

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40回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020年のアスリートのために—」>

1. 緒 言

国際武道大学体育学部 山本 利春ほか … 1

<第40回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020年のアスリートのために—」>

2. アジリティ/サッカー

Agility / Soccer

流通経済大学 小粥 智浩 …… 3

<第40回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020年のアスリートのために—」>

3. 走トレーニング～コンバインドメソッド～

Combined Training Method for Sprint

国際武道大学 眞鍋 芳明 …… 7

<第40回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020年のアスリートのために—」>

4. 投げる (野球)

Throwing (baseball)

中部大学生命健康科学部理学療法学科 宮下 浩二 …… 11

<第40回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020年のアスリートのために—」>

5. バレーボールにおける高く跳ぶためのフィジカルトレーニング

Physical Training for Jump Higher on Volleyball Players

東海大学スポーツ医科学研究所 有賀 誠司 …… 17

<第40回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020年のアスリートのために—」>

6. 泳ぐ (水泳)

Swimming

桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部 加藤 知生 …… 22

7. 超重量級スポーツ選手に対する前十字靭帯再建術の治療成績
Clinical Outcome of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Super-heavy Weight Athlete
同愛記念病院整形外科関節鏡・スポーツセンター 長瀬 寅ほか … 29
8. 足関節内果の骨切りを併用した距骨骨軟骨移植術の治療成績
Osteochondral Autogenous Transfer for Osteochondral Lesion of Talar Dome with Osteotomy of Medial Malleolus
京都桂病院整形外科 原田 豪人ほか … 32
9. 完全円板状半月に対し半月形成術施行後再手術となった1例
A Revision Case After Saucerization without Repair for Complete Discoid Lateral Meniscus
大阪市立大学大学院医学研究科整形外科 橋本 祐介ほか … 36
10. Low Angle Trans-tibial Technique による ACL 再建術と本法による再建 ACL と正常 ACL の MR 像の比較
Anatomical Single-bundle ACL Reconstruction by a Low Angle Trans-tibial Technique and a Comparison of the MR Image between the Reconstructed ACL and the Normal ACL
藤枝市立総合病院整形外科 阿部 雅志ほか … 40
11. 福島県競技フットサル選手における傷害の発生とコンディショニングに関するアンケート調査
A Survey Questionnaire of Sports Injury and Individual Conditioning in Futsal Players of Fukushima Prefecture
仙台北部整形外科スポーツクリニックリハビリテーション科 澤口 悠紀ほか … 45
12. 解剖学的 2 束前十字靭帯再建術における遺残組織の温存が移植腱の再構築過程に与える効果：MRI を用いた臨床研究
The Effect of Ligament Remnant Tissue Preservation on Tendon Healing in Anatomic Double-bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: a Clinical Study Using Magnetic Resonance Imaging
北海道大学大学院医学研究科機能再生医学講座スポーツ医学分野 小野寺 純ほか … 51
13. 足二分舟状骨の経過観察中に反対側の舟状骨疲労骨折を発症した 1 例
A Case of Bipartite Navicular Accompanied Contralateral Navicular Stress Fracture
朝日大学歯学部附属村上記念病院整形外科 山賀 篤ほか … 55

14. 後半月大腿靭帯の断端によって膝関節ロッキングを生じた 1 例
Locked Knee Caused By the Posterior Meniscomfemoral Ligament Stump: a Case Report
原三信病院整形外科 崎村 陸ほか … 59
15. 早期診断・手術によりシーズン中の復帰を果たしたバレーボール女子 V リーグ選手の転位のない手舟状骨骨折の 1 例
A Case Report : a V-League Volleyball Player with Undisplaced Scaphoid Fracture Has Returned to the Games in a Season by Early Diagnosis and Surgical Treatment
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科整形外科学分野 若林 良明ほか … 63
16. 中学 2 年生に対しての運動器検診による傷害の実態調査と今後の課題
Results of School Musculoskeletal Check-ups for Second Graders of Junior High School and Future Directions
愛媛大学医学部附属病院地域医療支援センター 高橋 敏明ほか … 67
17. アスリートの半月単独損傷に対する関節鏡下半月修復術の治療成績
Results of Arthroscopic Repair of Meniscal Tears in the Athlete
札幌医科大学整形外科学講座 久保田ちひろほか … 72

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020 年のアスリートのために—」

緒 言

山本 利春¹⁾ Toshiharu Yamamoto 片寄 正樹²⁾ Masaki Katayose

本シンポジウムでは、「走る」「素早く動く」「跳ぶ」「投げる」「泳ぐ」という各動作をとりあげ、これらの動作に関連した 6 名の専門家からそれぞれのパフォーマンス（能力）向上のためのフィジカルトレーニングを紹介いただいた。

小粥智浩先生（流通経済大学スポーツ健康科学部）は、とくにサッカー選手の「素早く動く」能力の向上を例として、代表的なトレーニング方法について紹介した。単に素早く動くだけでなく、実際の競技場面でみられるような、相手との駆け引きも含めたリアクション動作やコンタクトプレーがある中でいかに素早く効率よく動くかが重要であることを示した。また、身体を効率よく動かすための姿勢づくり、その姿勢づくりに必要な身体の柔軟性や姿勢保持のための体幹や股関節周囲筋群の強化が重要であることを強調した。

眞鍋芳明先生（国際武道大学体育学部）は、さまざまなスポーツ種目においても重視されることの多い、速く「走る」能力の向上を目的としたトレーニングの 1 つであるコンバインドメソッドについて紹介した。コンバインドメソッドは、陸上競技の指導者たちの実践的な積み上げによって構築されて活用されているトレーニングであり、あらかじめ疾走において意識したい筋を定めて補強運動によって負荷を与えて疲労させ、さらに走動作に関連したダイナミックな運動刺激を入れた後、疾走につなげる方法である。単純な疾走のみのトレーニングとは異なり、疾走時に特定の筋を意識しやすくさせ、選択的かつ積極的に筋への運動単位を動員させるという興味深いものであった。

有賀誠司先生（東海大学スポーツ医科学研究所）は、とくにバレーボール選手の高く「跳ぶ」能力の向上のためのトレーニングの考え方と実際について紹介した。とくにバレーボールのプレーにおけるジャンプ能力を向上させるためには、実際の動きやパワー発揮特性を考慮し、競技特性に応じたトレーニングをプログラムデザインする必要があることを示した。また、最大筋力や最大挙上重量の向上のみならず、短時間に大きな力を発揮する能力や力の立ち上がりの向上、バレーボール選手特有の「リバウンド型ジャンプ」「カウンタームーブメント型ジャンプ」などの向上を考慮した指導を実践していることを報告した。

宮下浩二先生（中部大学生命健康科学部）は「投球」能力の向上にむけて、とくに投手を対象としたアプローチについて、動作学・関節運動学的視点から紹介した。中学生から大学生に至るプロセスでの投球動作の三次元解析や、股関節体幹トレーニングによる休息や遠投距離の増加などから、投球動作における下肢と体幹の連動性における骨盤運動、股関節運動の重要性を示した。また、試合で勝つための投球と速い球を投げることはイコールでないことをあげ、障害予防の視点から速い球を投げることを追い求める状況への注意喚起を促した。

