

塚越祐太
〒305-8575 つくば市天王台 1-1-1
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター
TEL 029-853-3219

- 1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター／水戸協同病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Mito Medical Center, University of Tsukuba/
Mito Kyodo General Hospital
- 2) 筑波大学医学医療系整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, University of Tsukuba
- 3) 西別府病院スポーツ医学センター
Department of Baseball Medicine, Institute of Sports Medicine, Nishibeppu National Hospital

(FOV60*60 mm, slice 厚 1.5 mm/gap 0.3 mm)とした。また、全例において初診時の肘関節単純 X 線撮影 tangential view を評価解析した。

結 果

年齢 8~12 歳(平均 10 ± 1 歳)、症状出現から MR 画像撮像までの期間 17~71 日(平均 39 ± 14 日)であった。単純 X 線 tangential view で 19 例(83%)に上腕骨内側上顆骨化中心の分離像を認めたが、残りの 4 例には異常所見を認めなかった。MR 画像の特徴として、T2*WI で上腕骨内側上顆骨化中心の分節化(91%)、軟骨膜の断裂(39%)と偏位(91%)、および尺側側副靭帯近位部

形態異常(61%)を認めた(図 1,2)。また、T2FSWI では、上腕骨内側上顆部骨化中心(100%)、尺側側副靭帯近位部(83%)、成長板付近(83%)、上腕骨滑車(13%)、尺骨鉤状結節(65%)に高信号所見を認めた(図 3,4)。表 1 に所見の一覧と有所見率を示す。

考 察

初発野球肘内側障害例の単純 X 線画像および MR 画像を評価し、上腕骨内側上顆の裂離骨折と尺側側副靭帯の形態異常を認め、近接する周囲組織に広範囲に高信号所見を認めた。

学童期の健側肘関節の高分解能 MR 画像では、上腕

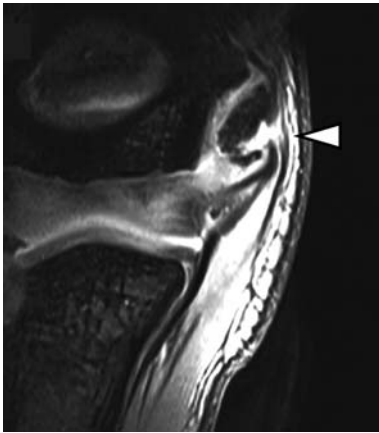


図 1 肘関節の高分解能 MR 画像(T2*WI)
上腕骨内側上顆骨化中心の分節化と軟骨膜の断裂がみられる。

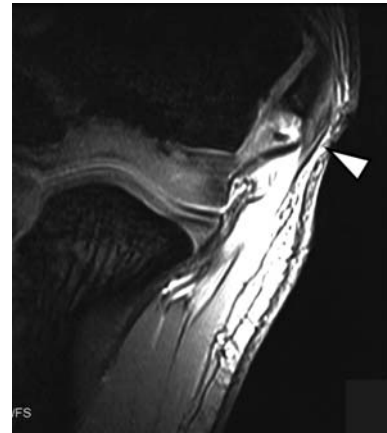


図 2 肘関節の高分解能 MR 画像(T2*WI)
上腕骨内側上顆骨化中心の分節化と軟骨膜の偏位がみられる。

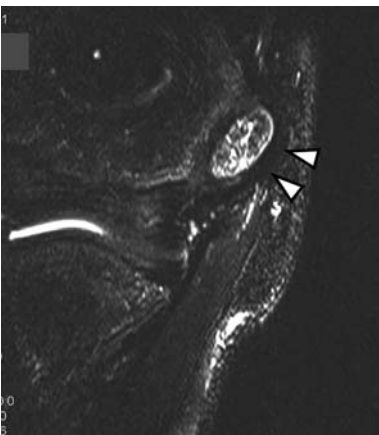


図 3 肘関節の高分解能 MR 画像(T2FSWI)
上腕骨内側上顆部骨化中心に高信号所見を認める。

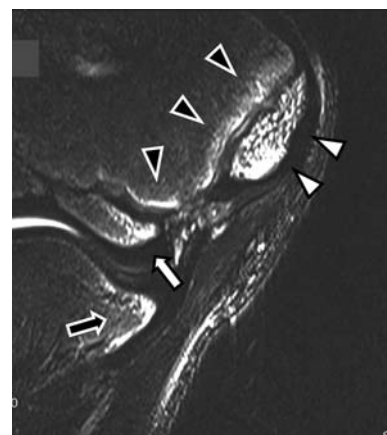


図 4 肘関節の高分解能 MR 画像(T2FSWI)
上腕骨内側上顆部骨化中心(△)、成長板付近(▲)、上腕骨滑車(白矢印)、尺骨鉤状結節(黒矢印)に高信号所見を認める。

表1 単純X線画像と高分解能MR画像の所見とその有所見率(n=23)

単純X線	内側上顆二次骨化中心の分離	83%
PD	上腕骨内側上顆二次骨化中心の分節化	91%
T2*WI	軟骨膜の途絶	39%
	軟骨膜の変位	91%
T2FSWI	尺側側副靱帯近位部形態異常	61%
	内側上顆二次骨化中心周囲の高信号	100%
	内側側副靱帯近位部の高信号	83%
	上腕骨遠位骨幹端の高信号	83%
	上腕骨滑車の高信号	13%
	尺骨鉤状結節の高信号	65%

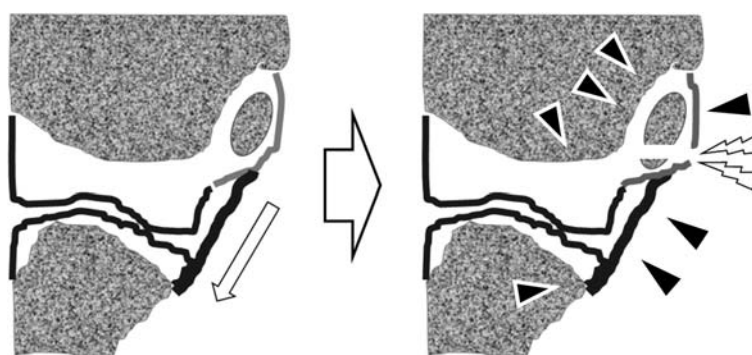


図5 野球肘内側障害発症メカニズム

投球動作により尺側側副靱帯に長軸方向に張力が作用し、上腕骨内側上顆の二次骨化中心・その周囲の軟骨・軟骨膜などの広い範囲に“一次的に”損傷が生じる(▲損傷部位)。

骨内側上顆の骨化中心、成長軟骨に加え、その表面に軟骨膜と考えられる低信号線が描出可能であると報告されている³⁾。本研究においても上腕骨内側上顆の表面にPDWIおよびT2*WIにおいて軟骨膜と考えられる低信号線が描出され、39%の例で軟骨膜の連続性が絶たれ、91%で軟骨膜遠位部が下方に偏位していた。投球動作では valgus extension overload による肘関節周りに生じる内反トルクによって、尺側側副靱帯には長軸方向に張力が作用する⁴⁾。この力が上腕骨内側上顆の骨化中心・その周囲の軟骨・軟骨膜の耐力を超えたときに“一次的に”同部位の遠位部がさらに遠位に牽引されて裂離したと推察される(図5)。

軟骨膜の偏位が91%に存在するが軟骨膜の断裂が39%にしか認めない点は、発症から撮像までの12週間以内の間に軟骨膜に治癒的变化が生じた可能性や、MRIの解像度によって描出できなかった可能性が考えられる。骨成熟前の11~15歳の野球肘内側障害をまとめた報告では、全例が投球中の突然の疼痛を経験してい

る⁵⁾。このことから、野球肘内側障害の初回受傷は障害ではなく、一次的な断裂であることを示唆している。

学童期の野球肘内側障害においては、Weiらは若年者(8~13歳)における野球肘内側障害例の両肘MR画像を調査し、内側上顆骨端線や内側上顆に浮腫像を認めるものの、尺側側副靱帯の断裂を認める例はないと報告している⁶⁾。一方、本研究では、尺側側副靱帯近位部の形態異常とT2FSWIでの高信号所見を認めている。これらの所見は尺側側副靱帯近位部に何らかの損傷が生じたことを示唆する。野球肘内側障害の病態メカニズムが尺側側副靱帯に作用する肘関節の内反トルクであることから、靱帯そのものにも起きた力学的ストレスが作用することに加え、上腕骨内側上顆下極が裂離および下方に偏位したため尺側側副靱帯がたるみ、このような形態異常を生じたと推察される。

また、本研究では、上腕骨内側上顆以外に広範囲にT2FSWIで高信号所見を呈した部位があることが特徴的である。T2FSWIは軟部組織の炎症や組織内出血、

骨髓浮腫の描出感度が高く、靱帯損傷や骨損傷の有無を判断する材料として有用である⁷⁾。外傷後、T2FSWIで骨髓浮腫を認めるも単純X線・CT等で骨折線が描出されず、関節鏡を用いても異常を認めないものは潜在性骨損傷であるとされている⁷⁾。尺側側副靱帯の両端に位置する上腕骨内側上顆および尺骨鉤状結節のT2FSWI高信号所見は、靱帯に作用した力がもたらした潜在性骨損傷として妥当である。投球動作の加速期からボールリリース付近では肘内反トルクが減少すると同時に、肘関節が急速に伸展していくことが分かっており⁴⁾、尺骨関節面と上腕骨滑車部に剪断応力が作用した可能性が考えられる。それにより靱帯が付着していない上腕骨滑車部にも損傷が及んだと推察している。

これまでの報告では、野球肘内側障害は発育期に上腕骨内側上顆骨軟骨障害と、成人期の肘尺側側副靱帯損傷が生じる場合があると考えられてきた^{1,2)}。しかし、今回調査した学童期野球選手の初回野球肘内側部痛例の調査では、肘尺側側副靱帯の形態異常を認めており、成人期に問題となる肘尺側側副靱帯損傷の初回損傷がこの時期に起きている可能性がある。

さらに、これまで“投げすぎ”という言葉に代表されるように、投球障害の誘因としては投球数の影響が大きいことが指摘されてきた^{8,9)}。一方、今回紹介したような一期的に上腕骨内側上顆の損傷が生じた例があることを考慮すると、1球ごとの投球強度の大きさによって肘にかかる力学的ストレスが大きくなり、投球障害に至った可能性も考慮されなければならない。また、投球時に肘関節にかかる力は大きさだけでなく方向ももったベクトルであり、野球肘発症には力の方向に関係する“投球動作”の良否も大きく影響する^{10,11)}。したがって、投球障害を予防するためには、投球数、投球強度、投球動作、そしてコンディショニングについて注意を払うことを啓発する必要がある。

本研究の制限項目は、MRI撮像までの期間が最大12週と長く、野球肘の初期異常に加えて治癒的変化が混在していることがあげられる。また、学童期であるが数年の野球歴があるため投球動作の繰り返しによって肘の構造が“適応”している可能性がある。今後これらの課題をクリアした研究が必要である。

結 語

高分解能MR画像にて骨化中心の分節化と軟骨膜の断裂、軟骨膜の偏位を91%と高確率で認めた。同時に、

内側上顆骨化中心周囲、上腕骨遠位骨幹端、内側側副靱帯近位部、尺骨鉤状結節にT2FSWIで高信号所見を呈していた。初発野球肘内側障害例の病態は、未熟な上腕骨内側上顆の裂離骨折、肘内側側副靱帯損傷、その周囲の潜在性骨損傷が発生していることが示唆された。

なお、本論文は、日本整形外科スポーツ医学会学術集会2010年と、日本整形外科学会2011年に発表した内容を論文化したものである。

文 献

- 1) 伊藤恵康：肘関節のスポーツ障害。日整会誌，82：45-58, 2008.
- 2) 柏口新二：【予防としてのスポーツ医学 スポーツ外傷・障害とその予防・再発予防】 スポーツ障害とその予防・再発予防 野球肘 発症メカニズムとその予防・再発予防。臨スポーツ医，25：179-183, 2008.
- 3) 馬見塚尚孝：投球肘障害の高分解能MRI。別冊整形外，32：2-6, 2013.
- 4) Werner SL et al：Biomechanics of the elbow during baseball pitching. J Orthop Sports Phys Ther, 17：274-278, 1993.
- 5) Osbahr DC et al：Acute, avulsion fractures of the medial epicondyle while throwing in youth baseball players：a variant of little league elbow. J Shoulder Elbow Surg, 19：951-957, 2010.
- 6) Wei AS et al：Clinical and magnetic resonance imaging findings associated with little league elbow. J Pediatr Orthop, 30：715-719, 2010.
- 7) 福田国彦ほか編：関節のMRI。メディカル・サイエンス・インターナショナル，東京：217-228, 365-378, 2007.
- 8) 松浦哲也ほか：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.
- 9) 門脇 俊ほか：少年野球選手の投球障害に関わる因子。整スポ会誌，36：74-77, 2016.
- 10) 坂田 淳ほか：少年野球選手における肘内側障害の危険因子に関する前向き研究。整スポ会誌，36：43-51, 2016.
- 11) 岩間 徹ほか：イラストによる投球フォーム指導。日臨スポーツ医会誌，19：460-465, 2011.

総腓骨神経断裂を合併した大相撲力士の 膝複合靱帯損傷の 2 例

Multiple-Ligament Injured Knee with Common Peroneal Nerve Avulsion Injury in Professional Sumo Wrestler : Report of Two Cases

清水 禎則 Sadanori Shimizu
立石 智彦 Tomohiko Tateishi
土屋 正光 Masamitsu Tsuchiya

長瀬 寅 Tsuyoshi Nagase
中川 照彦 Teruhiko Nakagawa

● Key words

膝複合靱帯損傷, 総腓骨神経, 大相撲力士

Multiple-ligament injured knee : Common peroneal nerve : Professional sumo wrestler

●要旨

後外側支持機構(PLS)損傷を伴う重度膝複合靱帯損傷においては, 神経・血管損傷を合併する症例も少なくない。今回, 総腓骨神経断裂を合併した膝複合靱帯損傷の大相撲力士 2 例について報告する。

症例 1 は本場所取組中, 症例 2 は稽古中に受傷した。いずれも PLS 損傷, ACL 損傷ならびに腓骨神経麻痺と診断し, 受傷後早期に PLS 修復術を施行した。下垂足に対しては, 二期的に腱移行術による足関節機能再建術を行ない, また ACL+LCL 再建術も施行した。なお, 2 症例とも治療過程において PLS 修復部位の深部感染を生じ, 外科的デブリドマンを要した。

最終経過は概ね良好であったが, 腓骨神経麻痺を合併する本外傷からの競技復帰への道程は極めて厳しいのが現実である。

はじめに

後外側支持機構 (posterolateral structure ; PLS) 損傷を伴う重度膝複合靱帯損傷においては, 神経・血管損傷を合併する症例も少なくない。今回, 総腓骨神経断裂を合併した膝複合靱帯損傷の大相撲力士 2 例を経験したので, 報告する。

症 例 1

25 歳, 幕下力士。185 cm, 150 kg.

既往症: 糖尿病, 睡眠時無呼吸症候群。

現病歴: 本場所取組中, 土俵上で上手投げを打つ際に左膝過伸展となり受傷。直後より歩行不能となり, 同日当院初診。

初診時身体所見: 左膝から下腿まで腫脹が著明で, 左腓骨神経領域の知覚障害と左下垂足を認めた。左足背動

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

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

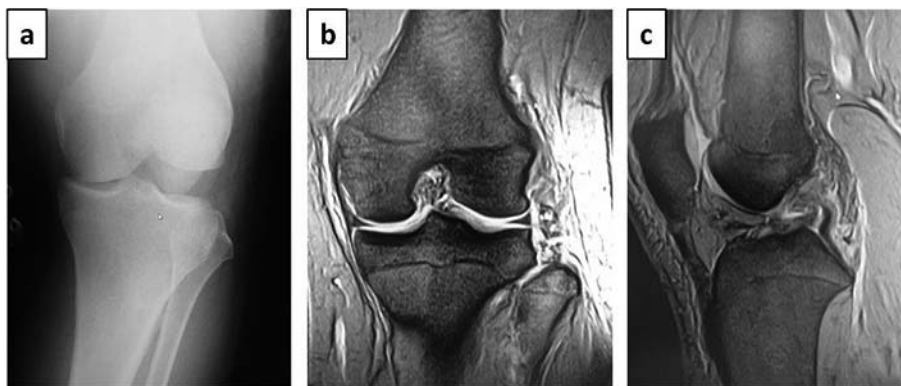


図1 症例1の術前画像所見

a: 内反ストレス撮影, b: MRI 冠状断, c: MRI 矢状断.