加藤知生先生（桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部）は「泳ぐ」能力の向上にむけて、泳動作中の推進力と抵抗について解説し、抵抗力の低減のためにストリームラインの重要性と理想的なストリームラインを獲得するための、ストレッチング、スタビライゼーションなどのトレーニングの重要性を紹介した。あわせて、連盟メデイ

山本利春
〒 299-5295 勝浦市新官 841 番地
国際武道大学体育学部スポーツトレーナー学科
TEL 0470-73-4111

1) 国際武道大学体育学部
Faculty of Physical Education, International Budo University
2) 札幌医科大学保健医療学部
Sapporo Medical University, School of Health Science

カルスタッフがナショナルチームに実施しているコンデショニングケアを紹介し、泳動作の競技力向上に必要な「技術」の改善に不可欠な身体各部のコンディションおよび機能改善の重要性を解説した。

以上のように、各種競技において重視される基本的な動作におけるパフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニングについて、実践的なアプローチを紹介していただいたが、どの発表においても目的とする能力の向上

にむけて競技特性や運動機能の入念な分析がなされ、戦略的にトレーニングをデザインすることが重要であることが理解できた。流行のトレーニング、トップアスリートが実施しているトレーニングが必ずしも有効であるというものではなく、万能なトレーニングは存在しない。当然ではあるが、目的に応じたトレーニング処方が重要であることを再認識できたシンポジウムであった。

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
 「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング— 2020 年のアスリートのために—」

アジリティ/サッカー

Agility / Soccer

小粥 智浩 Tomohiro Ogai

● Key words

Agility : Soccer : Functional training

● 要旨

日本のサッカーにおいて敏捷性(Agility)はストロングポイントとされている。それらを改善していくためにはさまざまな方法がある。ここではそれらの基本的な考え方とトレーニング方法を紹介することを目的とする。

アジリティの改善には、発育発達も含めて長期的な視野に立って能力の強化に取り組む必要もある。PHV の時期までのトレーニングにおいては神経系の発達に重点をおき、身体の巧緻性、足を素早く踏みかえるようなプログラムを、PHV 以降は筋・パワー系の発達を促進することに重点をおくようなプログラムが必要である。また動きを改善する視点も重要である。そしてその土台となる、体幹や股関節周囲筋群の強化はどの年代においても重要である。

はじめに

近年、サッカーにおいてスピードは重要な要素である。とくに各局面での瞬間的なスピードや、素早い攻守の切り替えは、今後さらに必要とされると考えられる。サッカーのプレーのスピードには、相手や味方の選手、ボールの動きなどを予測判断する素早さと、動きの素早さ、いわゆる敏捷性(Agility)などが関連する。日本の長所といわれているアジリティをさらに強化すること、時間的にも空間的にも余裕のない中で、素早く、巧みに、そして力強く動くことのできる選手を育成することは、今後さらに重要視されるであろう。

アジリティトレーニングの考え方

アジリティはスピード、筋力、巧緻性など多くの体力要素から構成される。アジリティの改善には、ステップワークの素早さや力強いパワー発揮、身体のバランスや操作性などさまざまな要素を高めていく必要がある。そのためには、発育発達も含めて長期的な視野に立ってこれらの能力の強化に取り組む必要がある。

発育発達の側面から考えれば、身長が増加率が最も大きくなる時期(peak height velocity ; PHV)までのトレーニングにおいては神経系の発達に重点をおき、身体の巧緻性やバランス、足を素早く踏みかえるようなプログラムを、PHV 以降は筋・パワー系の発達を促進すること

小粥智浩
 〒 301-8555 龍ヶ崎市 120
 流通経済大学スポーツ健康科学部(龍ヶ崎キャンパス)
 TEL 0297-60-1805

流通経済大学
 Ryutsu Keizai University

に重点をおくようなプログラムが必要である。また、身体を効率よく動かすための姿勢づくり、その姿勢づくりに必要な身体の柔軟性の改善、そしてその姿勢を保持する、崩れても立て直して動けるためのバランス能力、体幹や股関節周囲筋群の強化はどの年代においても重要である。

トレーニングの実践例の紹介

A. 神経系のトレーニング

アジリティの獲得には、とくに小学生年代には、コーディネーション能力の改善も含めた、小刻みなステップワークの獲得が重要になる。一定のリズムでその場で足を素早く踏み替えるような動作だけでなく、マーカーやラダー、フープなどを用いて、歩幅や方向を変えながら、多方向、多種類のステップワークを含むように行なう。

また、ミニハードルやBOXなどを用いて足を引き上げる角度なども変化させる、さらにはリアクションの要素も含むなど身体の操作性を高めるような要素も含めたさまざまな刺激を加えながら、素早いステップワークの獲得をめざしていく。

B. 筋・パワー系のトレーニング

アジリティの獲得には、巧緻性を高めること、素早く巧みなステップワークを習得することに加え、より力強く方向転換をする能力も重要である。筋・パワーの改善も重要であり、とくに速筋線維が発達し始める高校生年代からは重要となる。ここでは、一般的な筋力向上の方法ではなく、動きの改善も含めたトレーニング方法を紹介する。

B-1. ハーネスを用いたトレーニング(図1)

サッカーの試合中にはさまざまなステップワークを駆使して、多方向への方向変換が行なわれる。その中でも代表的なステップワークである、サイドステップ、クロ

スオーバーステップを効率よく、そして力強く行なえることは重要である。

サイドステップは、進行方向と逆側の脚で地面を力強く押して移動する。クロスオーバーステップは、下半身を回旋させ、進行方向の足で地面を力強く押して移動する。どちらの動きも、前後左右どの方向へも動きやすい姿勢からスタートし、ステップを踏んだ後にすぐに開始姿勢に戻る。その際に身体が上下動しないこと、左右にぶれないこと、身体の軸が安定していることが重要である。

まずは負荷のない状態でステップワークの確認を行ない、その後ハーネスを装着し、同様の動作を行なう。ここでの目的は、牽引ストレスをかけることによって下肢の筋パワーの改善だけでなく、身体の軸を安定させて行なうことにも意識をおくことによって、体幹部の強化、フォームの改善にも有効である。

各種方向変換動作は、加速～減速～(停止)～方向変換～再加速が一連の流れとなるが、ハーネスを用いたトレーニングでは主に加速、再加速の改善に有効といえる。また、各ステップを帯状のハーネスでなく、チューブを用いて行なうことによって、加速局面の地面を力強く押し出す能力と、減速局面のブレーキング能力の改善にもつながる。

そのような刺激の中で、下肢の筋パワー強化に加え、体幹筋群の強化、フォームの改善にもつながる。

B-2. ViPRを用いたトレーニング(図2)

ViPRとは、各種大きさによって重量が設定されているゴム製の筒状のトレーニングアイテムである。これは、筋力強化と動きの改善を融合して行なえるトレーニングアイテムとされている。

身体の姿勢を保持しながら前後左右にスイングする。またはViPRをコントロールしながら前後左右に踏み込む、踏み込んでは素早く戻るなどの動作をしながら、トレーニングを行なっていく。形状が筒状になっているために、遠心力も加わるため、上肢のパワーが必要であ



図1 ハーネスを用いたトレーニングの一例

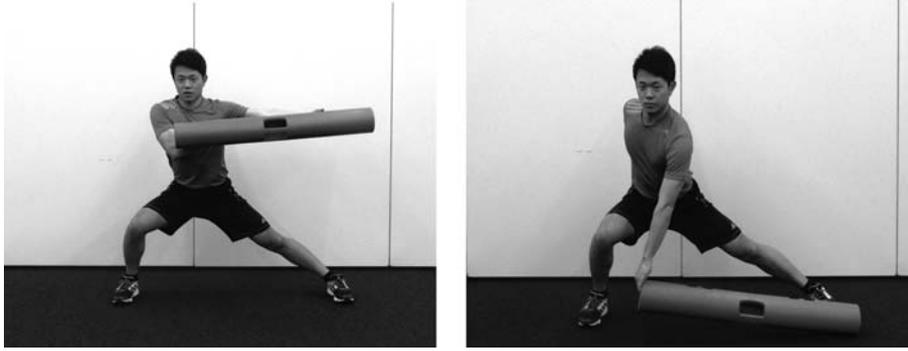


図2 ViPR を用いたトレーニングの一例



図3 アジリティトレーニングの一例

り、姿勢を保持するためには、体幹筋群には大きな刺激が入る。また動きを止める、または動作を切り替えるために下肢の筋群にエキセントリックな刺激が加わる。

したがって、方向変換動作でいえば、減速・停止、方向変換の局面での改善に有効と考えられる。代表的なステップワークである、サイドステップやクロスオーバーステップなどと類似した動作で負荷をかけていくことによって、方向変換能力の改善が期待できる。

アジリティエクササイズ

上記のトレーニングと並行して、実際にアジリティエクササイズを行なっていく。実際の競技場面では、予測や相手との駆け引きも含めたリアクション動作やコンタクトプレーがある中で、さまざまな方向へ素早く動くことが求められる。

したがって、前方のみならず、360°さまざまな角度に設定してストップ、ターンを行なう。守備の選手は攻撃の選手に比べて、後方への移動が増えることからそのようなステップワークが重要になる。また、実際の場面ではさまざまな状況の中での対応となるために、コーチの合図によって反応することに加えて、ミラードリル

のように相手の動きに合わせて対応するような種目も加えていく(図3)。

さらには、実際の競技場面に近い形でトレーニングを行なうことによって、競技場面でのイメージが付きやすくなる。相手とのかけひきもある中で、いかに正しい姿勢で素早く行なうことができるかを追求していくことは重要である。

軸づくり、姿勢づくり

身体を効率よく、素早くそして力強く動かすためには、安定した軸づくりが必要となる。小学生ならば小学生の動きに、高校生ならばより力強くより素早い動きに必要な軸づくりのための、体幹筋力やバランス能力が必要となる。これらは、単純な腹筋エクササイズだけでなく、立位姿勢でのトレーニングにつなげていく視点をもってトレーニングを構成する。

身体の軸づくりにおける基本的な種目として、基礎種目から発展種目へとレベルアップしながら継続的に行なっていく(図4,5)。姿勢づくりとしては、まず多くの動作の基礎となる、基本的なスクワットポジションを習得し、その後、動的な種目へと発展させていく。いずれに



図4 軸づくりのトレーニングの一例

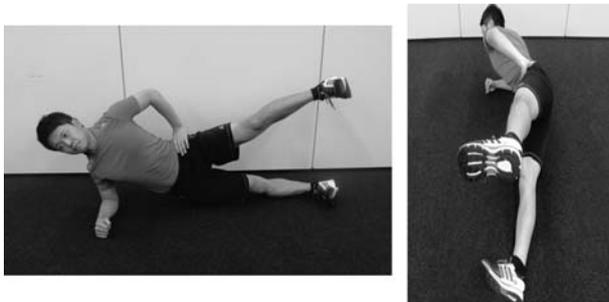


図5 気をつけたい代償動作

しても、正しいフォームを追求することによって効率よい動きへとつながっていく。

おわりに

アジリティエクササイズを積極的に行なっていくうえで、起こりうる外傷・障害においても把握しておきたい。ストップ・ターンが多くなることを考えると、ジョーンズ骨折や発育期においてはオスグッドシュラッター病などに気をつけたい。そのためには、単にトレー

ニングを行なわせるだけでなく、効率のよいフォームにこだわりながら練習に取り組みさせるなど質の追求が大切である。また近年、人工芝の普及が広がってきていることから、シューズへの配慮なども考慮したい。さらに、どの年代においても、トレーニング時間だけでなく、リカバリーの時間も大切に、年間スケジュールや週間スケジュールを、計画性をもって組み立てることも重要である。

文 献

- 1) コーチとプレーヤーのためのサッカー医学的テキスト。公益税団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会編，金原出版，東京：2011。
- 2) Mark Verstegen et al：コアパフォーマンス・トレーニング。大修館書店，東京：2008。
- 3) Mark Verstegen et al：Every Day Is Game Day：The Proven System of Elite Performance to Win All Day, Every Day. Avery, New York：2014。

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020 年のアスリートのために—」

走トレーニング ～コンバインドメソッド～

Combined Training Method for Sprint

眞鍋 芳明 Yoshiaki Manabe

● Key words

疾走速度向上, トレーニング

● 要旨

基礎運動能力の1つとして認識されている速く走る能力を向上させるための方法には、陸上競技に関わる数多くの指導者達が積み上げてきた実践知がある。その1つが本稿で紹介するコンバインドメソッドである。

あらかじめ疾走において意識したい筋を定め、補強運動によって負荷を加える。そして身体の移動を伴うダイナミックな運動によって目的に応じて使うことを意識させ、最後に疾走へとつなげる。この方法は筆者が所属する国際武道大学陸上競技部ならびに日本陸上競技連盟において一定の成果をあげており、単純な疾走のみのトレーニングとは一線を画した方法と考えている。

はじめに

基礎運動能力の1つとして認識されている速く走る能力は、ほとんどのスポーツ種目において重視されている。先に行なわれたサッカー W 杯でみられた強豪国の試合中における疾走スピードは記憶に新しく、球技系スポーツでは速く走れるという能力だけでも有利な試合展開を作り出すことが可能である。

また、速く走る能力は高い競技パフォーマンスを発揮するために求められるさまざまな身体能力と重複していることから、疾走能力を向上させるためのトレーニングはさまざまな競技スポーツで採用されている。このように種目の垣根を越えてトレーニング方法を共有することは、競技レベルの向上のみならず、実践知としてのエ