表1 症例1の身体所見

a: 術前麻酔下身体所見			b: 術後2年時における身体所見			c: 術後2年時における足関節可動域と筋力		
	右	左		右	左		右	左
膝 ROM	+3/145	+10/130	膝 ROM	+3/145	+2/140	ROM		
Lachman	-	+	Lachman	-	±	足関節(背屈/底屈)(自動)	+5/40	+20/45
Pivot shift	-	+	ADT	-	-	(他動)	+10/40	+20/45
ADT	-	±	Varus 0°	-	-	MMT		
PDT	-	-	30°	-	±	足関節背屈	4	5
Valgus 0°	-	-	KT-1000*	9	11	足関節底屈	5	5
30°	-	-	WBI	0.576	0.285	母趾背屈	1	5
Varus 0°	-	+	(健側比 49.5%)			母趾底屈	5	5
30°	-	++				第2~5趾背屈	1	5
KT-1000*	11	18				第2~5趾底屈	5	5

*徒手最大前方移動量(mm)

脈は触知可能であった。

画像所見：単純 X 線では明らかな骨傷はなく、内反ストレス撮影で外側関節裂隙の開大を認めた(図 1a)。MRI では ACL ならびに PLS の不連続性を認めた(図 1b,c)。造影 CT では左後脛骨動脈の軽度狭窄がみられたが、閉塞所見は認めなかった。

診断：左膝 PLS 損傷, ACL 損傷ならびに腓骨神経麻痺。

初回手術：受傷後2日目に PLS 修復術を施行した。麻酔下診察所見を表 1a に示す。外側側副靱帯(LCL)および大腿二頭筋腱の腓骨頭からの剝離損傷を認めた(図 2a)ため、腓骨頭へ suture anchor を3本打ち込み、LCL と大腿二頭筋腱を修復した(図 2b)。また、脛骨神経分岐部遠位において総腓骨神経の断裂を認めたが、縫合や修復は行なわなかった。後療法は、術後3週間 A-K ギプス固定とし、以後膝 ROM 訓練を開始し、伸展制限 -20°にて膝硬性装具着用とした。術後6週以降、shoe horn brace(SHB)および膝硬性装具着用下に歩行開

始とした。

第2回目手術：総腓骨神経麻痺による下垂足に対して、受傷後3.5ヵ月で Watkins-Barr 変法による後脛骨筋腱移行術^{1,2)}を施行した。中間楔状骨に suture anchor を打ち込み、後脛骨筋腱を固定した。

第3回目手術：受傷後7ヵ月において PLS 修復部位の深部感染を認めたため、anchor 抜去とデブリドマンを施行した。術後、深部感染は鎮静化した。

第4回目手術：受傷後9ヵ月において ACL および LCL 再建術を施行した。ACL は患側 BTB graft を用いて再建し、LCL 再建は Larson 法³⁾に準じ、腓骨に開けた骨孔に 半腱様筋腱を通して大腿骨へ pull out 固定した。

術後経過：最終診察時(受傷後2年)における身体所見は表 1b,c に示す通りで概ね良好であったが、土俵復帰はせずに引退した。

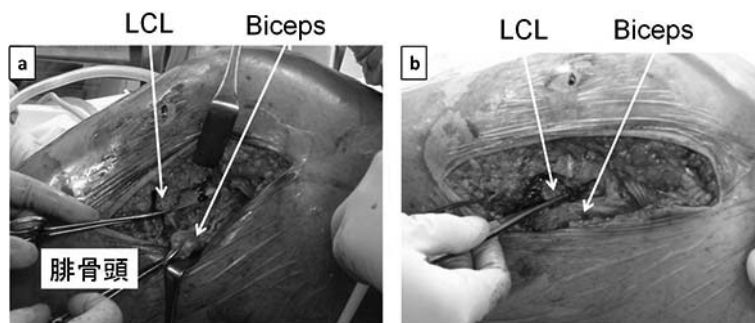


図2 症例1の術中画像所見
a: LCL ならびに大腿二頭筋腱の腓骨頭からの剥離損傷.
b: Suture anchor を用いて修復.

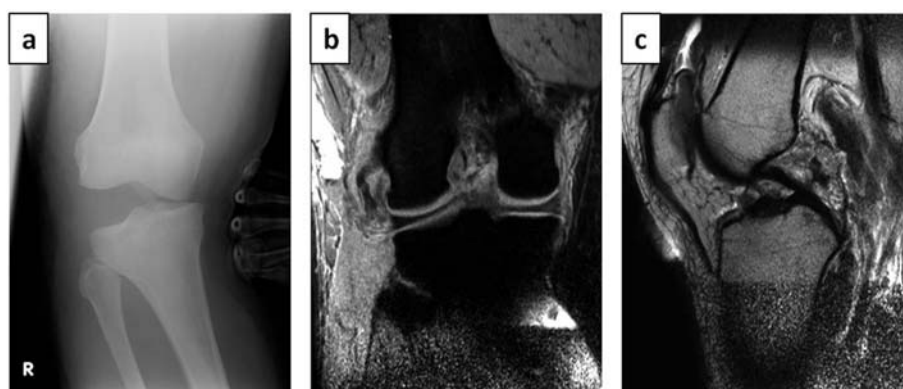


図3 症例2の術前画像所見
a: 内反ストレス撮影, b: MRI 冠状断, c: MRI 矢状断.

症 例 2

24 歳，幕下力士，180 cm，147 kg.

既往症：糖尿病，睡眠時無呼吸症候群.

現病歴：稽古中に出し投げを打たれた際に右足が滑り，右膝過伸展となり受傷．直後より歩行不能となり，同日当院初診．

初診時身体所見：左膝から下腿まで腫脹が著明で，左腓骨神経領域の知覚障害と左下垂足を認めた．左足背動脈は触知可能であった．

画像所見：単純 X 線では明らかな骨傷はなく，内反ストレス撮影で外側関節裂隙の開大を認めた(図 3a)．MRI では ACL ならびに PLS の不連続性を認めた(図 3b,c)．造影 CT では明らかな血管損傷を認めなかった．

診断：左膝 PLS 損傷，ACL 損傷ならびに腓骨神経麻痺．

初回手術：受傷後 5 日目に PLS 修復術を施行した．

麻酔下診察所見を表 2a に示す．LCL および大腿二頭筋腱の腓骨頭からの剥離損傷を認めた(図 4a)ため，腓骨頭へ suture anchor を 2 本打ち込み，LCL と大腿二頭筋腱を修復した(図 4b)．また，症例 1 同様，脛骨神経分岐部遠位における総腓骨神経の断裂を認めたが，縫合や修復は行なわなかった．術後 8 日目に，発熱とともに右膝外側の腫脹と熱感を認めた．血液検査では WBC 12,100，CRP 16.2 と上昇しており，切開排膿を行なった．細菌培養にて MRSA が検出された．

第 2 回目手術：初回手術後 10 日目に，洗浄・デブリドマンを施行し，suture anchor も抜去した．術後，深部感染は鎮静化した．

第 3 回目手術：受傷後 2 ヶ月において ACL および LCL 再建術を施行した．ACL は患側 BTB graft を用いて再建し，LCL 再建は症例 1 同様，Larson 法³⁾に準じて施行した．後療法は，術後 2 週間膝軽度屈曲位で A-K ギプス固定とし，以後膝 ROM 訓練を開始し，伸展制限 -10° にて膝硬性装具着用とした．術後 4 週～

表2 症例2の身体所見

a: 術前麻酔下身体所見			b: 術後1年時における身体所見			c: 術後1年時における足関節可動域と筋力		
	右	左		右	左		右	左
膝 ROM	+10/120	+3/140	膝 ROM	-5/125	+3/140	ROM		
Lachman	+	-	Lachman	-	-	足関節(背屈/底屈)(自動)	-10/55	+25/55
Pivot shift	+	-	ADT	-	-	(他動)	+5/55	+25/55
ADT	+	-	Varus 0°	-	-	MMT		
PDT	-	-	30°	±	-	足関節背屈	2	5
Valgus 0°	-	-	KT-1000*	7	6	足関節底屈	3	5
30°	-	-	WBI	0.253	0.356	母趾背屈	0	5
Varus 0°	+	-	(健側比 71.1%)			母趾底屈	4	5
30°	++	-				第2~5趾背屈	1	5
KT-1000*	19.5	6.5				第2~5趾底屈	5	5

*徒手最大前方移動量(mm)

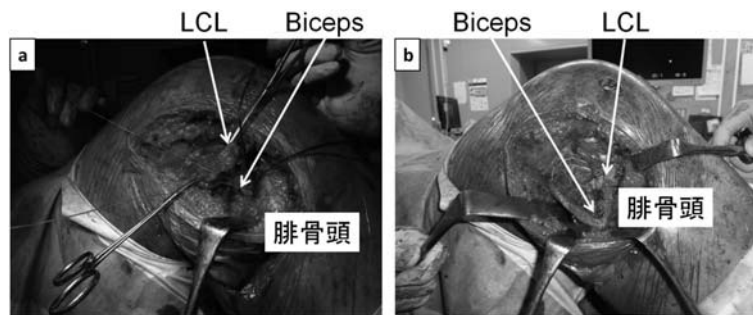


図4 症例2の術前画像所見

a: LCL ならびに大腿二頭筋腱の腓骨頭からの剥離損傷

b: Suture anchor を用いて修復

SHB および膝硬性装具下に歩行開始とした。

第4回目手術:受傷後4.5ヵ月にて長母趾屈筋腱(FHL)移行による足関節機能再建術^{4,5)}を施行した。脛腓骨間膜の前方からFHLを皮下に導入して、第4中足骨に巻き付ける形で腱を側々縫合し、膝屈曲・足関節背屈位で固定した。

術後経過:受傷後1年における身体所見は表2b,cに示す通りで概ね良好である。最終手術後9ヵ月より、四股、すり足などの基本動作訓練を中心に稽古を再開しており、今後の土俵復帰をめざしている。

考 察

Mook らは、膝関節脱臼の16~40%において総腓骨神経損傷を認め、特にPLS損傷に合併することが多いと述べている⁶⁾。さらに、Bottomley らは、大腿二頭筋腱遠位付着部断裂や腓骨頭裂離骨折を伴うPLS損傷18例中8例(44%)において腓骨神経麻痺を認めたと報告している⁷⁾。Hayes らは、MRI像に基づく受傷メカニズムから、ACL+PLS損傷は膝関節内反・過伸展で起こる

と推察している⁸⁾。症例2の受傷肢位についての詳細は不明であるが、症例1は取組の映像が左膝過伸展+内反で受傷した瞬間を捕らえていた。

Levy らは、膝複合靱帯損傷の初期治療について、膝関節脱臼後の引き抜き損傷に対する神経縫合は困難であることが多いと述べている⁹⁾。神経縫合を施行するとなれば、腹臥位で膝窩部を展開し顕微鏡下に行なう必要があるため手術侵襲が大きくなること、修復できたとしても麻痺が回復する確率は低いことから、今回の2症例に対しては腓骨神経縫合術を施行しなかった。

PLS損傷を伴う総腓骨神経断裂を合併する膝複合靱帯損傷においては、膝靱帯修復・再建術に加えて足関節背屈機能再建も必要である。腓骨神経麻痺による下垂足に対しては、腱移行術や関節固定術などのサルベージ手術の適応となり、後脛骨筋腱移行術が最も代表的であるとされている⁹⁾。適切な手術時期に関しては一定の見解は得られていないが、今回の2症例においては、受傷後可及的早期にPLS修復を施行後、膝関節可動域と周囲の筋力がある程度回復してから足関節背屈機能再建術を行なうのが無難であると考えた。症例1では、Wat-

kins-Barr 変法による後脛骨筋腱移行術を施行し、最終的な機能的予後は良好であった。ただし、この術式は移行する後脛骨筋腱が短いために足根部遠位まで届かない可能性があり、また外反扁平足や足関節底屈筋力低下など後脛骨筋腱機能不全の合併症が危惧される。このため症例 2 に対しては、FHL 移行術を施行した。FHL は後脛骨筋腱と比較して移行腱としての十分な長さを有しており、より遠位に固定することで足関節 ROM と背屈筋力の獲得が期待できると考えた。一方、母趾底屈力が犠牲になることで、母趾で土俵を“噛む”必要のある相撲競技においては少なからず支障が生じる可能性もあることから、他趾での力学的代用も必要になると思われる。症例 2 の母趾底屈筋力は MMT4 と軽度低下していたが、第 2～5 趾の底屈筋力は MMT5 と正常に保たれており、母趾底屈筋力低下を他趾にて代償可能な状態である。

相撲に限らず多くのスポーツ競技においては、荷重バランスや力学的負荷の点から、膝関節の安定性に加えて足関節機能も重要となる。今回の 2 症例は同様の外傷であり、類似した治療経過を辿った。近年、大島らは大腿二頭筋腱遠位付着部断裂と膝複合靱帯損傷に伴って腓骨神経麻痺をきたした症例からのスポーツ復帰例¹⁰⁾を報告しているが、腓骨神経麻痺を合併する本外傷からの競技復帰への道程は極めて厳しいのが現実である。また、いずれも糖尿病の合併があり、感染の危険因子であることを再認識させられた。

文 献

- 1) Watkins MB et al : Transplantation of the posterior tibial tendon. J Bone Joint Surg, 3-A : 1181-1189, 1954.
- 2) 古屋賀津雄ほか：腓骨神経麻痺に対する腱移行術の検討. 日足外会誌, 23 : 101-105, 2002.
- 3) Larson RV et al : Isometry of lateral collateral and popliteofibular ligaments and a technique for reconstruction. University of Washington research report : 42-44, 1996.
- 4) Hiroshima K et al : Anterior transfer of the long toe flexors for the treatment of spastic equinovarus and equinus foot in cerebral palsy. J Pediatr Orthop, 8 : 164-168, 1988.
- 5) 寺本篤史ほか：脳性麻痺児の内反尖足変形に対する長母趾屈筋腱背側移行術の効果. 整形外科, 55 : 1513-1515, 2004.
- 6) Mook WR et al : Nerve injury complicating multi-ligament knee injury : current concepts and treatment algorithm. J Am Acad Orthop Surg, 21 : 343-354, 2013.
- 7) Bottomley N et al : Displacement of the common peroneal nerve in posterolateral corner injuries of the knee. J Bone Joint Surg Br, 87 : 1225-1226, 2005.
- 8) Hayes CW et al : Mechanism-based pattern approach to classification of complex injuries of the knee depicted at MR imaging. Radiographics, 20 : 121-134, 2000.
- 9) Giuseffi SA et al : Surgical treatment of peroneal nerve palsy after knee dislocation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 18 : 1583-1586, 2010.
- 10) 大島健史ほか：大腿二頭筋腱遠位付着部断裂と膝複合靱帯損傷に伴って腓骨神経麻痺をきたした 1 例. 整スポ会誌, 35 : 76-79, 2015.

内側半月板部分切除後の膝関節痛に対して 高位脛骨骨切り術と半月板前角修復術を行なった 1 例

A Case Report : Medial Open Wedge High Tibial Osteotomy and Medial Meniscus Anterior Root Repair to Knee Joint Pain

裴 漢成 Hironari Hai

● Key words

高位脛骨骨切り術, 半月板前角損傷, 半月板前角修復

●要旨

近年, 高い活動性を有する壮年患者の内側半月板損傷を伴う変形性膝関節症に対して高位脛骨骨切り術が選択される機会が増えてきている。

今回, 内側半月板前節の部分切除歴のある症例に対して, 内側開大型高位脛骨骨切り術と併せて, 半月板前角修復術を行ない, 術後5ヵ月で抜釘と再鏡視を行なった。修復を試みた前角は意図した foot print にしっかりと固着し, 術前認めた脛骨関節面と大腿骨との骨性衝突も半月板前節で覆われ消失していた。抜釘後, 術前の愁訴は完全に消失し, 可動域等も改善を認め良好な経過が得られている。

はじめに

近年, 高い活動性を有する壮年患者の内側半月板損傷を伴う変形性膝関節症に対して高位脛骨骨切り術 (medial open wedge high tibial osteotomy; MOWHTO) が選択される機会が増えてきている。

今回, 内側半月板前節の部分切除歴のある症例に対して, MOWHTO に併せて, 半月板前角修復術を行ない, 経過良好な 1 例を経験したので報告する。

症 例

46 歳女性。現病歴は 12 年前に左膝内側半月板の前節から中節を部分切除されている (詳細不明)。その後もスポーツ活動としてバレーボールを行なっているが、近

年, 左膝に可動域制限と完全伸展時に刺すような鋭い痛みを感じ, 運動後は水腫が出現する機会が増えて当院受診となった。初診時の理学所見は ROM (右/左) active 0~130°/-5~120°, Passive 0~135°/-5~125°, patellar ballottement (以下, PB) -/+ , McMurray test pain -/- , Watson-Jones test -/+ , 日本整形外科学会膝関節疾患成績判定基準 (以下, JOA score) 95 点/90 点だった。

X 線画像では Kellgren-Lawrence 分類グレード 2, % mechanical axis (以下, %MA) は 49.6 % (図 1), MRI 像では内側半月板の前節が描出されなかった (図 2)。

以上より, 症状の改善をめざし, 目標の % MA を 62.5 % として MOWHTO を計画した。

MOWHTO に併せて関節鏡を施行した (図 3)。内側半月板前節はほぼ消失し, 辺縁が Grasper で把持できる程度に遺残していた。脛骨関節面前方は露見し, 最大伸展時に大腿骨との骨性衝突が認められた。ACL 前方に