ビデンスを構築することへとつながる。

疾走能力向上を目的としたトレーニングを最大限実施しているのは、いうまでもなく陸上競技短距離種目である。かつて暁の超特急と呼ばれた吉岡隆徳選手は第10回ロサンゼルスオリンピックで東洋人初の6位入賞を果たし、日本短距離界は世界レベルにあるとされた。しかし、その後の世界大会で決勝の舞台に日本人が立つことはなく、苦戦を強いられることになる。こうしたなかで迎えた1991年の世界陸上競技選手権東京大会で、日本短距離界は大きな変革期を迎える。同大会にスポーツバイオメカニクスに関わる研究者が集結し、世界記録を含む世界一流競技者のデータを測定および分析することができたのである。そこで得られた知見は、これまで短距離走において実施されてきたトレーニング方法ならびに技術を覆すものであり、まさにエポックメイキングとい

眞鍋芳明
〒299-5295 勝浦市新宮 841 番地
国際武道大学
TEL 0470-73-4425

国際武道大学
International Budo University

っても過言ではないほどの出来事であった。

そこから20年以上の月日が流れ、日本短距離界はついに4×100mリレーにおいてオリンピックでのメダルを獲得するまでに成長を遂げる。そして、2013年には桐生祥秀選手がジュニア世界歴代2位相当である10秒01(+0.9)を記録するなど、再度世界で戦える実力を取り戻しつつある。こうした日本短距離界躍進の影には、陸上競技に関わる数多くの指導者達が積み上げてきた実践知があり、その1つが今回紹介するコンバインドメソッドである。

コンバインドメソッドとは筆者の造語であり、補強運動と移動を含んだダイナミックな運動で筋を刺激し、疾走能力向上を目的としたトレーニング方法である。あらかじめ疾走において意識したい筋を定め、補強運動によって負荷を加える。そして疲労した筋を、さらに身体の移動を伴うダイナミックな運動によって目的に応じて使うことを意識させ、最後に疾走へとつなげる。疲労によって生じる筋収縮の阻害をあえて利用するこの方法は、疾走時に特定の筋肉を意識しやすくするだけでなく、選択的かつ積極的に任意の運動単位を動員させることが可能であり、単純な疾走のみのトレーニングとは一線を画した方法と考えている。本稿では、その具体的な実施方法を紹介する。

コンバインドメソッドの実践例

1. トレーニングエクササイズの配列

トレーニング現場において競技者や指導者は、無限に近いとも思われるさまざまなトレーニングを組み合わせることで、狙った効果を最大限引き出すように努力してきた。それはトレーニングエクササイズの配列という形で議論が進められてきた。たとえば、Pauletto¹⁾が提唱したウェイトトレーニングにおける配列は上肢に負荷を加えた後、即座に下肢を実施、そしてまた上肢を実施するという方法がある。これは連続した強負荷に心身が耐えられない非鍛錬者向けの方法であり、エクササイズ間の休息時間を最小化できる。図1はBaechleら²⁾が鍛錬者向けに提示した方法である。拮抗筋に対して交互に刺激を加えるスーパーセット法、そしてターゲットマッスルに対して連続的に負荷をかけるコンパウンドセット法などは、短期間における筋肥大に効果的とされている。

さらに全身の大筋群を動員するダイナミックな運動を配列する場合には、最初に高いスキルレベルと集中力を要求される種目を配置するのが一般的である(図2)³⁾。その一方で、先に単関節で大筋群を動員する種目でターゲットマッスルに事前疲労を生じさせ、その後、多関節で大パワーが要求されるエクササイズを配列する方法もある(図3)⁴⁾。筋に対する代謝的負荷に着目したこの方法は、リスク管理という点からも完全にトレーニング上

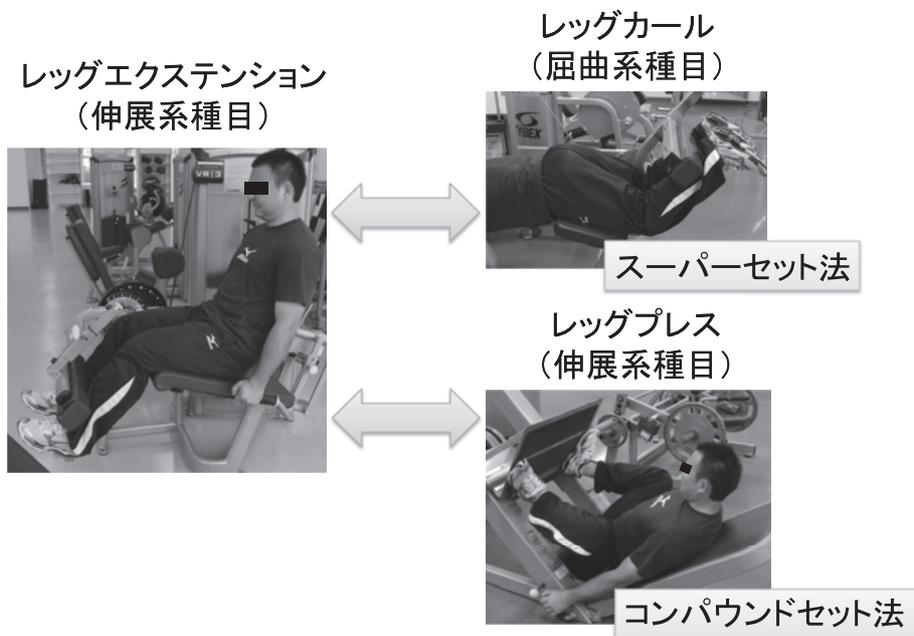
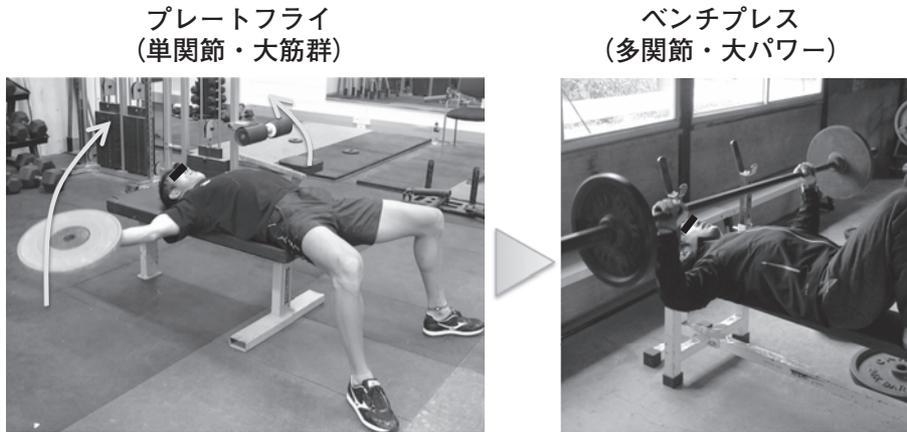


図1 鍛錬者を対象としたトレーニングエクササイズの配列例



最初に高いスキルレベルと集中力が必要なものを持ってくる

図2 ダイナミックな運動を採用する際のトレーニング配列の例



プレ・エグゼーション(事前疲労)を利用する場合は
大筋群を選択的に疲労させて強化する

図3 事前疲労を利用するトレーニング配列の例

級者向けの方法といえる。

しかしながら、こうした方法は、筋が発揮するパワーを増大させ、より疲労に強い筋を作り上げるという目的で実施されるものであり、主に筋単独としての機能向上を目的としたものである。

上述のトレーニングは筋機能向上を目的としたものであり、その結果として疾走能力の向上につながる可能性は十分に考えられる。しかしながら、走るという動作は、さまざまな筋が複合して成立するものであり、疾走能力向上に寄与するトレーニングとは、力発揮のタイミング、グレーディングそしてフォームとして表現されるスペーシングまで、すべての要素に働きかけなければならない。

そこでトレーニング現場では、ウェイトトレーニングを実施した後にストレッチを実施し、その後疾走へとつなげるトレーニングなども提唱され⁵⁾、一定の成果をあげている。

2. 走動作の改善にアプローチするコンバインドメソッド

本稿で紹介するコンバインドメソッドは数あるなかでの一例である。ここでは、疾走中に股関節伸展筋群を意識および動員することを目的とした方法を示す。図4が疾走において股関節伸展筋群を意識し、脚の後方スイング速度向上を目的としたコンバインドメソッドである。股関節伸展筋群のなかでも最も大きな筋力を有する大殿筋をターゲットマッスルとし、疾走中における動員数を

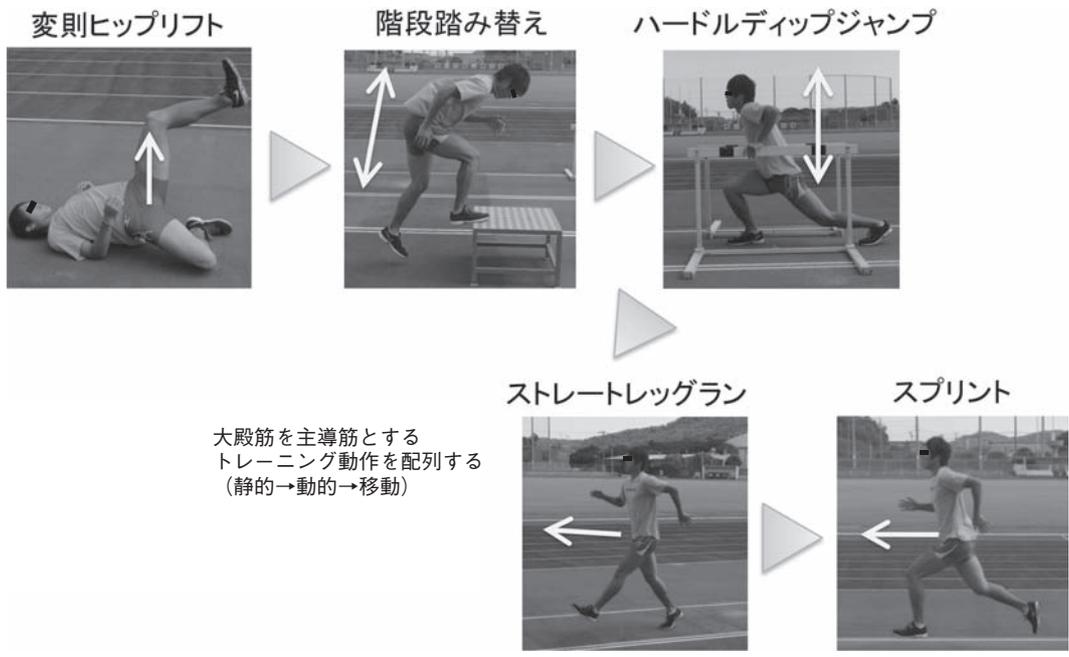


図4 走動作の改善にアプローチするコンバインドメソッドの例

増やすことを目的としている。具体的には、まず大殿筋の収縮を意識しやすい種目によって積極的に筋に刺激を加える。この際、なるべく低速にて実施可能な方法で、かつ代償動作が生じにくい動きを選定することが重要である。次に、より収縮速度を高め、かつ大殿筋の収縮が十分に感じとられるように関節可動期の大きな動作を採用し、よりダイナミックな運動へとつなげる。

そして、股関節伸展動作、つまり脚の後方スイング動作によって推進力を得る運動を実施し、最後に疾走動作を行なう。疲労によって生じる筋収縮の阻害をあえて利用する方法は、疾走時に特定の筋肉を意識しやすくするだけでなく、選択的かつ積極的に任意の運動単位を動員させることが可能であり、単純な疾走のみのトレーニングとは一線を画した方法であると考えている。

今後の課題

本稿で紹介したコンバインドメソッドはトレーニング現場における競技者ならびに指導者の経験則から生じた、いわゆる実践知を頼りに生まれたトレーニング方法である。そのため一定のトレーニング成果はあがっていると自負されるものの、十分な研究データおよびエビデ

ンスが伴っておらず、その具体的な効果は明らかとなっていない。同様に、競技者に対するリスク管理という観点からも今後さらなる検証が必要である。

また、本稿のように疾走能力向上を目的とした条件とは異なり動作の精度が優先される運動や、突発的外力が加わる運動を対象とする場合は競技パフォーマンス低下や傷害にもつながる恐れがあるため、細心の注意が必要であることを付け加えておく。

文 献

- 1) Pauletto B : Choice and order of exercise. NSCA J, 8 : 71-74, 1986.
- 2) Baechle TR et al : Weight training: steps to success. 2nd ed. Human Kinetics, Champaign, 1998.
- 3) Fleck SJ et al : Designing resistance training programs. 2nd ed. Human Kinetics, Champaign, 1997.
- 4) Wathen D : Essentials of strength training and conditioning. Human Knetics, Champaign : 459-472, 1994.
- 5) Dintiman GB : Effects of various training programs on running speed. Res Q, 35 : 456-463, 1964.

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
 「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング— 2020 年のアスリートのために—」

投げる (野球)

Throwing (baseball)

宮下 浩二 Koji Miyashita

● Key words

野球, 投球, 青年期

● 要旨

スポーツ動作の能力向上とは、動作目的達成のためのより効率的な動作の獲得にある。中学・高校生は運動技能が発達し、今まで作り上げてきた技能を再構築する時期でもある。投球技能の再構築上最も重要な骨盤運動を介した下肢と体幹の運動性である。同時に、日常的に正しい姿勢の維持が必須となる。円背・骨盤後傾は効率的な骨盤回転運動を妨げる。日常的に正しい姿勢を意識し、定常化することがパフォーマンス向上の最低条件となる。試合に勝つための投手として成長するためには、速い球を投げるのではなく、投手として何が必要であるか理解することが重要であり、障害の予防にも重要なことである。

投球の能力とは

「投げる」に限らずスポーツ動作の能力向上とは、その動作の目的を達成するためにより効率的に動作を行なうことができるようになることである。投げる動作が要求される競技は多々あるが、今回は野球、とくに投手に限定する。野球において「投げる」目的はポジションにより異なり、かつ状況により変化する。野球の投手が投球をする目的は「試合に勝つこと」であり、球速の程度やコントロールの善し悪しは条件となる要素である。したがって投球の能力向上のためには、さまざまな投球の局面で複合的な運動の条件を選択し、そのときどきに何が必要であるか判断することまで含まれており、簡単にはまとめられない。そのため、今回は動作学・関節運動学的な視点をもとに話を展開したい。