図1 術前下肢立位全長 X 線像

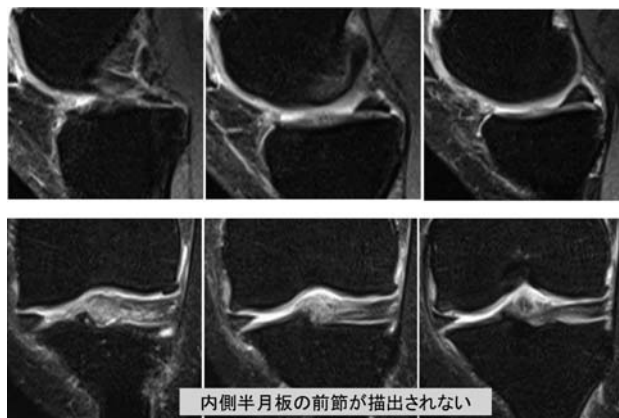


図2 術前 MRI 像(矢状断・冠状断)
内側半月板の前節が描出されていない。

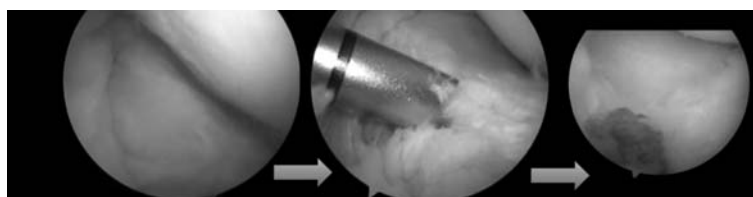


図3 MOWHTO 施行時関節鏡所見
前節が通常覆っている脛骨関節面の一部が露見しており、伸展位で大腿骨と骨性衝突を認めている。前角を模して錨着した。

形成された骨棘を切除し、遺残した半月板を引き寄せることで露出面が良好に被覆されることが確認できたので、2.9 mm 径 Jugger Knot™ Soft Anchor (BIOMET) 2 号糸 2 本付きを使用し、内側半月板前角を模して錨着した。錨着後、露出していた脛骨面は被覆され、最大伸展時に生じていた骨性インピンジメントは消失した。

術後、3 週目から全可動域制限解除と全荷重歩行を許可し、術後 5 ヶ月目に骨癒合が確認できたので、本人の希望で抜釘術と関節鏡検査を施行した。

鏡視では内側半月板前角を模して錨着した半月板の脛骨関節面の被覆は良好であり、骨性インピンジメントは再現されず、新たな骨棘形成も認めなかった(図 4)。

術後の左膝の理学所見は以下の通りである。ROM active 0~127°, Passive 0~132°, PB-, Watson-Jones test-。

X 線画像では % MA は 61.9 % (図 5)，MRI 像では内側半月板の前節が良好に描出され Hoop 機構の改善を認めた(図 6)。

初回手術から 6 ヶ月経過した現在、JOA score 95 点と改善し、術前の愁訴は完全消失し、制限なくスポーツ活動に復帰できている。

考 察

半月板後角修復術についての報告は増えているが、前角損傷とその加療についての報告は少なく、治療法についても統一された見解はない¹⁻³⁾。また、内側半月板前角の付着部についてはさまざまなタイプがあり、損傷形態や修復方法をその形態に分類して報告されたものは渉猟できなかった。

Brown ら⁴⁾は、内側半月板の解剖学的付着部について 4 つのタイプに分類して報告しており、それに従うと、今回の修復部位は Type2 に該当しており(表 1)、修復位置として大きな問題はないと考えるが、患者固有の解剖学的付着部との比較ができていないのが現状である。

本報告の限界として、MOWHTO に併せて内側半月板前角修復術を追加しており、単独加療ではないため、症状改善にどちらの手技がどれ程症状改善に寄与していたのかは判断できない。少なくとも、前角修復術を行ない、その治療機転に MOWHTO での荷重軸の変化が寄与していることは間違いないと推察される。

本症例は術後 6 ヶ月とまだ短期成績であるため、今後引き続き注意深く経過観察する予定である。

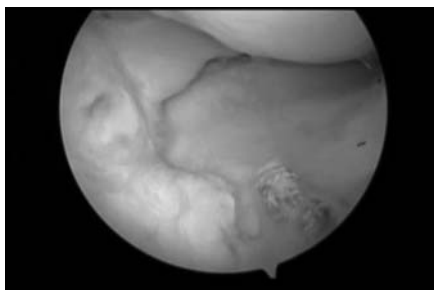


図4 抜釘時関節鏡所見
脛骨関節面の被覆は改善し、完全伸展時の骨性衝突は消失していた。

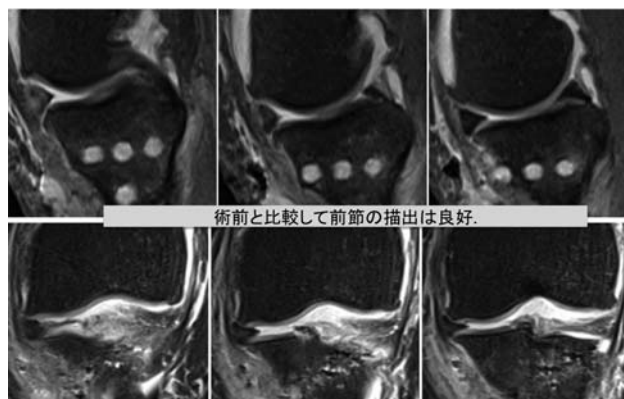


図6 抜釘術後 MRI 像(抜釘術後2日目)



図5 抜釘時(術後5ヵ月)X線像

表1 Brown ら、内側半月板前節の付着部分類

Type1 (42.9%)
...is located in the flat intercondylar region of the tibia plateau.
Type2 (45.7%)
...is on the downward slope from the medial articular plateau to the intercondylar region.
Type3 (5.7%)
...is on the anterior slope of the medial tibia plateau.
Type4 (5.7%)
...has no firm attachment of the meniscus and there is no identifiable area on the tibia plateau where it attaches.

文 献

- 1) Clancy WG et al : Symptomatic dislocation of the anterior horn of the medial meniscus. Am J Sports Med, 12 : 57-64, 1984.
- 2) Pinar H et al : Dislocating anterior horn of the

medial meniscus, Arthroscopy, 14 : 246-249, 1998.

- 3) Fukuta S et al : Detached Anterior Horn of the Medial Meniscus Mimicking a Parameniscal Cyst. Case Rep Orthop, 2015 : 706241, 2015.
- 4) Brown AA : The insertion of the anterior horn of the medial meniscus : an anatomic study. Muscle Ligaments Tendons J, 3 : 210-212, 2013

バレーボール選手の胸郭出口症候群に対し 関節鏡補助下に第1肋骨切除術を施行した1例

Experience with First Rib Resection for Thoracic Outlet Syndrome in Volleyball Player
— A Case Report —

梶田 幸宏 Yukihiko Kajita
出家 正隆 Masataka Deie

岩堀 裕介 Yusuke Iwahori

● Key words

胸郭出口症候群, 第1肋骨切除, 関節鏡

Thoracic outlet syndrome : First rib resection : Arthroscopy

● 要旨

21歳女性, 大学バレーボール選手, 外傷なく運動時の左肩の疼痛と挙上困難, 左小指・環指のしびれが出現した。左肩関節自動挙上は80°に制限され, 左斜角筋間隙に圧痛を認め, WrightテストとRoosテストが陽性であった。電気生理検査で左胸郭出口症候群と確定診断した。保存療法に抵抗し手術療法を選択した。経腋窩アプローチで創内に関節鏡を挿入し, 第1肋骨を切除した。術直後から症状は軽快し, 術後6ヵ月で試合に復帰した。

経腋窩アプローチで関節鏡を併用することにより, 低侵襲かつ比較的安全に第1肋骨切除が可能であった。

はじめに

肩・肘痛を訴えるオーバーヘッドスポーツ選手において胸郭出口症候群(thoracic outlet syndrome; TOS)の関与は8.1%に認めると報告¹⁾があり, 決してまれな病態ではない。保存療法が有効な場合が多いが, 保存療法に抵抗する症例に対しては手術療法を要し, 近年保存療法に抵抗する症例に対して手術を施行し良好な成績も報告されている^{2,3)}。

大学バレーボール選手に発生したTOSに対し関節鏡補助下に第1肋骨切除術を施行しその結果を報告する。

症 例

21歳女性, 既往歴なし, 小学1年生からバレーボールを始め, 受診時は強豪大学バレーボール部のアタッカーである。1年前から運動時の左肩の疼痛が出現, 半年前から左小指と環指のしびれが出現し, 症状は徐々に増悪した。さらに左肩の挙上制限が出現しバレーボールの継続が困難となり, 前医より当院を紹介受診した。

当院受診時の身体所見は, 肩関節自動可動域(右/左)は屈曲190°/80°, 伸展50°/10°, 外転180°/70°, 外旋80°/30°, 内旋T5/L5であった。圧痛を左斜角筋間隙, 肋鎖間隙, 小胸筋腱, 肩甲切痕, 四辺形間隙に認め, 酒

梶田幸宏
〒480-1195 愛知郡長久手市岩作雁又1-1
愛知医科大学医学部整形外科
TEL 0561-62-3311/FAX 0561-63-4707

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

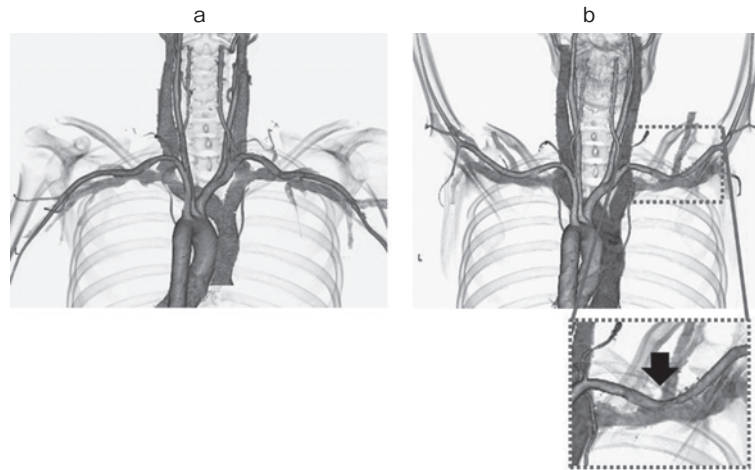


図1 血管造影 CT 像

a: 下垂位 b: 挙上位 挙上位で左鎖骨下動静脈に軽度の圧迫所見を認めた(矢印).

精綿を用いた知覚検査では左前腕尺側から小指・環指にかけて健側と比較し 5/10 程度の知覚鈍麻を認めた。深部腱反射に異常所見は認めなかった。また TOS の誘発テストである Adson テスト, Eden テストは陰性であったが, Wright テスト, Roos テストでは左橈骨動脈の拍動の消失とともに左肩関節の疼痛が誘発された。

頸椎と肩関節の単純 X 線像, MRI では頸肋や胸郭形態異常を含む明らかな異常所見は認めなかった。肩関節挙上位の血管造影 CT 像で第 1 肋骨高位での左鎖骨下動静脈の軽度圧迫所見を認めた(図 1)。電気生理検査の針筋電図では、左小指外転筋の運動単位電位の持続時間が延長し、左第 8 頸椎神経根と第 1 胸椎神経根の軸索変性が推察され、末梢神経伝導検査では左正中神経・左尺骨神経の知覚神経伝導速度と運動神経伝導速度は正常範囲であり、また左 Erb 点から第 5・6 頸椎神経根への運動潜時は正常であったため腋窩神経障害の所見も認めなかった。以上から左 TOS と診断し、保存療法を選択した。

バレーボールを休止し胸郭出口周囲筋(斜角筋・鎖骨下筋・小胸筋)・肩甲骨周囲筋(僧帽筋・肩甲挙筋)のリラクゼーション、肩甲骨胸郭関節機能訓練、下肢・体幹のストレッチなどの理学療法や、斜角筋三角に対する注射療法、ビタミン B12 製剤・非ステロイド系消炎鎮痛剤の投与などの保存療法を 4 ヶ月施行するも治療に抵抗し、電気生理検査で神経の軸索変性が出現していたため手術療法を選択した。なお、手術方法に関して術前に患者本人および患者家族に説明し同意を得た。

手術は全身麻酔下に体位は右側臥位として、左肩を約 100° 外転位で架台上に保持した(図 2a)。経腋窩アプローチで第 3 肋骨高位に約 6 cm の横切開を加え進入

し、胸壁に沿って鈍的に展開し第 1 肋骨部に到達した(図 2b)。鎖骨下動静脈と腕神経叢を直視下に確認して筋鈎で避けた後、創内に直径 4 mm の 30° 斜視鏡を挿入した(図 2c)。視野を十分に確保するために同一助手が斜視鏡と吸引を保持し、けむりや関節鏡先端が汚れることを最小限にした。異常索状物は認めなかったが、第 1 肋骨と前・中斜角筋の間で腕神経叢の圧迫が確認された。鏡視補助下に前・中斜角筋、および壁側胸膜を第 1 肋骨から剝離した後、パンチを用いて少しずつ第 1 肋骨を切除した(図 3)。

術後は 1 週間三角巾固定を行ない、術後 1 週から自動可動域訓練を開始した。術直後からしびれは軽快し、術後 2 ヶ月で術前に認めた圧痛や TOS 誘発テストは消失し、左肩の挙上も可能となったためレシーブやトスを再開した。術後 3 ヶ月でスパイクを許可、術後 6 ヶ月で左肩関節自動可動域は屈曲 170°、伸展 50°、外転 180°、外旋 80°、内旋 T5 となり、試合に復帰した。術後 4 ヶ月でフライングレシーブにより左肩外傷性インピンジメント症候群を生じ、術後 8 ヶ月でスパイク練習中に左肩四辺形間隙症候群(quadrilateral space syndrome; QLSS)を発症したが、術後 13 ヶ月の現在 QLSS に対する保存治療を継続しつつ競技を継続している。

考 察

オーバーヘッドスポーツ選手に発生する神経障害として本症例のような TOS や、肩甲骨上神経障害、腋窩神経障害がある。いずれも肩関節の疼痛を主訴に来院されることが多い。肩甲骨上神経障害では肩甲骨後面に知覚障害があり⁴⁾、腋窩神経障害では肩関節外側部の知覚障害が



図2 a:手術体位, 全身麻酔下に健側(右肩)を下にした側臥位として患側の肩(左肩)を約100°外転位で架台上に保持した. b:第3肋骨高位で約6cmの皮膚切開. c:第1肋骨まで展開したところで筋鉤を用いて軟部を避けてスペースを確保し創部の尾側から関節鏡を挿入して視野を確保した.

あるため鑑別には知覚障害の局在が有用であるとの報告²⁾がある. しかし現時点ではTOSの確定診断方法はまだ確立されていないため, 臨床所見の組み合わせと除外診断により行なわなければならない.

TOSに対する治療は, 保存療法が第一選択となる. 岩堀ら¹⁾は野球や本症例のようなバレーボールなどのオーバーヘッドスポーツ選手のTOS 44例に対して胸郭出口周囲筋や肩甲骨周囲筋のリラクゼーションおよび, 機能訓練などの十分な理学療法や注射療法などの保存療法を実施し, 保存療法のみで44例中42例が競技復帰可能となり, 2例のみ手術療法を要したと報告し, オーバーヘッドスポーツにより生じたTOSの多くは保存療法により症状は改善できる. しかし本症例のように一部の症例で保存療法に抵抗し手術を要する症例がある.

アスリートのTOSに対する手術治療成績として, Chandraら³⁾は41例, 平均19.0歳, スポーツ種目は野球・水泳・バレーボール選手に第1肋骨切除術を行ないスポーツ復帰率が85%であったと報告し, 古島ら⁵⁾は124例, 平均17.4歳, スポーツ種目は全例野球選手に第1肋骨切除術を行ないスポーツ復帰率が88.7%であったと報告し, 比較的良好な臨床成績が得られている.

手術治療における進入法としては大きく分けて鎖骨上進入法と腋窩進入法がある. 鎖骨上進入法は胸鎖乳突筋

の両頭間アプローチ⁶⁾や鎖骨骨切りアプローチ⁷⁾を用いた前斜角筋切離・腕神経叢剥離術がある. これらの方法の利点は腕神経叢の観察が容易であること, 頸肋骨切除が可能であることがある. 欠点としては手術創が大きく, 鎖骨を骨切りした場合は侵襲が大きくなることである. 腋窩進入法はRoosら⁸⁾の報告した経腋窩的第1肋骨切除術が一般的であるが, この方法の利点としては比較的低侵襲に第1肋骨が切除可能なことである. しかし欠点は術野が狭く, かつ深いために神経・血管・胸膜損傷の危険性があることである. われわれは腋窩進入法に関節鏡を併用することでより良好な視野を確保し, 第1肋骨と周囲の組織の解剖学的な位置関係を確認することが可能となり, 神経・血管・胸膜損傷のリスクを軽減することが可能となった. 古島ら⁵⁾も同様に関節鏡補助下に経腋窩第1肋骨切除を行ない, その有用性を報告しており, 今後本術式の経験を積んでいきたいと考えている.

結 語

大学バレーボール選手に発生したTOSに対し関節鏡補助下に第1肋骨切除術を施行した. 経腋窩アプローチで関節鏡を併用することにより, 低侵襲かつ比較的安全に第1肋骨切除が可能であった.