青年期の運動技能の特徴

今回のサブテーマは「2020 年のアスリートのために」となっており、対象は中学生、高校生である。この時期は人間発達学的には「後期青年期」にほぼ該当する¹⁾。青年期には運動技能が発達する。運動技能とは「あらゆる状況ならびにあらゆる条件下において解決策となる運動をみつけること」とされている (Bernstein 2007)。人間の発達の基本法則は、頭側から尾側へ(尾頭法則)や中心部から末梢部へ(中枢末梢法則)などの順序がある¹⁾。この過程の影響を受けながら、同時に筋力などの運動器機能も大きく変化する時期でもある。そのため、運動を決定するさまざまな要因が相互に影響を及ぼす中で、青年期では今まで作り上げてきた技能を再構築する時期でもある¹⁾。この再構築をいかに適切に行なうかが重要と

宮下浩二
 〒 487-8501 春日井市松本町 1200
 中部大学生命健康科学部理学療法学科
 TEL 0568-51-9162

中部大学生命健康科学部理学療法学科
 College of Life and Health Sciences, Chubu University

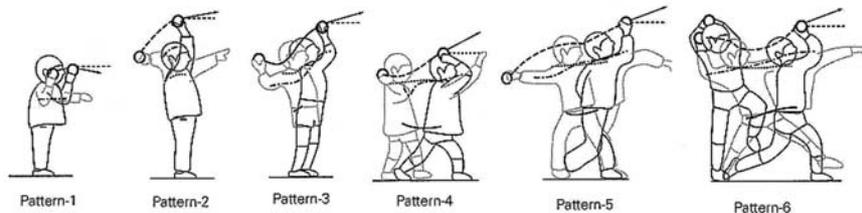


図1 幼児の投動作様式の典型的な6つのパターン¹⁾



図2 高校生の投球動作

なる。

発達に伴う投球動作の特徴を図1に示す²⁾。投球動作の発達では、腕だけで投球動作を行っていたものが、徐々に脚や体幹が動作に加えられる、というような表現が多いが、人間発達学的な見解では、腕だけの動作にみえても実際には体幹も下肢も安定性を保つ役割をもっている、とするものもある。このことを踏まえて、図1と図2を比較すると、重要な点としては、発達に伴って下肢・体幹と上肢がいかに効率よく連動するか、ということにあると考えられる。

今回のメインテーマである「青年期のフィジカルトレーニング」の目的としては、筋力・心肺機能の強化などよりも、体の使い方や動作イメージなどが関与する「スポーツスキルの習得」を中心に話を展開したい。

青年期の投球動作の問題

投球について、運動技能の再構築上最も問題となる点は骨盤運動を介した下肢と体幹の連動性であると考えられる。とくに介在する骨盤運動、股関節運動が重要である。

一例として、後期コッキング期にみられる肩外旋運動は、次に続く加速運動にとっても重要な運動であり、かつ最大外旋位では投球障害の痛みを訴えることが多い臨床的にも対応する機会の多い運動である。この運動は肩外旋筋力によってのみ生じているのではなく、lagging

back現象といわれるように骨盤・体幹の回旋運動によっても生じている。lagging back現象とは、身体の近位部に対して遠位部が遅れる現象である^{3,4)}。つまり、体幹・骨盤回旋運動および肩関節水平屈曲運動により、上腕および前腕の近位端は投球方向に移動し、ボールをもった手部は後方に残る。その結果として肩関節は外旋している(図3)。骨盤回旋運動はステップ脚の股関節内転・内旋運動が主体であり、股関節の可動域制限や筋機能低下により十分に骨盤回旋運動ができないと、代償的に肩関節水平屈曲運動を強めて肩関節外旋運動を誘発することが多い(図4)⁵⁾。その結果、「肘の突き出し」など投球障害を発生しやすい投球動作となる(図4)⁶⁾。したがって、後期コッキング期で肩関節最大外旋位まで運動を効率よく行なうためには骨盤の十分な回旋運動が条件となる。

われわれは、高校野球部への介入研究として日々のウォーミングアップに股関節、体幹のエクササイズを新たに組み入れて継続したところ、球速や遠投距離の増加などの効果がみられた(表1)⁷⁾。このことから、股関節運動による骨盤回旋運動を効率的に獲得し、体幹への連動性を高めるエクササイズが重要となる。

動作学的研究において、大学生と中学生を比較するために投球動作の三次元解析を行なったところ、主に両者の差は骨盤の回旋運動(股関節内転運動)にみられた。大学生の股関節内転運動が有意に中学生より大きく、一方で、中学生の肩水平屈曲角度は大学生より有意に大き

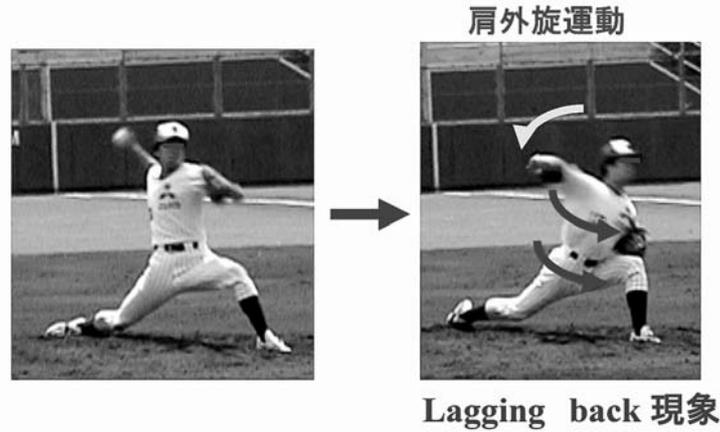
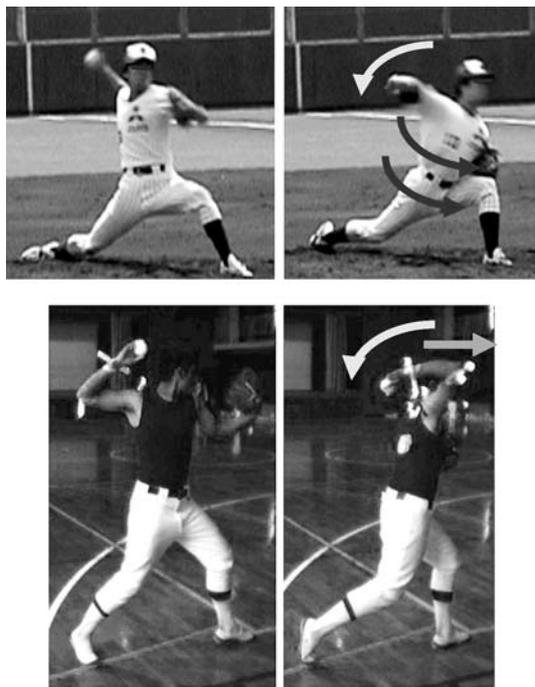


図3 投球動作における Lagging back 現象



「肘の突き出し」

図4 骨盤回旋に伴う肩外旋運動と肩水平屈曲に伴う肩外旋運動

くなっていた⁸⁾。つまり、成長期では骨盤回旋運動(股関節内転運動)が十分に行なえず、上肢の運動に依存する「手投げ」を呈しやすくなっている。このことから、この年代の問題として股関節を効率的に活用できていないことが考えられる。

また、高校野球選手においてもエクササイズで獲得した関節機能を動作に活用できていないことが多い。図5

表1 ウォーミングアップに股関節・体幹のエクササイズを導入した効果⁷⁾

パフォーマンス向上への効果	20名
送球が安定した	8名 (40%)
打球の飛距離が伸びた	8名 (40%)
捕球しやすくなった	5名 (25%)
スイングスピードが上がった	4名 (20%)
球速が上がった	4名 (20%)
遠投距離が伸びた	3名 (15%)
その他	6名 (30%)
障害予防への効果	20名中
腰痛が軽減した	6名 (30%)
肘痛が軽減した	4名 (20%)
肩痛が軽減した	3名 (15%)
筋肉痛がとれやすくなった	2名 (10%)
疲れにくくなった	2名 (10%)

に示すグラフは、股関節内転可動域(90°屈曲位)と投球動作時の股関節内転角度(骨盤回旋角度)の相関を分析した結果である。大学生投手は関節可動域と投球時の関節運動量に有意な正の相関がみられたが、高校生は有意な相関はなかった。つまり、高校生は関節可動域を十分に動作に活かされていないことを示す。

青年期野球選手の投球動作指導の注意点と日常的な取り組み

各年代の選手で問題点および対応策は大きく異なる。運動器機能および投球動作にみられる問題、変化については年代ごとに重要度のとらえ方や対策を変えるべきで

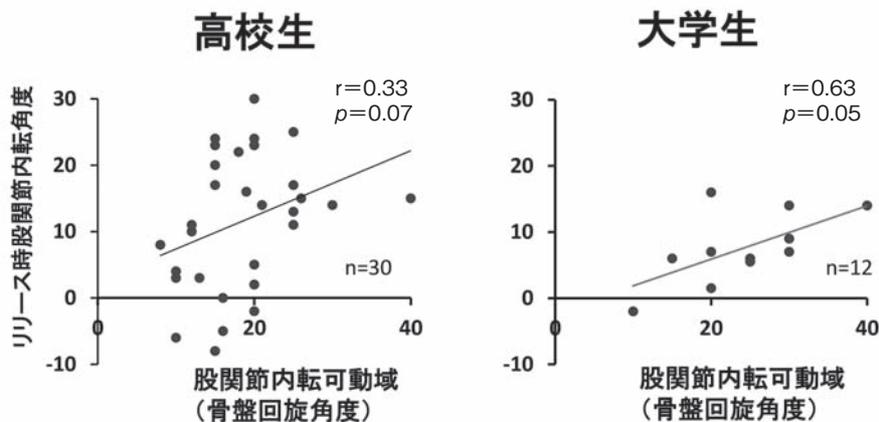


図5 投球時の股関節角度（骨盤回旋角度）と関節可動域の相関
 縦軸は投球動作におけるリリース時の股関節内転角度であり，横軸は股関節内転可動域である。
 股関節の角度は投球時の股関節肢位に近づけるために90°屈曲位での内転可動域とした。

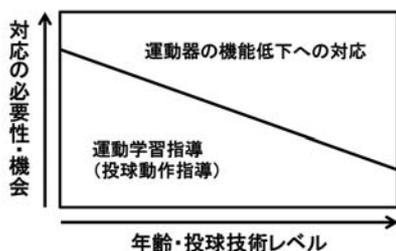


図6 投球動作に関する対応策の注意点
 投球動作への対応策は，運動学習と運動器機能の低下への働きかけに大別される。年齢や投球の技術レベルにより，その割合は変化させる必要がある。

ある(図6)⁹⁾。たとえば投球動作については，小学生や中学生そして技術が未熟な高校生と，それ以上の技術レベルをもった高校生や大学生，社会人の選手とは，問題点や基本的な対策は異なることが多い。小中学生などで明らかに投球障害を誘発するような投球動作をしている場合，根本的な動作指導をして，運動学習をさせる必要がある(図7)。しかし，長年野球を継続してきた選手で投球障害肩の経験が少なかったり，初めて肩の痛みを生じたりした選手に対しては，それまでの投球動作との違い，変化を分析して，その差異の要因，とくに運動器機能の問題を解消する対策が必要となる。

運動学習の場合，注意すべきことが言葉の問題である。野球の現場における動作指導において，「腕を振



図7 少年野球における投球動作の再現性の低さ
 同一の投手の試合中の動作であり，3球連続でワインドアップ期の投球動作を撮影したものである。3球とも片脚立位姿勢が異なり，運動の再現性が非常に低い。これらは運動器の機能低下の要因も考えられるが，運動学習により「体の使い方」を習得することがより重要となる。

れ]「もっと強く振れ」という言葉が用いられる。これはどの関節をどのように運動させるかをイメージで伝えるものであり，図5のようにある関節機能が十分に活かされていない場合には，それを改善するためにその関節運動を意識，イメージさせることは有効な指導方法となる。しかし，このような動作のイメージを喚起する言葉により指導する場合，適切な表現が必要になる。投球動作の仕組みを考えた場合，「腕を振れ」という言葉が与えるイメージが正しく伝わっているか検討が必要であ

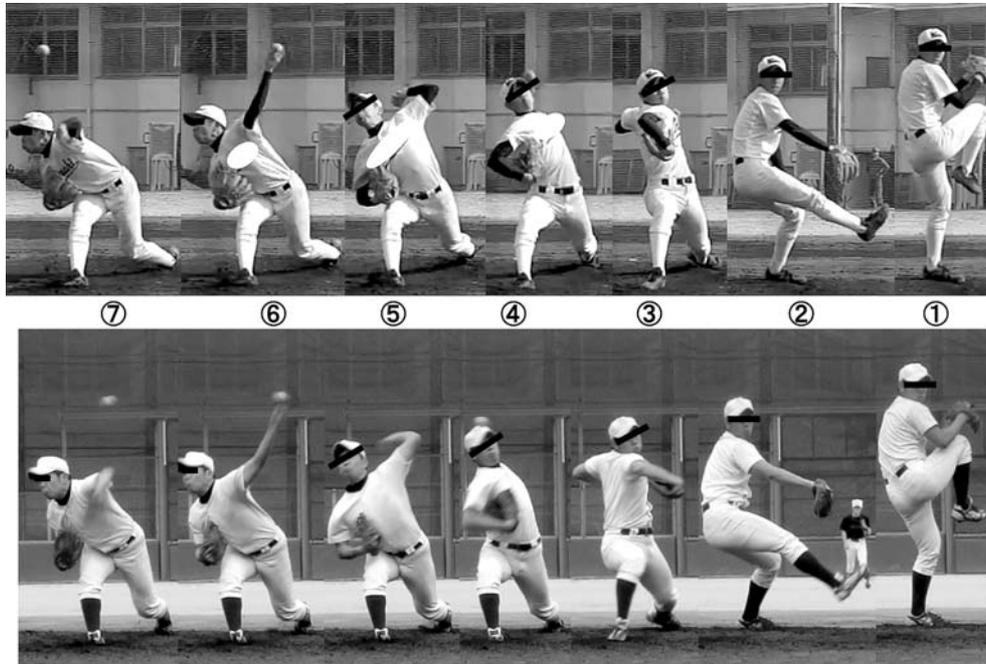


図8 高校時代と大学時代の投球動作の差異

上段が高校時代，下段が大学（現在）の投球動作である．とくに③以降で差異が著明になっている．③では，高校時代は体幹が後傾し，その後の④，⑤と「体の開き」が強まっている．