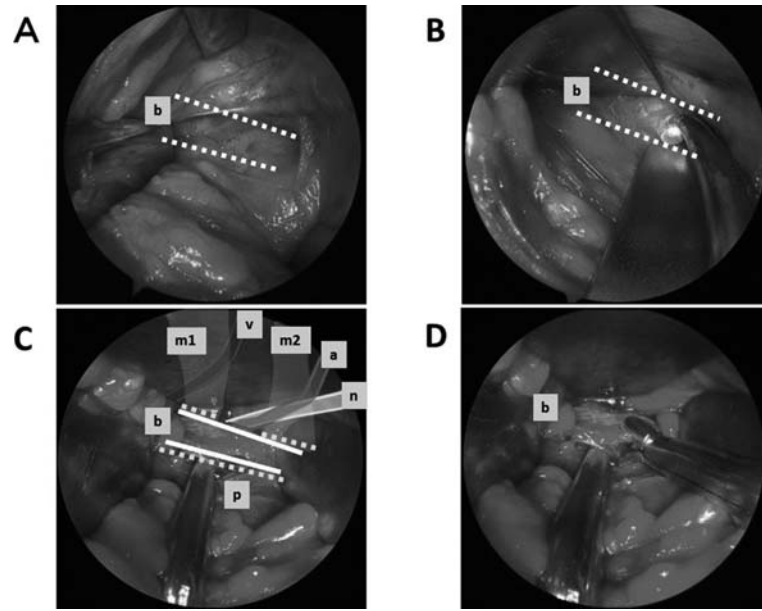


図3 A：創内に関節鏡を挿入したところ. B：ツッペルを用いて第1肋骨を露出した. C：第1肋骨に付着する軟部組織を可及的に剝離(点線)した. D：パンチを用いて少しずつ第1肋骨を切除した(b：第1肋骨 m1：前斜角筋 m2：中斜角筋 v：鎖骨下静脈 a：鎖骨下動脈 n：腕神経叢 p：壁側胸膜).

文 献

- 1) 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.
- 2) 岩堀裕介ほか：投球障害の病態と治療方針 上肢の神経障害. 臨スポーツ医, 32 : 173-189, 2015.
- 3) Chandra V et al : Thoracic outlet syndrome in high performance athletes. J Vasc Surg, 60 : 1017-1018, 2014.
- 4) 末永直樹ほか：肩外側後面の感覚障害は肩甲上神経麻痺の所見として有用か？ 肩関節, 32 : 661-664, 2008.
- 5) 古島弘三ほか：野球選手の胸郭出口症候群に対する手術方法と成績 —鏡視下手術の有用性に着目して—. 肩関節, 39 : 777-782, 2015.
- 6) Sanders RJ et al : The treatment of thoracic outlet syndrome : a comparison of different operations. J Vasc Surg, 10 : 626-634, 1989.
- 7) Jin Young Park et al : Case report : Outlet syndrome in an elite archer in full-draw position. Clin Orthop Relat Res 47 : 3050-3060, 2013.
- 8) Roos DB : Thoracic outlet syndrome in athletes. J Am Board Fam Pract, 154 : 568-573, 1987.

理学療法士がスクールトレーナーとして活動するために必要な環境づくり

—新潟県内の理学療法士 180 名へのアンケート調査より—

How We Can Create a Working Environment as School Trainers for Physical Therapists?

A Survey of 180 Physical Therapists by Questionnaire in Niigata Prefecture

山際 浩史¹⁾ Hiroshi Yamagiwa 遠藤 直人²⁾ Naoto Endo

● Key words

スクールトレーナー, 理学療法士, アンケート調査

● 要旨

運動器の健康推進と外傷・障害予防の観点から検討されているスクールトレーナー制度には、理学療法士 (PT) の関与が期待される。参加の可能性や要望をアンケート調査し 180 名 (男性 134 名, 女性 46 名) から回答を得た。現状で学校に関与している PT は少なく、制度自体がまだ不明確なため、現状では参加が難しく勤務先の理解が必要、とする意見が多かった。活動の動機は、社会活動・青少年の健全育成が上位を占めたが、懸念される点として、どこまで介入できるか不明確、指導者・父兄との関係などがあがった。実施可能なことは、ストレッチなど実技指導、受診のアドバイスの順であった。本制度への PT の参加に必要な環境づくりとして、まずは「月に一度程度の教育的立場での関わり」「勤務先の理解を進める」が重要と思われる。

はじめに

近年、文部科学省の調査で児童生徒の身体活動の二極化が起こっているとされ¹⁾、身体活動の機会減少の児童生徒には適切な運動習慣の指導が必要であり、逆に低年齢から高い活動を行なっている児童生徒には外傷・障害予防が必要である。その対策の 1 つとして 2016 年より学校での運動器検診が開始され、児童生徒や父兄の運動器への関心の高まりが起きている。

従来から学校では学校保健安全法に従い養護教諭、学校医、教諭などが児童生徒の健康を確認していたが、

2015 年 4 月の法改正により側弯のみならず運動器、とくに四肢の状態に注意することが明記された¹⁾。この運動器検診開始に連動する形で、運動器の 10 年日本協会が 2013 年に提唱し商標登録した「スクールトレーナー」は上記の職種と連携し、児童生徒の運動器の健康推進の担い手となることが期待されている。スクールトレーナーへは複数の職種が関与すると考えられるが、すでに特別支援教育などで学校での活動実績もあり²⁾、運動器検診時の補助・指導の実績もある^{3,4)} 理学療法士 (PT) の参加が期待される。現場の声を調査してわれわれ整形外科医がどのように関与して PT が進んで学校現場に向向けるような環境づくりを行なうべきか検討したので報告

山際浩史

〒950-1104 新潟市西区寺地 280-7

済生会新潟第二病院整形外科

TEL 025-233-6161(代)/FAX 025-233-8880

E-mail yamagiwa.h@ngt.saiseikai.or.jp

1) 済生会新潟第二病院整形外科

Department of Orthopedic Surgery, Saiseikai Niigata Daini Hospital

2) 新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再建医学講座整形外科分野

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

する。

対象と方法

2015年7月に行なわれた新潟県理学療法士会(会員数約1,000名)主催の研修会(運動器検診, 野球肘検診などが研修内容)に合わせて会員 web site や連絡メールにてアンケート調査を行なうことを周知した。調査は web site “creative survey”(https://creativesurvey.com)を用いてアンケートを作成, 204名がアクセスし, 180名(男性134名, 女性46名)が最後まで回答を行ない有効回答とした。

主な質問内容は, 年齢, 現在の勤務形態, 現在の学校・クラブへの関わり, 今後の活動の希望, 謝礼, トレーナーとして実施可能な内容, 活動のモチベーション, 予想される問題点であり, これらを選択肢から選んでもらい, その他の意見を自由記載とした。

結 果

回答者は, 主に30代を中心に20~50代まで幅広く渡っており(図1), 広く意見を反映すると思われた。94%が常勤の理学療法士として活動しており, 勤務形態は公立, 私立の医療機関・施設がほぼ半数ずつであった(図2)。

現在, 正規の勤務以外にクラブや学校の部活に関わっていますか? という問いに対し, 約75%が「とくに関わっていない」と答えた(図3)。また, 今後どのくらい関わることが可能か? という問いには「月に1度くらい」, 「年1~2回程度」が約25%となり「忙しいので難しい」という意見が最多であった(図4)。勤務先の理解を得て平日午後から夕方の活動が可能か? という問

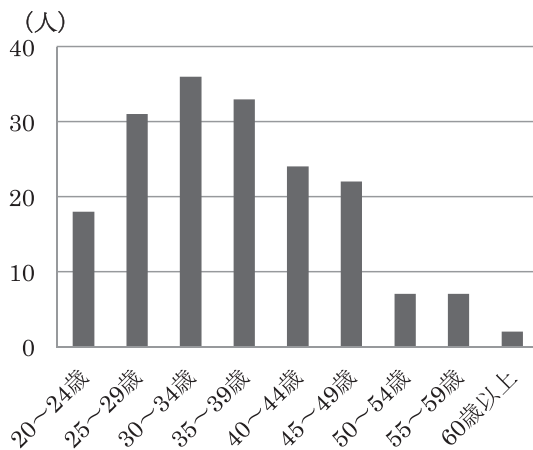


図1 アンケートに参加した180名のPTの年齢層

いには, ほとんどが「難しい」と答え, その半数は「公式な依頼があれば可能性あり」という意見であった(図5)。活動に関する謝礼については, 時給制の希望が多かった(図6)。なお今回はあくまで1つの例として1,000円と記載してアンケートを行なったことを了承頂きたい。

活動をするにあたって最も重要なモチベーションは何か? (1つだけ回答)という問いには社会活動, 健全育成といった意見に続いて自己のスキルUPに役立つという意見が多かった(図7)。その一方で気になる点として(複数回答), 「どこまで介入してよいか不明確」「指導者・父兄との関係(医療トラブル)」「勤務先との関係」と続き(図8), 活動内容を明確にして本職とのバランスをとることが必要と考えられた。活動時に実行・指導できることはPTとしての一般的知識を活かしての「ストレッチ・トレーニング方法」「医療機関への受診を促す」と続き, もう少し進んだ「種目に特化した指導」や「用具

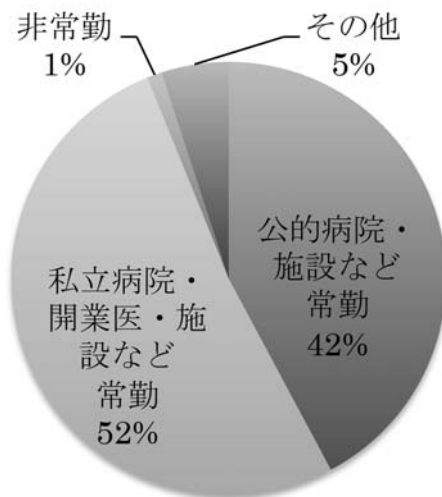


図2 現在の勤務先 最も近いものを選択

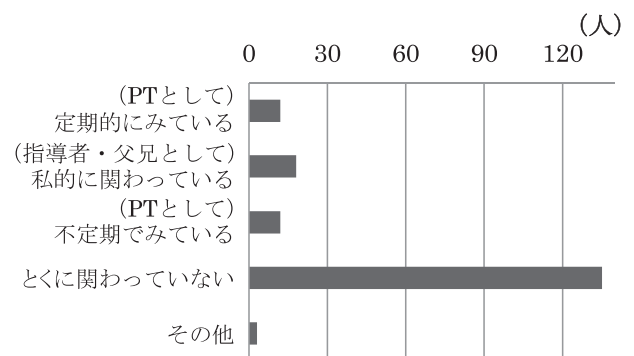


図3 現在の学校・クラブなどへの関わり

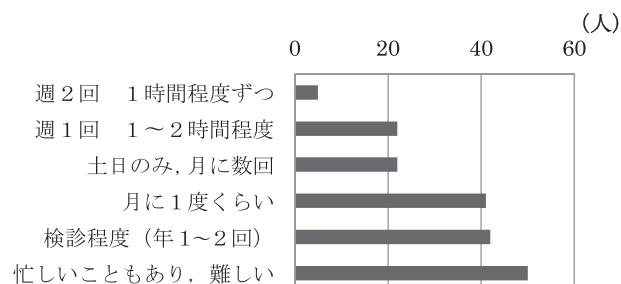


図 4 スクールトレーナーとして今後関わることがどのくらい可能か？

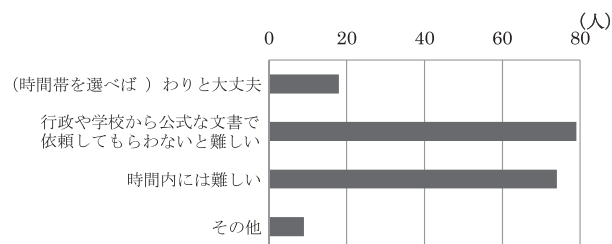


図 5 勤務先の理解を得て平日午後から夕方の活動が可能か？

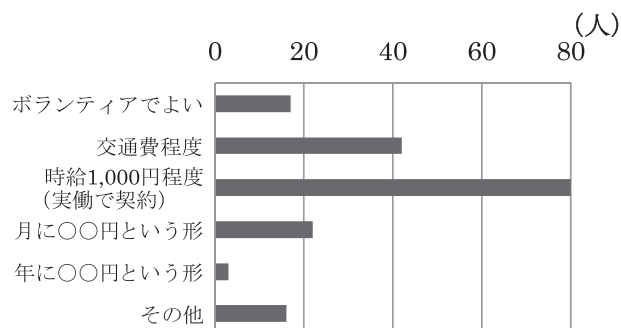


図 6 謝礼について

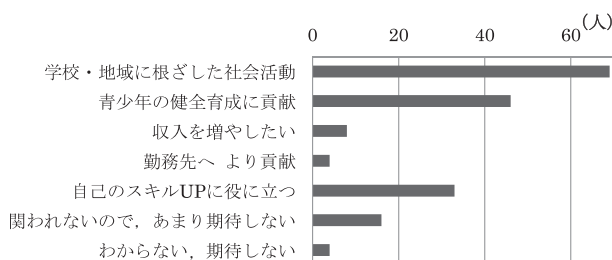


図 7 活動の最も重要なモチベーションは？ (1 つだけ回答)

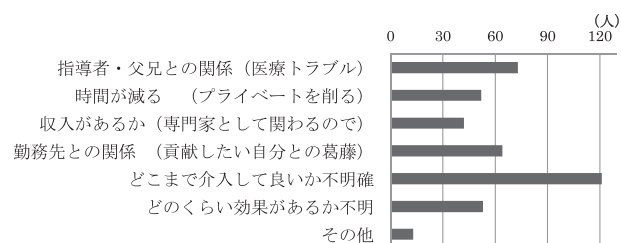


図 8 活動に際し気になる点は？ (複数回答)

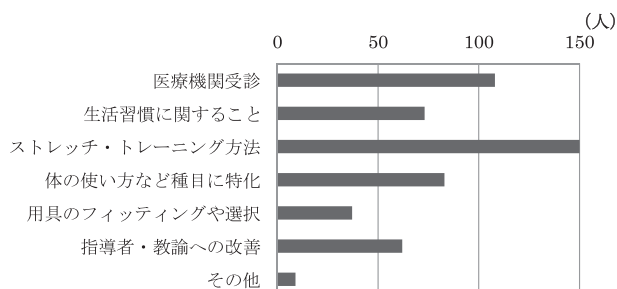


図 9 活動時に実行・指導できることは？ (複数回答)

のフィッティングや選択」といった競技レベルアップとそれに合わせた外傷・障害予防という点まで行なうことが可能であるという意見もあった(図 9)。

最後に自由意見としては、「制度自体がまだよくわからない」が多く、「今後勉強したい」という概ね前向きなものも多かったが、やはり「勤務時間との兼ね合いが難しい」「責任の所在が不明確」さらには「他職種と関係が難しいのでは」といった躊躇する意見もみられた。若手 PT からの意見は活動へのモチベーションも高く、前向きなものが多かった。その理由として回答者の 94 % が常勤であり、アンケート後の研修会に参加するような比

較的熱心な PT が主にアンケートに回答したためと思われる。

考 察

2017 年 1 月現在の時点で、「スクールトレーナー」制度に関する明確な方向性は打ち出されていないため、その必要性や有用性を検討した資料や文献は少ないが、児童生徒の運動器の健康推進の担い手として PT の関与は重要と考える。PT による学校での運動指導介入の効果の報告として、門脇らは中学生においては月に 1 度の介

入を行なうことで柔軟性の改善が得られたが、小学生ではその効果が十分ではない可能性を指摘⁴⁾している。高橋らは運動器検診時にPTが学校との連絡や検診補助の役割を担い、検診時にストレッチングなどの直接指導を実施できた⁵⁾としている。本制度によりPTがもつ知識や技術を有効活用できれば、運動器検診で得られる問題点の解決を含めて、学校での健康増進と外傷・障害予防に大変役立つことは容易に想像される。

筆者らは、運動器検診開始以前から新潟県にて検診モデル事業を行ない、検診規模が拡大した場合には医師のマンパワー不足が懸念されるため地域医療資源の活用が必要であること、またスポーツ障害に関する知識の啓発の重要性を指摘した⁶⁾。そのような背景から、スクールトレーナー制度においてPTが活躍できる環境を整える必要があると考え、まずは筆者らの地元をモデルケースとして、実際にどのような活動が可能で、参加に関する問題点にはどのようなものがあるのか、PTを対象としてアンケート調査を行なうに至った。その結果、後述のようないくつかの問題点はみられたものの「学校・地域に根ざした社会活動」や「青少年の健全育成への貢献」といったモチベーションを確認でき、若手PTを中心に前向きな意見を得ることができた。

最も重要な問題点は、現状での参加の可能性は残念ながら低い、ということである。上述のように有効性が確認できた「月に1度程度の介入」が可能と答えたPTは約25%にとどまり、勤務先への配慮を願うPTが多かった。ただし、制度自体がまだ決まっていないという点で参加が難しいという回答が多かったことも予想される。今回の対象は研修会の参加やアンケートに答えるなど前向きなPTが多いと考えられるが、新潟県は面積も広く、新潟市域以外では医療機関も多いとはいえず、PTのマンパワー不足も結果に反映していると思われる。新潟県のような“地方”においては、PTの参加を期待するためには勤務先への十分な働きかけや増員などの環境整備とともに、関わる時間・方法の検討が必要である。

今回のアンケート結果からわかったもう1つ重要なことは、PT本人の動機や指導可能な内容は多岐に渡るということである。2016年の本学会における発表時の討論では、スクールトレーナー制度の詳細はまだ決まっていないものの、「競技レベルのクラブにおけるアスレチックトレーナー」といった競技力向上をめざすものではなく、月に1度程度の頻度で学校での教育的立場として運動器の健康増進を進めるという方向に向かうことが想定されている⁷⁾、という貴重な発言を頂き今後の参考になった。運動器の障害発生予防の観点からは、障害予防

に関する知識の啓発から開始し、適切なスクリーニングを行なったうえで、必要な対象者に対してチェックを行なうことが望ましい。それを達成するには、まずは「月に1度程度の教育的立場での関わり」というのが、本職とのバランスを考えただけでも十分に現実的であると考ええる。今回のアンケートに照らし合わせると、競技力の向上の手助けをできる可能性のあるPTはそれほど多くないと考えられるが、教育的立場で関わるができるPTは多いと考えられる。そのため、われわれ整形外科医はその活動を援助できるよう研修会などを重ねることや、行政・学校・PTの勤務先の理解を得られるように働きかけることが重要と考えられる。

スクールトレーナー制度をより明確なものにしていくにあたり今後必要なことは、学校側・児童生徒の保護者側からの具体的な意見やニーズを確認することであろう。その際には、過去の調査で体育教諭・スポーツ指導者・保護者における運動器疾患の認識が低いこと⁷⁾や、運動器検診とそれに続く健康管理において重要な役割がスクールトレーナーには期待されることをしっかりと伝えていく必要がある。運動器の健康増進へ向けてスクールトレーナー制度の確立を進めるうえで、医師・PT・行政・学校・保護者との協議の際に本アンケートの結果が一助になれば幸いである。筆者らは今後も学校での運動器の健康に関する活動を支えていきたい。

結 語

今後検討されていく「スクールトレーナー」制度について、理学療法士の関与の可能性や参加に関する問題点について新潟県内の理学療法士を対象としてアンケート調査を行なった。

制度の詳細が不明であるため参加できるかどうかかわらないという意見が多かったが、若手理学療法士を中心に前向きな意見もみられた。

環境づくりのポイントとして、「月に一度程度の教育的立場での関わり」から開始することや「勤務先の理解を進める」ことが確認できた。

文 献

- 1) 武藤芳照：学校の健康診断での運動器検診導入の理念と背景 児童生徒の運動器疾患・障害の予防。調研ジャーナル，5：29-34, 2016.
- 2) 吉田忠義：特別支援教育における理学療法士の活動。理療の歩み，26：46-53, 2015.
- 3) 大工谷新一：学校・地域における運動器対策と理学

- 療法士の取り組み, 理学療法学, 42: 643-644, 2015.
- 4) 門脇 俊ほか: 学校における理学療法士による運動指導の効果 スクールトレーナー制度を見据えて. 日臨スポーツ医会誌, 24: 438-442, 2016.
 - 5) 高橋敏明ほか: 中学2年生を対象にした学校での運動器検診の結果と今後の方向性. 運動器リハ, 25: 237-242, 2014.
 - 6) 山際浩史ほか: 【学校における運動器検診 スポーツ損傷や事故予防のために】 学校における運動器検診モデル事業の成果と課題 新潟県. 臨スポーツ医, 26: 159-163, 2009.
 - 7) 内尾祐司ほか: 学校健診における運動器検診実施に向けて 学校医の立場から考える 学校における運動器検診の実態と課題. 日臨スポーツ医会誌, 21: 567-573, 2013.

走行動作における足内側縦アーチと足関節モーメントとの関係 —歩行動作との比較—

Relationship between the Medial Longitudinal Arch of the Foot and the Ankle Moment in the Running : Comparison between Gait

城下 貴司 Takashi Shiroshta

● Key words

足内側縦アーチ, ランニング動作, ウインドラス機構

● 要旨

目的は、走行および歩行の足内側縦アーチ (MLA) の巻き上げ現象である高さに着目し、足関節モーメントとの同期性を解析することで、走行時の MLA の運動学的役割を明確にすることである。対象は、健康成人男性 9 名 9 足とし、計測は三次元動作解析装置 Vicon MX を用いて自由歩行と自由走行を計測した。歩行の MLA 高ピーク値は 25.4 ± 4.9 mm, 走行の MLA 高ピーク値は 25.2 ± 3.7 mm となり有意差を示さなかった。一方で歩行、走行ともにモーメントピーク値を示してから MLA 高ピーク値を示した。以上から、MLA 高は動作速度に影響しないが、歩行および走行とともにモーメントが減少時に MLA はそれを補償するかのようピーク値が示された。それらの本研究結果は先行研究とは異なる解釈が必要となった。

はじめに

足内側縦アーチ (medial longitudinal arch ; MLA) 高が巻き上がる現象は、足アーチの代表的な運動学的機構の 1 つであることはよく知られている。Hicks¹⁾ は中足骨と楔状骨から構成される列が背屈することで MLA が巻き上がる現象をウインドラス機構と表現し、足部の基本的な運動学の 1 つとなっている。われわれは歩行動作を Oxford Model による三次元動作解析を行ない、MLA 高の巻き上げ現象のピーク値は歩行周期の 53.5 %、足関節の内的底屈モーメントのピーク値は歩行周期の 47.1 % の時点で示し、巻き上げ現象とモーメントピーク時周期は同期しない、巻き上げ現象が有意に遅れて生じる

ことを報告している²⁾。

しかしながら、走行動作の解析は未解析であり研究する余地がある。本研究は走行動作の床反力の垂直成分、足関節の内的底屈モーメントおよび足関節背屈角度のピーク値が同期し最大値を示す立脚終期に着目し、モーメントピーク時と巻き上げ現象ピーク時の同期性で前進作用について考察する。

本研究の目的は走行動作における MLA 高の巻き上げ現象ピーク時とモーメントピーク時の同期性を解析し、その運動学的役割を明確にすることである。

対象と方法

対象者は健康成人男性 9 名 (9 足)、平均年齢 $21.5 \pm$

城下 貴司
〒370-0006 高崎市問屋町 1-7-1
群馬パース大学 603 研究室
TEL 0127-388-0952/FAX 0127-388-0954

群馬パース大学保健科学学部理学療法学科
School of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Gumma Paz College

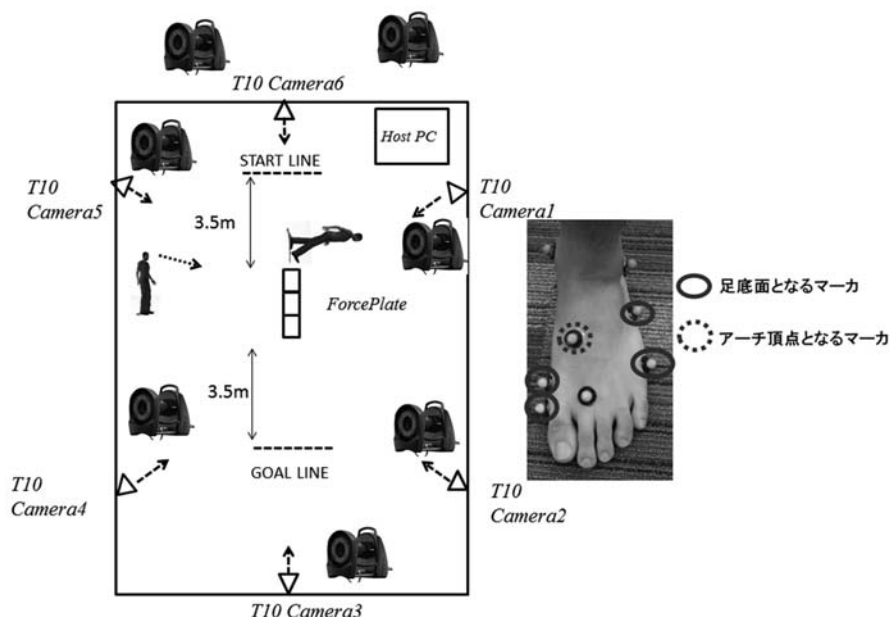


図1 計測システム
左はカメラ配置図, 右は OXFORD モデルでのアーチ高の計算法

0.5 歳, 平均身長 171.5 ± 6.7 cm, 平均体重 70.9 ± 14.1 kg とした。すべての対象者は実験内容およびその危険性について十分な説明を受け, 参加の同意を得た。本実験は本学「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の承認を得て実施した。

図1に本研究の計測システムを示した。計測機器は三次元動作解析装置 Vicon MX (Vicon Motion Systems 社), 7 台の赤外線カメラ (T10 Vicon Motion Systems 社 100 万画素), 3 枚の床反力計 (AMTI 社) を用いた。計測は自由歩行と自由走行を行なった。

解析ソフトは Nexus1.7, サンプリング周波数は 250Hz とした。歩行および走行動作は Oxford Model より算出され, このモデルは母趾基節骨内側, 第1中足骨頭内側, 第5中足骨頭外側, 第5中足骨基部外側の4つのマーカーを底面として捉え, 第1中足骨基部背側のマーカーの高さを算出し, 巻き上げ現象を解析することを可能にする。なお, 本研究はこの高さを MLA 高とした(図1)。Stebbins らは, このモデルに対する信頼性について報告した³⁾。

実験手順は, まず計測者が直径 9 mm の赤外線反射マーカーを被験者の身体各部の 27ヵ所に貼付した。配置はパソコンを操作する者と矢状面から歩行および走行を観察する者とした。動作遂行距離はフォースプレートの前後 3.5 m とした。計測は3回行ない, その平均値を算出した。ただしエラーが起きた場合はもう一度計測

を行なった。解析は1枚目のフォースプレートの立脚相を採用し, その立脚相を 100 % に正規化した。

次いで, MLA 高ピーク時, 足関節背屈角度ピーク時, 足関節底屈モーメントピーク時, 床反力ピーク時(歩行の場合は2峰目の極大値)の周期をおおの比較した。さらに, 歩行と走行間の比較については, 床反力ピーク値とその周期, 足関節底屈モーメントピーク値とその周期, 足関節背屈角度ピーク値とその周期, MLA 高ピーク値とその周期もおおの比較した。

統計処理は MLA 高, モーメント, 足関節背屈角度, 床反力のおおののピーク時周期の同期性については, Kruskal-Wallis 検定後, Mann-Whitney 検定を行なった。歩行および走行間における床反力, モーメント, 足関節背屈角度, MLA 高のピーク値とその周期の比較は, Wilcoxon の符号付き順位検定を行なった。解析ソフトは IBM SPSS Statistics 21 を使用した。

結 果

まず, 歩行結果について図2に示した。

MLA 高ピーク時周期 (85.6 ± 3.5 %) と足関節背屈角度のピーク時周期 (75.3 ± 3.3 %), MLA 高ピーク時周期 (85.6 ± 3.5 %) とモーメントピーク時周期 (78.9 ± 1.8 %), MLA 高ピーク時周期 (85.6 ± 3.5 %) と床反力ピーク時周期 (77.3 ± 2.4 %) はおおの有意差を示した。すべて

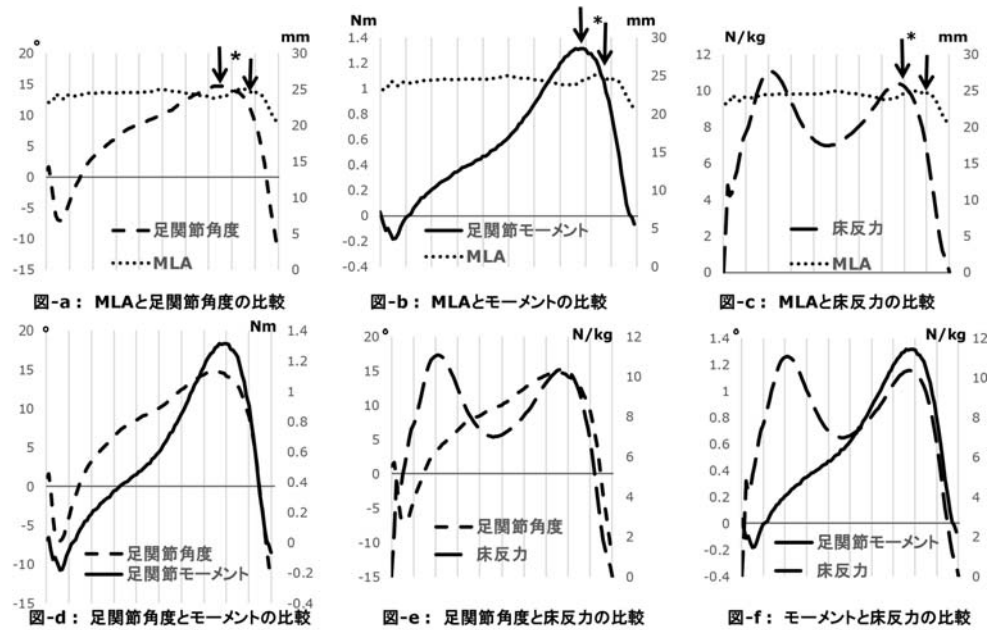


図2 歩行における各ピーク値周期の比較
 すべての横軸は立脚相を 100 % 正規化した。
 Kruskal-Wallis, Mann-Whitney の検定
 * $p < 0.05$ $n = 9$ IBM SPSS Statistics 21

MLA 高ピーク時周期が遅延していた(図 2a~c; $p = 0.001, 0.002, 0.001$)。一方でモーメントピーク時周期($78.9 \pm 1.8\%$)、床反力ピーク時周期($77.3 \pm 2.4\%$)、足関節背屈角度ピーク時周期($75.3 \pm 3.3\%$)はいずれも有意差を示さなかった。すなわち同期性を示した(図 2d~f; $p = 0.014, 0.181, 0.181$)。

次いで、走行の結果については図 3 に示した。MLA 高ピーク時周期($70.9 \pm 3.6\%$)と足関節背屈角度ピーク時周期($48.9 \pm 5.6\%$)、MLA 高ピーク時周期($70.9 \pm 3.6\%$)とモーメントピーク時周期($54.6 \pm 2.1\%$)、MLA 高ピーク時周期($70.9 \pm 3.6\%$)と床反力ピーク時周期($43.2 \pm 4.8\%$)はおおの有意差を示した(図 3a~c; いずれも $p < 0.001$)。すべて MLA 高ピーク時周期が明らかに遅延していた。さらに、モーメントピーク時周期($54.6 \pm 2.1\%$)と足関節背屈角度ピーク時周期($48.9 \pm 5.6\%$)は有意にモーメントが遅延し(図 3d; $p = 0.004$)、床反力ピーク時周期($43.2 \pm 4.8\%$)と足関節背屈角度ピーク時周期($48.9 \pm 5.6\%$)は有意に背屈角度が遅延し(図 3e; $p = 0.006$)、モーメントピーク時周期($54.6 \pm 2.1\%$)と床反力ピーク時周期($43.2 \pm 4.8\%$)は有意にモーメントが遅延した(図 3e; $p < 0.001$)。すなわち歩行のように同期性は示さなかった。

歩行と走行間の比較は図 4 に示した。床反力ピーク時

周期については、歩行は($77.3 \pm 2.4\%$)と走行は($43.2 \pm 4.8\%$)、モーメントピーク時周期については、歩行($78.9 \pm 1.8\%$)と走行($54.6 \pm 2.1\%$)、足関節背屈角度ピーク時周期については、歩行($75.3 \pm 3.3\%$)と走行($48.9 \pm 5.6\%$)、MLA 高ピーク時周期については、歩行($85.6 \pm 3.5\%$)と走行($70.9 \pm 3.6\%$)はおおの有意差を示した。いずれも走行が有意に早期化を示した(図 4a~d/ $p = 0.008, 0.007, 0.008, 0.007$)。

おおのピーク値の比較についても図 4 に示した。床反力ピーク値は、走行($23.1 \pm 2.8 \text{ N/kg}$)のほうが歩行($10.4 \pm 0.6 \text{ N/kg}$)より有意に高値を示し、モーメントピーク値は、走行($2.89 \pm 0.84 \text{ Nm}$)のほうが有意に歩行($1.33 \pm 0.31 \text{ Nm}$)より高値を示し、足関節背屈角度ピーク値は、走行($32.2 \pm 3.2^\circ$)のほうが有意に歩行($15.0 \pm 5.6^\circ$)よりも高値を示した(図 4a~c/ $p = 0.008, 0.008, 0.008$)。一方で、MLA 高ピーク値は歩行($25.4 \pm 4.9 \text{ mm}$)と走行($25.2 \pm 3.7 \text{ mm}$)で有意差を示さなかった(図 4d/ $p = 0.859$)。

以上から、床反力、モーメント、背屈角度はピーク値もその周期も速度依存性を示すが、MLA 高ピーク値は走行でも変化しない、速度に影響しない。一方で MLA 高のピーク時周期は走行では早期化し速度依存性を示した。

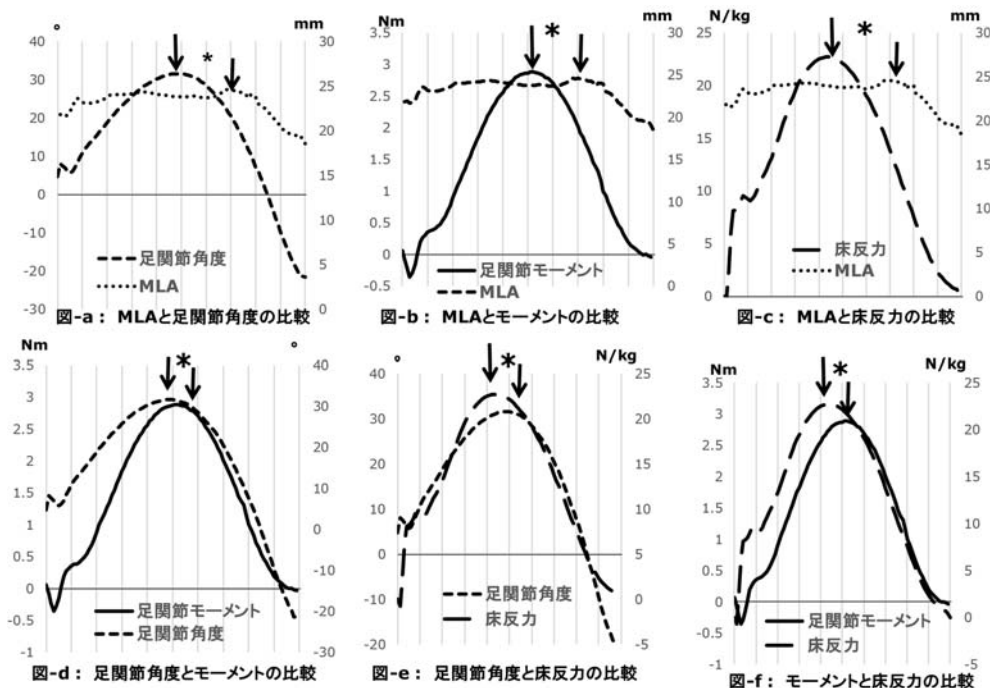


図3 走行における各ピーク値周期の比較
 すべての横軸は立脚相を 100 % 正規化した。
 Kruskal-Wallis, Mann-Whitney の検定
 * $p < 0.05$ $n = 9$ IBM SPSS Statistics 21

考 察

最初に本研究で採用した「前進作用」という表現の定義について以下に記す。Perry ら⁴⁾は同側の踵が挙上してから、反対側の踵接地までをターミナルスタンス(立脚終期)と定義し、歩行周期の約 31~50 % までの現象と報告している。立脚終期では踵挙上し前足部接地となり支持基底面が狭くなり、身体重心が支持基底面から逸脱する不安定な時期である。床反力の垂直成分(2 峰目の極大値)、下腿三頭筋、そして足関節底屈モーメント、背屈可動域がそれぞれピーク値を示す。踵挙上するにも関わらず、足関節は最大背屈位となり、足関節底屈筋群(ひらめ筋、腓腹筋)の力強い遠心性収縮がある。身体重心は立脚中期に最も重心位置が高い位置となる、立脚終期はその高い重心位置から落下する作用を利用して身体重心が前進する。さらに Perry らは、反対側の踵が接地してから同側の足尖が離地するまでを前遊脚期(プレスイング)と定義し、歩行周期の約 51~61 % までの現象と報告している。前遊脚期の足関節は底屈運動をするものの床反力の垂直成分、下腿三頭筋の活動、足関節底屈モーメント、すべて減少傾向を示し、この時期は

遊脚相の準備をしている。よって立脚相の後半でも前進する時期と遊脚相の準備をする時期の 2 つの大きな運動学的違いが存在する。とくに立脚終期は求心的要素により底屈運動し推進しているのではなく、下腿三頭筋群の遠心性収縮による反射性的な前進作用と、重心制御された自由落下作用の 2 つの作用によって立脚終期に支持基底面を超えての前進運動が成立していると考えられる。

本研究では「推進作用(propulsion)」という表現よりも、Perry らが採用した「前進作用(progression)」という表現が運動学的に適切と判断し、後者の表現で統一する。よって先行研究の原文に「推進作用」と記載があっても「前進作用」に変換する。

本研究は MLA の運動学的機構の 1 つであるウインドラス機構に着目し、その運動学的役割について研究したものである。明らかに歩行および走行動作ともに、モーメントが最大値を示してから、遅れて MLA 高が最大値を示す。すなわち MLA 高とモーメントは同期性を示すのではなく、モーメントの減少を MLA 高が補償するかのようピーク値を示す。歩行と走行で床反力ピーク値、モーメントピーク値および足関節背屈角度ピーク値に有意差が出現することは容易に想像できる、しかしながら、MLA 高のピーク値は有意差を示さず、動作速度に

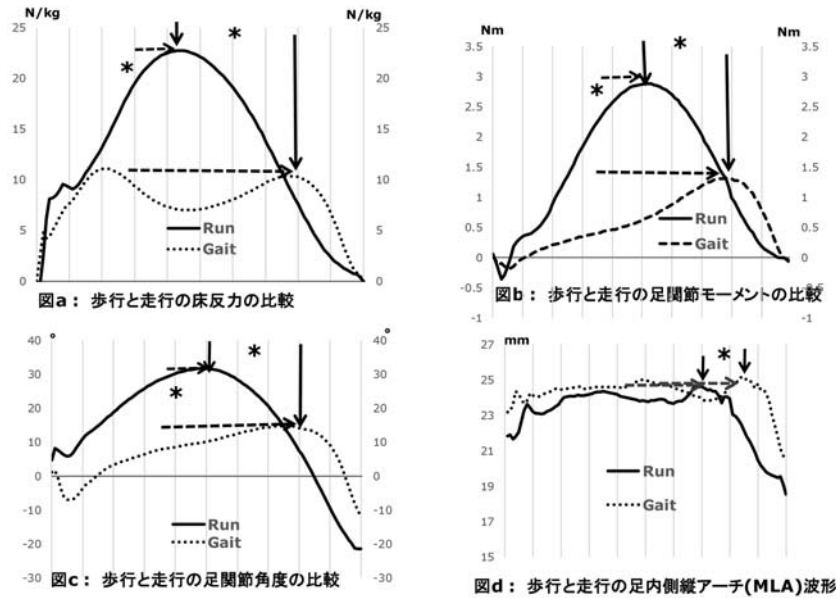


図4 歩行と走行のピーク値比較

すべての横軸は立脚相を 100 % 正規化した。

Wilcoxon の符号付き順位検定

* $p < 0.05$ $n = 9$ IBM SPSS Statistics 21

影響しないことは興味深い結果である。

MLA 高のピーク値はどのパラメータよりも遅延していたことは本研究の特徴的な結果の 1 つと考える。歩行と走行の筋電図から歩行でも走行でも立脚相の中盤では足外在筋作用し立脚相の最終[Perry⁴⁾の分類では前遊脚期]で外在筋が作用せず代わりに足内在筋が作用するという報告がある⁶⁾。本研究の結果と比較すると足アーチは足外在筋よりも足内在筋との関連性が深いことが示唆される。

MLA を形成する筋群のワイヤー筋電図研究⁶⁾から、MLA は立位や歩行などの日常生活動作では作用しないが、走行やスポーツ動作では MLA を形成する筋群が作用すると報告がある。Kayano⁷⁾は MLA の動的機能を長崎大学で考案された Electro Arch Gauge (EAG) で解析し、立脚終末期の EAG の変化は下腿足部筋群および足底腱膜による巻き上げ作用が関係したと報告している。中村ら⁸⁾も EAG を採用して歩行動作の三次元動作解析から MLA の計測を行ない、立脚期終末で MLA の前後長の短縮と高さの増加は反比例すると報告している。さらに、中村ら⁸⁾は同様な方法で歩行および走行の MLA の長さも計測している。歩行では MLA は短縮傾向を示し、走行では伸張傾向があることから、歩行では MLA は安定作用、走行では前進作用を示していると考察している。Fujita⁹⁾は速歩と歩幅を大きくした歩行を日常歩

行と比較している。速歩と歩幅を大きくした歩行は、中足趾節(MPT)関節の動きと立脚後期の床反力前後成分が有意に高値を示す。それらの現象から日常歩行と比較して速歩と歩幅を大きくした歩行には前進作用があることを考察している。上記の研究報告から、MLA 高が巻き上がるウインドラス機構には、歩行では安定作用、速歩歩行や走行では前進作用を示すことが示唆される。

以下に本研究結果について考察する。モーメントに前進作用があると仮定するならば、歩行動作に関しては上記先行研究を支持する結果である。改めて歩行動作において、巻き上げ現象に前進作用があることを断定することは困難である。一方で、走行動作に着目すると、歩行動作と同様な現象が示されている。これは中村ら¹⁰⁾や Fujita⁹⁾の速歩や走行動作で MLA は前進作用があるという考察に同意困難な結果である。

中村らは内果、舟状骨結節、踵骨内側面、第 1 中足骨頭、第 1 基節骨にマーカーを貼付して計測している。本研究のマーカー定義と異なる方法である。さらに MLA の高さでなく、矢状面上の長さを基準に前進作用を定義している。Fujita は MPT 関節の動きと床反力前後成分から前進作用を定義している。一方われわれは MLA 高の巻き上げ現象ピーク値と足関節モーメントピーク値との同期性でそれを判断している。以上のように、前進作

用の定義が研究者によって異なるために、異なる考察になったと考えている。

本研究結果から走行であろうと、巻き上げ現象は身体重心が支持基底面から逸脱する不安定な時期に生じることは明確である。その不安定な時期には足内在筋が関与する⁵⁾。以上から巻き上げ現象は不安定な状態を補償する作用があり、それに足内在筋の関与が示唆されると考えている。

本研究には限界がある。第1に被験者は理学療法学科の学生であり、その結果の解釈には必ずしも高齢者に適応できるとは限らない。第2は被験者数が少ないこと。そして第3に前進作用の統一見解が存在しないことで、研究方法によって異なる解釈となる可能性がある点である。

今後は被験者を増やし、さまざまな年代で計測する必要があると考えている。

結 語

- ・ MLA 高ピーク値は歩行でも走行でも、その変化は示されない。
- ・ 歩行動作における巻き上げ現象は、先行研究と同様に身体重心が支持基底面から逸脱した不安定な時期にピーク値を示す。
- ・ 走行動作における巻き上げ現象の作用は、歩行動作と類似し、先行研究の考察と異なる解釈が必要と考える。
- ・ 前進作用の統一見解が存在しないことが、本研究と先行研究との解釈の違いと思える。

文 献

- 1) Hicks JH : The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. J Anat, 88 : 25-30, 1954.
- 2) 城下貴司ほか：歩行における足内側縦アーチと足関節モーメントとの関係. 日足外会誌, 35 : 33-36, 2014.
- 3) Stebbins J et al : Repeatability of a model for measuring multi-segment foot kinematics in children. Gait Posture, 23 : 401-410, 2006.
- 4) Jacquelin Perry et al : Gait analysis normal and Pathological Function. SLACK incorporated, New Jersey : 51-85, 1992.
- 5) Mann RA et al : The function of the toes in walking, jogging and running. Clin Orthop Relat Res, (142) : 24-29, 1979.
- 6) Basmajian JV et al : The role of muscles in arch support of the foot. J Bone Joint Surg Am, 45 : 1184-1190, 1963.
- 7) Kayano J : Dynamic function of medial foot arch. Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi, 60 : 1147-1156, 1986.
- 8) 中村 浩ほか：静的および動的荷重位における足内側縦アーチの動きと機能. 理療科, 17 : 253-258, 2002.
- 9) Fujita M : Role of the metatarsophalangeal (MTP) joints of the foot in level walking. Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi, 59 : 985-997, 1985.
- 10) 中村 浩ほか：歩行および走行における足内側縦アーチの動的機能. 靴の医学, 14 : 27-30, 2001.

成長期スポーツ選手の運動時に感じる、 部位を特定しない痛みに関連する因子

What Are the Factors Which Are Related to the Pain of the Young Athletes ?

木島 泰明^{1,2)} Hiroaki Kijima
藤井 昌²⁾ Masashi Fujii
島田 洋一^{1,2)} Yoichi Shimada

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

● Key words

Sports injury : Medical check : Pain

●要旨

目的：障害の予防・早期発見がメディカルチェックの目的であるが，評価すべき項目についての検証報告は少ない．今回われわれは成長期スポーツ選手が運動時に感じる痛みの有無とメディカルチェック項目の評価値との関連を明らかにすることを目的に調査を行なった．

方法：強化指定中学生 255 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た．

結果：痛みに対するオッズ比は too many toes sign が 0.65，腰椎伸展時の腰痛が 6.16，大腿四頭筋腱移行部弾性が 2.39 だった．

結論：成長期アスリートの痛みに関連したのは 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 があるほど痛みがある確率は少なく，大腿四頭筋腱が硬いほど痛み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，あるいは早期に発見し，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の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の項目に問題があった場合，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．

しかし，実際にスポーツ障害を受傷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的な目標であるが，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

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)

因が下肢・体幹のタイトネスにあることはしばしばであり、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、痛みの部位を特定せずに、スポーツ選手の運動時の痛みの有無に、何がどの程度関与するのかを明らかにすることを目的とした。

すなわち、体のどこかにスポーツ時の痛みがある状態が、スポーツ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解釈し、その状態と関連する項目を明らかにするために調査を行なった。

対象と方法

対象は、2013年6月～2015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255名(男子149名、女子106名、1年生93名、2年生85名、3年生77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。

方法は、まずアンケート形式で「痛み」の有無や部位を確認したうえで、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。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ーによる筋・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部で行ない、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²⁾を用いた。

超音波エラストグラフィーによる弾性評価は、大腿四頭筋の筋腱移行部で行なった。超音波エラストグラフィーには、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^{3,4)}と剪断弾性波速度を用いる方法の2種類あるが、後者の再現性がより高いため本研究ではこちらを採用した^{5,6)}。

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。

弾性の指標であるヤング率は、その組織中を伝搬する剪断弾性波の伝搬速度の2乗に比例することから、超音波パルス照射(4 MHz, 175 μ s)によって生じた組織の微

小変位に伴って発生した、剪断弾性波の伝搬速度を超音波診断装置(ACUSON S3000, SIEMENS)によって計測した。プローブは周波数帯域4.0 MHz～9.0 MHzの9L4プローブ(マトリックスアレイリニアプローブ)を使用した。

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、2 mm×2 mmの関心領域を大腿四頭筋の筋腱移行部に4ヵ所ランダムに設定し、その4ヵ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⁶⁾、大腿四頭筋の筋腱移行部での計測の報告もある¹⁾。

そして、体のどこか(部位は問わず)に痛みを感じながら競技を行なっている選手(疼痛群)と、練習や競技時に体のどこにも痛みをまったく感じないと答えた選手(無痛群)に分け、痛みの有無に関連する因子に関して、単変量ロジスティック解析を施行した。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、スポーツ時の痛みに関連する因子とそのオッズ比を算出した。

結 果

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、利き足側の股関節外旋可動域、非利き足側の股関節内旋可動域、大腿四頭筋腱移行部の剪断弾性波速度の5項目が痛みの有無との間に有意な関連があった(表1, 2)。この5項目で多変量ロジスティック解析を行なったところ、痛みに対するオッズ比は腰椎伸展時の腰痛ありが6.16、too many toes sign 左右合計数上昇が0.65、大腿四頭筋腱移行部の剪断弾性波速度上昇が2.39であった(表3)。

腰椎伸展時の腰痛がある選手が、スポーツ時に痛みのある部位として回答したのは、膝が57%、腰が25%、足が11%、その他7.1%であり、膝の痛い選手に腰椎伸展時に腰痛が出る選手が多かった。

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。

表1 スポーツ時の痛みに関連する因子1

利き足側の股関節外旋可動域と非利き足側の股関節内旋可動域が有意にスポーツ時の痛みと関連した。

項目	Odds Ratio	95%CI min.	95%CI max.	p value
発達段階	1.0463	0.709	1.5443	0.81959
身長伸び	1.0468	0.9443	1.1605	0.38422
競技歴	0.9909	0.8681	1.1312	0.8923
Heel-buttock distance	1.0114	0.9607	1.0647	0.6657
肩関節外旋可動域(利き手)	0.994	0.9652	1.0238	0.69132
(非利き手)	0.9857	0.9574	1.0149	0.33256
肩関節内旋可動域(利き手)	1.0047	0.9866	1.0231	0.61234
(非利き手)	1.0072	0.9878	1.027	0.46731
股関節外旋可動域(利き足)	0.9778	0.9583	0.9976	0.02809 ※
(非利き足)	0.9896	0.9698	1.0097	0.30728
股関節内旋可動域(利き足)	0.9881	0.9731	1.0032	0.12154
(非利き足)	0.9822	0.9662	0.9985	0.03216 ※

(単変量ロジスティック解析)

表2 スポーツ時の痛みに関連する因子2

腰椎伸展時の腰痛と too many toes sign と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痛みと関連した。

項目	Odds Ratio	95%CI min.	95%CI max.	p value
Straight leg raising 角(利き足)	1.0035	0.984	1.0234	0.725
(非利き足)	1.0025	0.9839	1.0214	0.793
膝伸展制限あり	0.4238	0.0501	3.5841	0.431
膝屈曲制限あり	1.4358	0.7292	2.8269	0.295
肘伸展制限あり	0.8599	0.1695	4.3637	0.855
肘屈曲制限あり	1.925	0.8459	4.3808	0.119
腰椎伸展時の腰痛あり	7.4717	3.0755	18.1516	<0.0001※
Too many toes sign(扁平足)	0.3685	0.1707	0.7953	0.011※
踵を付けてしゃがめない	0.9256	0.502	1.7064	0.80425
Finger-Floor distance	1.193	0.6217	2.2844	0.596
関節弛緩性因子陽性項目数	1.0535	0.8662	1.2813	0.60192
剪断弾性波速度(四頭筋腱)	2.3671	1.6547	3.3862	<0.0001※

(単変量ロジスティック解析)

表3 スポーツ時の痛みに関連する因子(多変量解析)

多変量解析の結果、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、スポーツ時の痛みに関連する因子であった。

項目	Odds Ratio	95%CI min.	95%CI max.	p value
股関節外旋可動域(利き足)	1.0031	0.9776	1.0293	0.81143
股関節内旋可動域(非利き足)	0.9855	0.9656	1.0058	0.16067
腰椎伸展時の腰痛あり	6.1613	2.2849	16.614	<0.001※
Too many toes sign(扁平足)	0.6455	0.5018	0.8304	<0.001※
剪断弾性波速度(四頭筋腱)	2.3941	1.5998	3.5827	<0.001※

(単変量ロジスティック解析)

考 察

成長期のスポーツ選手がスポーツ時の痛みを訴えた場合、その痛みの存在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スポーツ時の痛みと有意な関連があることを提示した。

とくに腰椎を伸展させたときの腰痛がある選手は、スポーツ時に痛みのある確率が約6倍であったが、そのような選手のスポーツ時の痛みの部位の約6割が膝であったことから、痛みなどのためにしっかり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、さらには膝の痛みの訴えの多い中学生アスリートでの調査であるため、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が必要である。

また、扁平足のスクリーニングとして用いられる too many toes sign⁷⁻⁹⁾が陽性の選手では、スポーツ時に痛みがある確率が35%程度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 陽性という所見が扁平足以外の要因を検出していた可能性も考えられるため、この事実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。すなわち本研究では、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)が見えるか見えないかを判断しているのみであり、扁平足に伴って見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 が陽性の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痛み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 陽性という所見が、痛みを生じにくくしている要因であることが示されている。

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。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体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⁹⁾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スポーツ時の痛みに関与するということが示唆された。

本研究の問題点の1つ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、1ヵ所のみでの評価でも「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当然考えられるため、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。

もう1つの問題点は痛みの部位を特定せず、スポーツ時に痛みがあるかないかのみで解析を行なっている点である。より詳細にスポーツ障害のリスクを評価するためには、疼痛部位別にデータを検討すべきであり、また、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がある。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が考えられる。

そして、本研究はスポーツ時の痛み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の参考になると考えられる。

結 論

- ・成長期スポーツ選手の運動時に感じる、部位を特定しない痛みの有無に関連する項目は too many toes sign、腰椎伸展時腰痛、大腿四頭筋腱移行部の弾性であった。
- ・Too many toes sign が大きいほど痛みがある確率は少なく、大腿四頭筋腱移行部が硬いほど痛みを感じている可能性が高かった。

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) 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.
- 3) Shiina T et al : Real time elasticity imaging using the combined autocorrelation method. J Med Ultrasonics, 29 : 119-128, 2002.
- 4) 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.
- 5) Zhai L et al : An integrated indenter-ARFI imaging system for tissue stiffness quantification. Ultrason Imaging, 30 : 95-111, 2008.
- 6) 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.
- 7) Johnson KA : Tibialis posterior tendon rupture. Clin Orthop Relat Res. 177 : 140-147, 1983.
- 8) Myerson MS : Adult acquired flat foot deformity. J Bone Joint Surg. Am, 78 : 780-792, 1996.
- 9) Bubra PS et al : Posterior tibial tendon dysfunction : an overlooked cause of foot deformity. J Family Med Prim Care, 4 : 26-29, 2015.

低学年における少年野球選手の新規障害発生率の調査

Longitudinal Study of Elbow Pain in Youth Baseball Players

琴浦 義浩 ^{1,2)}	Yoshihiro Kotoura	森原 徹 ²⁾	Toru Morihara
吉岡 直樹 ²⁾	Naoki Yoshioka	木田 圭重 ^{2,3)}	Yoshikazu Kida
藤原 浩芳 ²⁾	Hiroyoshi Fujiwara	久保 俊一 ²⁾	Toshikazu Kubo

● Key words

野球肘, 前向き研究, 低学年

Little league elbow : Longitudinal study : Youth baseball players

●要旨

目的: 野球肘検診で明らかとなった少年野球選手の新規障害発生率について, 低学年と高学年で比較検討すること.

対象と方法: 検診に2年連続で参加した9歳以下108名(低学年群)と10歳以上658名(高学年群)を対象とした. 投球時肘痛, 肘関節可動域制限, 内側圧痛, 外反ストレス痛, 過伸展時痛, 超音波検査での内側上顆および小頭形態異常の新規発生率を低学年群と高学年群で比較した. 統計学的検討には χ^2 検定を用いた.

結果: 各項目について低学年群と高学年群の新規障害発生率に有意差を認めなかった.

結論: 少年野球選手には低学年であっても高学年と同程度に障害が発生している可能性が示唆された.

はじめに

野球肘検診の普及に伴い少年野球選手の肘障害罹患率について大規模調査の結果が報告されている. 投球時肘痛は約30%の選手が経験しており, とくに小学5, 6年生の選手では約50%が肘痛を経験している^{1~3)}. このことから小学生, とくに高学年は野球による肘障害の危険性が高いと考えられるが, これらの多くが横断研究

の結果であり, いつ障害が発生しているかについて詳細は分かっていない. スポーツの低年齢化に伴い, 障害が低学年から発生している可能性がある. 一方, 少年野球指導者, 選手に対する障害予防を目的とした介入の効果が報告されている^{4,5)}. そのため低学年での新規障害発生率が分かれば, 障害予防において重要な知見となりうる. そこで, 今回われわれは縦断的に調査し, 新規障害発生率について低学年と高学年で比較して, その特徴を明らかにすることを目的とした.

琴浦義浩

〒629-0197 南丹市八木町八木上野 25

公立南丹病院整形外科

TEL 0771-42-2510

E-mail ykotoura@gmail.com

1) 公立南丹病院整形外科

Department of Orthopaedics, Nantan General Hospital

2) 京都市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) 市立福知山市民病院整形外科

Department of Orthopaedics, Fukuchiyama City Hospital

4) 同志社大学スポーツ健康科学部

Health and Human Science Research Center, Doshisha University

表1 低学年と高学年の新規障害発生率

		n	(%)	Odds ratio	95 % Confidence interval	p-Value
肘痛	低学年	20	(18.5)	1		
	高学年	136	(20.7)	1.15	0.67~2.04	0.70
伸展制限	低学年	13	(12.0)	1		
	高学年	67	(10.2)	0.83	0.43~1.70	0.61
屈曲制限	低学年	10	(9.3)	1		
	高学年	103	(15.7)	1.82	0.91~4.04	0.11
内側圧痛	低学年	11	(10.2)	1		
	高学年	53	(8.1)	0.78	0.38~1.70	0.45
外反ストレス痛	低学年	4	(3.7)	1		
	高学年	55	(8.4)	2.37	0.85~9.20	0.12
過伸展時痛	低学年	2	(1.9)	1		
	高学年	15	(2.3)	1.24	0.28~11.29	1
内側上顆形態異常	低学年	17	(15.7)	1		
	高学年	133	(20.2)	1.36	0.77~2.51	0.30
OCD	低学年	0	(0)	1		
	高学年	6	(0.9)	2.16	0.12~38.65	1

対象と方法

2010~2015年度の京都府北部(京丹後市を中心とした合計10万人規模の市町村)において野球肘検診に参加した小中学生2,129名中、2年連続で参加した766名(7~14歳)を対象とした。1年目と2年目の結果を比較し、新規障害発生の有無を調査した。検診参加1年目に9歳以下であった選手を低学年群、10歳以上を高学年群に分類した。それぞれ108名、658名で、平均年齢は 8.6 ± 0.7 歳、 11.1 ± 1.1 歳であった。検診ではまず問診票で過去1年間の投球時肘痛を調査した。なるべく正確を期すために問診票の記入には指導者または親が立ち会って行なった。理学検査では肘関節伸展、屈曲可動域制限の有無、肘関節内側圧痛の有無、外反ストレス痛の有無、過伸展時痛の有無を調査した。また、超音波検査では上腕骨内側上顆および小頭に不整像を認めるものを形態異常とした。小頭形態異常を認めた選手には単純X線検査を行ない、上腕骨小頭の離断性骨軟骨炎(OCD)を診断した。これら障害の新規発生率を低学年群と高学年群で比較検討した。統計学的検討には χ^2 検定を用い、有意水準を5%未満とした。

結 果

各項目の新規発生率を示す(表1)。投球時肘痛の新規発生率は低学年群で18.5%、高学年群で20.7%、伸展制限は低学年群で12.0%、高学年群で10.2%、屈曲制限は低学年群で9.3%、高学年群で15.7%であった。内側圧痛は低学年群で10.2%、高学年群で8.1%、外反ストレス痛は低学年群で3.7%、高学年群で8.4%、過伸展時痛は低学年群で1.9%、高学年群で2.3%であった。内側上顆形態異常は低学年群で15.7%、高学年群で20.2%、OCDは低学年群で0%、高学年群で0.9%であった。統計学的検討では、各項目の新規発生率について低学年群と高学年群に有意差を認めなかった。

考 察

野球肘検診では比較的規模の大きい調査が可能となるため、少年野球選手の障害罹患率の報告は散見されるが、新規障害発生率についての報告は少ない。もし低学年の新規障害発生率が低いのであれば障害予防のための介入を高学年中心に行なうと効果的かもしれない。一方で低学年であっても新規障害発生率が低くないのであれ

ば、より早い段階での介入が必要になる。つまり新規障害発生率を明らかにすることは障害予防において重要な知見となる。そのためには縦断研究が必要となる。われわれは検診に2年連続で参加している選手を対象に検討を行なった。その結果、新規障害発生率はどの項目においても低学年と高学年で同程度であった。伸展制限、内側圧痛の発生率については低学年が高い傾向にあり、低学年から疼痛を伴った障害が発生していることが明らかとなった。肘痛については、高岸らが主体となって行なった平成26年度少年野球実態調査では7~13歳の10,228名のうち肩、肘の痛みの経験を36.6%に認めたと報告している¹⁾。また岩瀬らが1996年に6,677名の小学5、6年生中心の少年野球選手を対象に行なった大規模調査の結果、野球選手の46.5%が肘痛を経験していた³⁾。Gugenheimら⁶⁾やLarsonら⁷⁾は8~12歳の投手において約20%に疼痛の既往があったと報告している。また、Adams⁸⁾は9~14歳の投手のうち45%が投球時肘痛を経験していると述べており、年齢に伴い投球時肘痛の経験率が上昇することが分かっている。一方、前向きに調査した報告は多くない。Lymanら⁹⁾によると9~12歳の298名の投手を調査した結果、1シーズン中に25.5%の選手が肘痛を発症していた。そしてMatsuuraら¹⁰⁾は7~12歳の1,563名選手のうち456名(29.2%)の選手が過去1年間に肘痛を自覚しており、また、年齢が上がるごとにオッズ比も上がることを報告している。本研究では過去1年間の肘痛新規発生率は低学年群で18.5%、高学年群で20.7%と過去の報告より低い傾向にあり、また、年齢による有意差も認めなかった。われわれは、都心から遠く離れ、また、人口の移動が少なく、狭いコミュニティであるこの地域において野球肘検診を含めた障害予防活動を行なってきており、その影響により、新規発生率が低くなっている可能性がある。昨今介入による障害予防の効果が報告されている。木田らは選手・指導者に対して教育研修を行なうことによって、選手が疼痛を自覚しながら野球を継続する割合が減少し、選手の肘障害が減少したと報告している⁴⁾。また岩堀は1チームの指導者および選手に対して教育的介入を行ない、治療を要する選手が減少したと述べている⁵⁾。本研究の結果を踏まえると、障害予防を行なうためには、積極的に低学年から介入することが望ましいと考える。肘可動域制限について伸展制限はやや低学年に生じやすく、屈曲制限は高学年に生じやすい傾向を認めた。内側圧痛および外反ストレス痛を高学年では8%に認めたのに対し、低学年では内側圧痛が10%とやや高い傾向にあるものの、外反ストレス痛は3.7%と低い結果であった。低学年では外側ストレス痛を認めるほ

ど障害が進行していない可能性がある。このことは内側上顆形態異常の発生率が高学年よりも少ないことに矛盾しない。内側上顆形態異常が発生するメカニズムは、外傷である裂離損傷だけでなく骨軟骨障害の側面もあり、いまだに明らかにされていない¹¹⁾。一方で投球機会が多い選手に発症する傾向にあり、over useの関与は以前から指摘されている³⁾。高学年でより投球する機会が増えることが、内側上顆形態異常の増える1つの原因となる可能性がある。OCDについては低学年で9名の骨化variationと考えるcystic lesion¹²⁾を認め、OCDの診断から除外しているため、OCDと診断された症例がなかった。そのため発生数が少なく、統計学的検討では第2種過誤が生じている可能性がある。

今回の研究にはいくつかlimitationがある。1年目と2年目の検者が同じではないこと、問診結果は選手の自己申告であり、少なからず情報バイアスが生じている可能性があることである。今後も検診活動と、その結果解析を継続して行ない、障害予防に役立てたい。

結 語

少年野球選手の新規障害発生率に着目し低学年と高学年で比較した。低学年群と高学年群の新規障害発生率は同程度であったが、伸展制限、内側圧痛の発生率は低学年群が高い傾向であった。

文 献

- 1) 全日本野球協会ほか：平成26年度少年野球（軟式・硬式）実態調査 調査報告。2015.
- 2) 全日本野球協会ほか：平成27年度少年野球（軟式・硬式）実態調査 調査報告。2016.
- 3) 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.
- 4) 木田圭重ほか：少年野球選手・指導者に対する教育研修の投球障害肘抑制効果。整スポ会誌，36：28-33，2016.
- 5) 岩堀裕介：投球肩・肘障害に対するメディカルチェックとフィードバック効果。骨・関節・靱帯，19：229-240，2006.
- 6) Gugenheim JJ Jr et al：Little league survey：the Huston study. Am J Sports Med，4：189-200，1976.
- 7) Larson RL et al：Little League survey：the Eugene study. Am J Sports Med，4：201-209，1976.
- 8) Adams JE：Injury to the throwing arm. Calif Med，

- 102 : 127-132, 1965.
- 9) Lyman S et al : Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. Med Sci Sports Exerc, 33 : 1803-1810, 2001.
- 10) Matsuura T et al : Epidemiology of shoulder and elbow pain in youth baseball players. Phys Sport-smed, 44 : 97-100, 2016.
- 11) 松浦哲也 : リトルリーグ肘の病態, 診断と治療. 日臨スポーツ医会誌, 26 : 541-545, 2009.
- 12) Matsuura T et al : Prevalence of Osteochondritis Dissecans of the Capitellum in Young Baseball Players. Orthop J Sports Med, 2 : 2325967114545298, 2014.

ジュニアテニス選手における腰痛発症の 危険因子についての検討

Risk Factors for Low Back Pain among Junior Tennis Players

原田 幹生 ¹⁾	Mikio Harada	高原 政利 ¹⁾	Masatoshi Takahara
丸山 真博 ²⁾	Masahiro Maruyama	高木 理彰 ²⁾	Michiaki Takagi

● Key words

テニス, 腰痛, 危険因子

Tennis : Low back pain : Risk factor

● 要旨

ジュニアテニス選手における腰痛発症に関連する危険因子を検討した。ジュニアテニス選手 99 名(平均年齢 14.7 歳)を対象とした。シーズン中, または検診時に腰痛を認めた選手は 34 名(34 %) で, テニス困難度が 10 点以上(全く困難なし 0 点~不可 100 点)の腰痛を有した選手は 14 名(14 %) であった。腰痛が生じる動作は, サーブ 79 %, ストローク 50 %, ボレー 36 % で, 腰椎伸展時痛(29 %)や Kemp テスト陽性(36 %)を多く認めた。テニス困難度が 10 点以上の腰痛発症に有意に関連した因子は, テニス経験年数 9 年以上, 体幹安定性の低下であった。これら選手には腰痛が発症しやすく, とくに, 腰痛予防に努める必要がある。

はじめに

成人テニス選手の 80~90 % は腰痛を経験し, その多くはサーブやストロークで腰痛を引き起こすとされる¹⁾。腰痛発症の危険因子には, 股関節内旋可動域の左右差が小さい, 腰椎伸展角度が小さいなどの報告がある²⁾。一方, ジュニアテニス選手の腰痛発症の危険因子についてみると, 体幹・ハムストリングの柔軟性低下の報告があるが³⁾, その他の身体所見やグリップの握り方などテニス特有の因子についての詳細な調査はない。本研究では, ジュニアテニス選手に発症する腰痛について調査し, 腰痛の発症に関連する危険因子を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

2012~2015 年の 4 年間の間に, 年 1 回冬に行なわれるテニス検診に参加した 14 歳以下の東北選抜選手と単一高校の選手をあわせたジュニアテニス選手 167 名のうち, 検診時に腰痛以外の体の痛みを有した選手 68 名を除外した 99 名を対象とした。4 名は 2 回連続で検診を受診し, 残りの 95 名は 1 回のみ検診を受診していた。年齢は 14.7 歳(11~17)であり, 男性は 58 名, 女性は 41 名であった。テニス経験年数は平均 5.6 年(1~11)であった。身長は平均 163 cm(145~180)であり, 体重は 52 kg(36~80), Body mass index(BMI)は 19 kg/m²(16~27)であった。1 日の平均準備時間は 16 分(0~30)

原田幹生
〒 981-3121 仙台市泉区上谷刈字丸山 6-1
泉整形外科病院整形外科医局
TEL 022-373-7377/FAX 022-374-2481
E-mail miharadae@yahoo.co.jp

1) 泉整形外科病院手肘スポーツ
Center for Hand, Elbow, and Sports Medicine, Izumi Orthopaedic Hospital
2) 山形大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University Faculty of Medicine



図1 体幹安定性

であった。1日の平均練習時間は2.0時間(0.1~4.0)であった。フォア・バックストロークの種類は、フォアハンドでは、両手打ちが2名、片手打ちが97名であり、バックハンドは全例両手打ちで、片手打ちはいなかった。アンケート調査で腰痛の有無とテニス困難度(DASHスポーツ)を調べ、身体検査を行なった。

シーズン中、または、検診時に腰痛の有無について調べ、腰痛が生じる動作について調べた。また、DASHスポーツでは、DASHスポーツのスポーツをテニスに変更してテニス困難度を評価した。いつものテニスができたか、痛みのためにテニスがどの程度制限されたか、自分の思うようなテニスができたか、いつもと同じ時間テニスができたかの4項目について調べ、まったく困難なし(0点)から、できなかった(25点)までの5段階で評価を行なった。さらに、4項目の合計を100点満点に換算して、全く困難なしの0点から、最悪の100点まで点数化した⁴⁾。テニス困難度が10点以上をテニスに支障がある腰痛とした。

身体検査として、肩柔軟性、握力、下肢柔軟性、腰痛誘発テスト、および体幹安定性を調べた。肩柔軟性では、肩複合外転テスト(combined abduction test: CAT)と肩水平屈曲テスト(horizontal flexion test: HFT)にて肩甲上腕関節の評価を行ない、さらに、肩関節内旋制限について調べた。CATでは、上腕部が耳に届かない場合を陽性とし、HFTでは、反対側の床に届かない場合を陽性とした。CATとHFTでは、投球側と非投球側を比べ、痛みや制限に明らかな差がある場合を左右差ありとした。肩関節内旋制限では、スリーパーズストレッチで、指先が床につかない場合を肩関節内旋制限ありとした。握力においては、立位で、Smedley式握力計(TKK 5401 Grip-D; Smedley, Tokyo, Japan)を用いて握力を測定した。下肢柔軟性では、股関節内旋制限、下肢伸展挙上テスト(SLR)、および踵殿距離を調べた。股関節では、仰臥位、股関節90°屈曲、膝90°屈曲位で、他動的に股関節を内旋させたときに、左右どちらかで股関節内旋30°未満の場合を股関節内旋制限ありとした。SLRの測定では、仰臥位で他動的に行ない、

ゴニオメーターを用いて股関節の屈曲角度を測定し、左右どちらかで70°未満を陽性とした。踵殿距離の測定は、腹臥位、股関節中間位で他動的に膝関節を屈曲した際に、左右どちらかの殿部と踵部との最短距離が5cm以上の場合を陽性とした。腰痛誘発テストとして、立位屈曲時痛、立位伸展時痛、立位側屈時痛、およびKempテストについて調べた。Kempテストでは、他動的に腰椎を右側伸展、あるいは左側伸展させたときに、腰痛が誘発された場合を陽性とした。体幹安定性評価では、主に多裂筋を評価するback bridgeと、主に腹横筋を評価するhand kneeを行なった^{5,6)}。back bridgeでは、仰臥位で、どちらかの下肢と殿部を上げ、体幹下肢が一直線状になるような姿勢をとり、そこから3分維持させた(図1)。Hand kneeでは、腹臥位で、どちらかの上肢を上げ、その反対の手を床につけた。上げた上肢と反対の下肢を上げ、その状態で体幹・上下肢が地面と平行になるような姿勢をとり、そこから3分間、姿勢を保持させた(図1)。これら体幹安定性評価の前に、それらの手技を1~2度練習した。これら体幹安定性評価では、測定開始から、上記の姿勢が崩れるまでの時間を測定した。

14歳以下の東北選抜選手と単一高校の選手の2群において、テニス困難度が10点以上の腰痛の頻度を比較した。さらに、これら2群において、テニス経験年数を比較した。

テニス困難度が10点以上の腰痛の発症に関連する因子の候補として、性別、年齢、身長、体重、BMI、テニス経験年数、CAT、HFT、肩関節内旋制限、握力、股関節内旋制限、SLR、踵殿距離、腰痛誘発テスト、体幹安定性、準備運動時間、練習時間、練習日数、フォア・バックハンドストロークの種類、グリップの握り、ストリングスのテンション、コートの種類を調査した。これら各因子について、腰痛を認めた選手(発症群)と認められなかった選手(未発症群)の2群で比較した。グリップの握り、ストリングスのテンション、およびコートの種類においては、腰痛が生じる動作別に、腰痛に関連する因子を検討した。統計学的分析は、 χ^2 検定とStudent's t検定を使用した。 $p<0.05$ 以下を有意差あり

表1 身体所見の結果

		総数	平均	人数(%)
CAT	左右差あり	69	-	19(28%)
HFT	左右差あり	69	-	24(35%)
肩内旋制限	あり	99	-	62(63%)
握力	利き手	99	35 kg(22~55)	-
	非利き手	99	32 kg(16~53)	-
	利き手側/非利き手側比	99	1.10(0.66~1.49)	-
股関節内旋制限	あり	99	-	11(11%)
SLR(70°未満)	陽性	99	-	19(19%)
踵殿距離(5 cm以上)	陽性	99	-	32(32%)
立位前屈時痛	あり	99	-	30(30%)
立位伸展時痛	あり	99	-	6(6%)
立位側屈時痛	あり	99	-	3(3%)
Kempテスト	陽性	99	-	10(10%)
back bridge	利き手側	99	86秒(25~180)	-
	非利き手側	99	87秒(5~180)	-
	不可(30秒)	99	-	5(5%)
hand knee	利き手側	99	99秒(0~180)	-
	非利き手側	99	106秒(0~180)	-
	不可(30秒)	99	-	9(9%)

表2 テニス困難度が10点以上の腰痛の発症に関連する危険因子

		腰痛(テニス困難度 10 点以上)			p 値
		人数	あり n=14	なし n=85	
所属	東北選抜(14 歳以下)	44	5(11 %)	39(89 %)	0.47
	単一高校	55	9(16 %)	46(84 %)	
テニス経験年数	9 年以上	14	5(36 %)	9(64 %)	<0.05
	9 年未満	85	9(11 %)	76(89 %)	
立位伸展時痛	あり	6	4 (67 %)	2(33 %)	<0.05
	なし	93	10 (11 %)	83(89 %)	
Kemp テスト	陽性	10	5 (50 %)	5(50 %)	<0.05
	陰性	89	9 (10 %)	80(90 %)	
back bridge	不可(30 秒)	5	3 (60 %)	2(40 %)	<0.05
	可能	94	11 (12 %)	83(88 %)	
hand knee	不可(30 秒)	9	3 (33 %)	6(67 %)	0.08
	可能	90	11 (12 %)	79(88 %)	

とした。

結 果

シーズン中、または検診時に腰痛を認めた選手は34名(34%)であった。これら34名のテニス困難度の平均は12点(0~88)であり、テニス困難度が10点以上の腰痛を有した選手は14名(14%)であった。検診時のみの腰痛が1名、シーズン中のみの腰痛が5名、検診時とシーズン中の両方にみられた腰痛が8名であった。これら腰痛が生じる動作は、複数回答ありで、サーブ:11名(79%)、フォアハンドストローク:7名(50%)、バック

ハンドストローク:7名(50%)、ボレー:4名(36%)であった。身体所見の結果を表1に示す(表1)。

14歳以下の東北選抜選手と単一高校の選手の2群を比較すると、テニス困難度が10点以上の腰痛は、東北選抜選手(n=44)で5名(11%)、単一高校の選手(n=55)で9名(16%)に認められた。同腰痛の頻度は2群間に有意な差はなかった(表2)。また、同腰痛を要する選手のテニス経験年数は、東北選抜選手で平均7.2年、単一高校の選手で平均6.5年であり、2群間に有意な差はなかった(p=0.73)。

テニス困難度が10点以上の腰痛の発症に関連する危険因子について検討した。テニス困難度が10点以上の

表3 サーブで腰痛が生じる選手：グリップの握りとテニス困難度が10点以上の腰痛との関係

		腰痛(テニス困難度 10 点以上)			p 値
		あり	なし		
		人数	n=11	n=81	
サーブ時のグリップの握り*	コンチネンタル	66	10 (15 %)	56 (85 %)	0.13
	それ以外	26	1 (4 %)	25 (96 %)	

* グリップの握り不明が7名。

腰痛は、テニス経験年数が9年未満の選手(n=85)で23名(27%)、テニス経験年数が9年以上の選手(n=14)で11名(79%)に認められ、同腰痛は、テニス経験年数が9年未満の選手に比べ、テニス経験年数が9年以上の選手に有意に多かった($p < 0.05$) (表2)。

テニス困難度が10点以上の腰痛は、立位伸展時痛ありの選手(n=6)で4名(67%)、立位伸展時痛なしの選手(n=93)で10名(11%)に認められ、同腰痛は、立位伸展時痛なしの選手に比べ、立位伸展時痛ありの選手に有意に多かった($p < 0.05$) (表2)。同様に、Kemp 陽性の選手(n=10)で5名(50%)、Kemp 陰性の選手(n=89)で9名(10%)に認められ、同腰痛は、Kemp 陰性の選手に比べ、Kemp 陽性の選手に有意に多かった($p < 0.05$) (表2)。立位前屈時痛や立位側屈時痛は2群に有意な差はなかった。

テニス困難度が10点以上の腰痛は、back bridge で30秒不可能な選手(n=5)で3名(60%)、back bridge で30秒可能な選手(n=94)で11名(12%)に認められ、同腰痛は、back bridge で30秒可能な選手に比べ、30秒不可能な選手に有意に多かった($p < 0.05$) (表2)。また、テニス困難度が10点以上の腰痛は、hand knee で30秒不可能な選手(n=9)で3名(33%)、hand knee で30秒可能な選手(n=90)で11名(12%)に認められ、同腰痛は、有意差はなかったが、hand knee で30秒可能な選手に比べ、30秒不可能な選手に有意に多い傾向があった($p=0.08$) (表2)。

サーブで腰痛が生じる選手(n=11)についてみると、有意差はなかったが、テニス困難度が10点以上の腰痛は、サーブ時のグリップの握りがコンチネンタルの選手(n=66)で10名(15%)、コンチネンタルでない選手(n=26)で1名(4%)に認められ、同腰痛は、サーブ時のグリップの握りがコンチネンタルでない選手に比べ、コンチネンタルの選手に多い傾向があった($p=0.13$) (表3)。

性別、年齢、身長、体重、BMI、肩柔軟性、握力、股関節内旋制限、SLR、踵臀距離、準備運動時間、練習時間、練習日数、フォア・バックハンドストロークの種

類、ストリングスのテンション、およびコートの種類は2群に有意な差はなかった。

考 察

本研究では、シーズン中、または検診時に腰痛を認めた選手は34名(34%)であり、そのうち、テニス困難度が10点以上の腰痛を有した選手は14名であった。ジュニアテニス選手の腰痛は9~34%に発症すると報告され^{3,7,8,9)}、本研究でも同様であった。さらに、これら腰痛が生じる動作は、サーブで79%、ストロークで50%であり、ジュニアテニス選手でも、成人テニス選手同様に¹⁾、サーブやストロークで腰痛が生じやすかった。

大学テニス選手におけるテニス経験年数と障害部位の関係において、大学テニス選手では、5~10年のテニス経験年数の選手に障害部位が多い傾向があり、腰痛が全体の23%を占め最も多かったとの報告がある¹⁰⁾。また、同報告では、SLRや体幹回旋において、腰痛がある選手では左右差が大きかったと報告しているが、対象人数が25名と少なく、統計学的な検討はなされていない¹⁰⁾。本研究では14歳以下の東北選抜選手と単一高校の選手の2群を対象にしたが、同腰痛の頻度、テニス経験年数ともに、2群間に有意な差はなかった。一方、両群を合わせた全体でみると、テニス困難度が10点以上の腰痛は、テニス経験年数が9年以上の選手に有意に多かった。これらのことから、テニス経験年数が9年を越えると腰痛が発症しやすいことが示唆された。このような選手では、とくに、腰痛予防に努める必要がある。性別、年齢、身長、体重、およびBMIは2群に有意な差はなかった。

本研究における、テニス困難度が10点以上の腰痛は、立位前屈時痛や立位側屈時痛と関連はなかったが、立位伸展時痛ありの選手、あるいは、Kemp 陽性の選手に有意に多かった。これらのことは、同腰痛が、腰椎伸展時あるいは腰椎伸展回旋時に生じやすいことを示している。一方、ジュニアテニス選手における腰痛の代表的な疾患として腰椎分離症があるが¹¹⁾、腰椎分離症も腰椎伸

展時あるいは腰椎伸展回旋時に生じやすいと報告されている¹²⁾。これらのことから、本研究における腰痛の原因疾患として腰椎分離症が多く含まれている可能性がある。

Grosdent らは、38 名の男性エリートテニス選手において、検査時に腰痛のある選手 11 名(平均 27.8 歳)と腰痛のない選手 27 名(平均 24.3 歳)の 2 群で体幹の筋力や柔軟性を比較したところ、有意な差はなかったと報告している¹³⁾。一方、本研究ではテニス困難度が 10 点以上の腰痛は、back bridge で 30 秒不可能な選手に有意に多く、有意差はなかったが、hand knee で 30 秒不可能な選手に有意に多い傾向があった。本研究のテニス困難度が 10 点以上の腰痛は、テニスに支障があるほどの腰痛であった。本研究では、腰痛が比較的強かったために、腰痛のある選手において体幹安定性が悪くなっていたと考えられた。また、肩柔軟性、握力、股関節内旋制限、SLR、および踵臀距離は 2 群に有意な差はなかった。

本研究では、有意差はなかったが、テニス困難度が 10 点以上の腰痛は、サーブ時のグリップの握りがコンチネンタルでない選手に比べ、コンチネンタルの選手に多い傾向があった。グリップの握りの種類には、ウエスタン、イースタン、およびコンチネンタルの 3 種類があり(図 2)、コンチネンタルは、この 3 種類のなかで最もスピンスーブに適したグリップの握り方である¹⁾。一方、スピンスーブでは、フラットサーブやスライスサーブに比べ、より腰椎を伸展時あるいは腰椎伸展回旋する必要がある¹⁾。本研究でサーブ時のグリップの握りがコンチネンタルの選手は、スピンスーブを打つ機会が多かったため、腰痛が発症しやすかったのかもしれない。本研究では、準備運動時間、練習時間、練習日数、フォア・バックハンドストロークの種類、ストリングスのテンション、およびコートの種類は 2 群に有意な差はなかった。

本研究の限界として、腰痛を定量的に評価できなかったことが上げられたが、テニスに支障を与えないような軽度の腰痛を除外するために、テニス困難度が 10 点以上の腰痛について検討した。また、CAT や HFT などの身体検査で未検査の選手が存在したことも本研究の限界の 1 つであった。さらに、対象が、東北選抜選手と単一高校の選手の 2 グループあり、東北選抜選が全例レベルの高い選手である一方で、単一高校の選手にはレベルの高い選手のなかに一部経験の浅い選手が含まれていた。テニスレベルが一定でないことも本研究の限界の 1 つと考えられた。また、本研究では、股関節内旋制限、SLR、および踵臀距離は、腰痛発症の危険因子ではなかったが、男女別に検討しなかったため、有意な差がで



図 2 グリップの握り方

なかった可能性が考えられた。

結 論

ジュニアテニス選手 99 名のうち、テニス困難度が 10 点以上の腰痛は 14 % に認められた。同腰痛が生じる動作は、サーブで 79 %、ストロークで 50 % と多く、腰椎伸展時あるいは腰椎伸展回旋時に生じるものが多かった。テニス困難度が 10 点以上の腰痛の発症に関連する危険因子は、テニス経験年数 9 年以上、体幹安定性の低下であった。

文 献

- 1) Babette et al : 体幹と脊柱の外傷・障害. In : 別府 諸兄, ed. テニスパフォーマンスのための医学的実践ガイド. 初版, エルゼビア・ジャパン株式会社, 東京 : 159-170, 2006.
- 2) Vad VB et al : Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. J Sci Med Sport, 6 : 71-75, 2003.
- 3) 原田幹生ほか : 14 歳以下のジュニアテニス選手の身体特性. 整スポ会誌, 31 : 61-68, 2011.
- 4) Alberta FG et al : The development and validation of a functional assessment tool for the upper extremity in the overhead athlete. Am J Sports Med, 38 : 903-911, 2010.
- 5) 大久保雄ほか : 腰椎 Stabilization Exercise 時の四肢挙上による体幹筋活動変化. 日臨スポーツ医会誌, 19 : 94-101, 2011.
- 6) 金岡恒治 : 腰痛の運動療法 腰痛椎間板変性と Stabilization Exercise. 日臨スポーツ医会誌, 7 : 452-458, 2009.
- 7) Reece LA et al : Injuries to elite young tennis players at the Australian institute of sports. Aust J Sci Med Sports, 18 : 11-15, 1986.

- 8) 原田幹生ほか：検診後1年以上経過したジュニアテニス選手の再検診. JOSKAS, 36 : 494-498, 2011.
- 9) 奥平修三ほか：小児の腰椎疾患．整形外科, 58 : 1106-1110, 2007.
- 10) 山下洋太ほか：大学テニス部を対象としたメディカルチェックの結果と考察. 東海スポ研究会誌, 27 : 7-9, 2009.
- 11) Ruiz-Cotorro A et al : Spondylolysis in young tennis players. Br J Sports Med, 40 : 441-446, 2006.
- 12) Terai T et al : Spondylolysis originates in the ventral aspect of the pars interarticularis : a clinical and biomechanical study. J Bone Joint Surg Br, 92 : 1123-1127, 2010.
- 13) Grosdent S et al : Trunk muscle profile in elite tennis players with and without low back pain. J Sports Med Phys Fitness, 55 : 1354-1362, 2015.