大学での投球動作では③から⑤にかけて股関節内転による骨盤回旋運動が高校時代より強調されている．⑥以降，高校時代は肩の内旋を強めるなど上肢の運動が強くなっている．

る．私信ではあるが，某在京プロ野球球団のコーチは「むしろ『腰をもっと回せ』という言葉のほうが適切」と指摘している．一例として図8は，筆者が医療的サポートを行なっている大学硬式野球部投手の投球動作である．上段は附属高校時代の投球動作であり，下段は現在の投球動作である．高校時代は，球速は速いものの，「力みすぎ．脚を使えず，上体に頼って投げている」との指摘を受けていた．そのこともあり，肘の障害を頻発し，手術も行なった．しかし，大学入学後は，骨盤のアライメントにはじまり，股関節への意識を高めた投球指導を監督とともに行ない，徹底させた．その結果，下段のような動作になり，パフォーマンスの向上のみならず，症状も抑えられている．

また青年期に対応する基本として，日常的に正しい姿勢を維持する習慣を獲得することが必須となる．何気ない動作の際に姿勢の問題が現れることが多い(図9)．円背傾向や骨盤後傾は青年期の選手に頻繁に見受けられるが，このアライメントは投球時の効率的な骨盤回旋運動を妨げる大きな要因となる．図10のように骨盤が後傾している選手は骨盤回旋運動が制限されることが多い．

グラウンドでプレイする時だけ姿勢を意識しても試合でよい姿勢を維持することは難しい．日常的に正しい姿勢を意識し，定常化することがパフォーマンス向上の最低条件となる．

投球障害予防のために

冒頭に記したように，目的である試合で勝つことと速い球を投げることはイコールではないが，とくにこの時期の投手は「速いボール」を追い求める．そのため，すべての投球動作を全力で行なおうとする傾向が強い．しかし，これが投球障害の大きな要因となっている．試合に勝つための投手として成長するためには，何が必要であるか理解，認識することが重要であり，このことは障害の予防にも重要となる．



図9 構え姿勢におけるアライメントの問題
左図の選手はキャッチボールの構えの時点で、すでに円背および骨盤後傾を生じている。



骨盤後傾 → 骨盤回旋減少

図10 ステップ時の骨盤後傾がコッキング期以降の骨盤回旋角度に与える影響
上段の選手と比べて下段の選手はステップ時に骨盤が後傾している。その結果、コッキング期から加速期における骨盤回旋角度が制限されている。

文 献

- 1) 宮丸凱史：投げの動作の発達. 体育の科学, 30 : 464-471, 1980.
- 2) 大城昌平編集：リハビリテーションのための人間発達学. メディカルプレス, 東京：80-84, 2012.
- 3) Kreighbaum E et al : Biomechanics : A qualitative approach for studying human movement. 4th ed, Allyn & Bacon, Boston : 335-354, 1990.
- 4) 宮西智久：野球のピッチングーキネティクスー. In : 福永哲夫ほか, ed. バイオメカニクス 身体運動の科学的基礎, 杏林書院, 東京 : 268-281, 2004.
- 5) 宮下浩二ほか：成長期選手の投球時の lagging back 現象による肩外旋運動の分析. 第7回肩の運動機能研究会誌, 56, 2010.
- 6) 宮下浩二：スポーツ動作の観察・分析 ⑤投. In : 小林寛和, ed. アスリートのリハビリテーションとリコンディショニング上巻・外傷学総論／検査・測定と評価ーリスクマネジメントに基づいたアプローチー, 文光堂, 東京 : 185-194, 2010.
- 7) 木村 元：高校野球選手に対する股関節・体幹のウォーミングアップによる障害予防・パフォーマンス向上への効果. 中部大学生命健康科学部理学療法学科卒業論文集, 1 : 26-29, 2013.
- 8) 宮下浩二ほか：成長期野球選手の投球障害予防を目的とした投球動作の関節運動学的分析. 臨スポーツ医, 20 : 49-55, 2012.
- 9) 宮下浩二：野球による肩障害 スポーツ現場での症状・兆候に対するアプローチ. 臨スポーツ医, 31 : 104-108, 2014.

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「動作別 パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング—2020 年のアスリートのために—」

バレーボールにおける 高く跳ぶためのフィジカルトレーニング

Physical Training for Jump Higher on Volleyball Players

有賀 誠司 Seiji Aruga

● Key words

トレーニング, ジャンプ, バレーボール
Training : Jump : Volleyball

●要旨

本稿では、バレーボール選手を対象とした高く跳ぶためのフィジカルトレーニングの実際について紹介する。長期プランでは、①体重あたりの最大筋力の向上、②パワーの向上、③養成したパワーのプレーへの適応、の3つのプロセスを考慮し、段階的に展開するプログラムを採用している。パワーの向上を目的としたプログラムでは、①スクワットジャンプやクリーン等による最大パワーの向上、②各種ジャンプトレーニングによる筋腱複合体のバネ的能力の改善、の2つを重視している。その他、ジャンプ動作のスキルチェックやプレーと関連のある動作によるトレーニングも取り入れ、プレーのパフォーマンス向上をめざしている。

はじめに

バレーボールは、男子 2.43 m、女子 2.24 m の高さのネットをはさんだ攻防を伴うスポーツである。その特性上、ボールを相手コートに打ち込むスパイクや、これを防御するためのブロックといったプレーでは、高く跳ぶ能力が必要とされる。本稿では、筆者のこれまでのバレーボールチームでのトレーニング指導の実践から得られたデータやノウハウをもとに、高く跳ぶためのフィジカルトレーニングの実際について紹介する。

高く跳ぶ能力に関与する要因

高く跳ぶ能力、すなわち垂直方向へのジャンプ能力に関与する要因の概念図を図1に示した。ジャンプ能力には、力とスピードの積で示されるパワーや、単位時間あたりの筋力の増加率を意味する rate of force development (以下、RFD)¹⁾が重要であると考えられている。そして、このパワーを向上させるためには、最大筋力と動作スピードの2つの能力を高めることが必要となる。さらに、最大筋力は筋の断面積に比例することから、最大筋力を高めるためには、ジャンプ動作中に動員される筋の断面積を大きくすることも求められる。ただし、筋量増加に伴う体重増は、動作中に負荷として作用するた

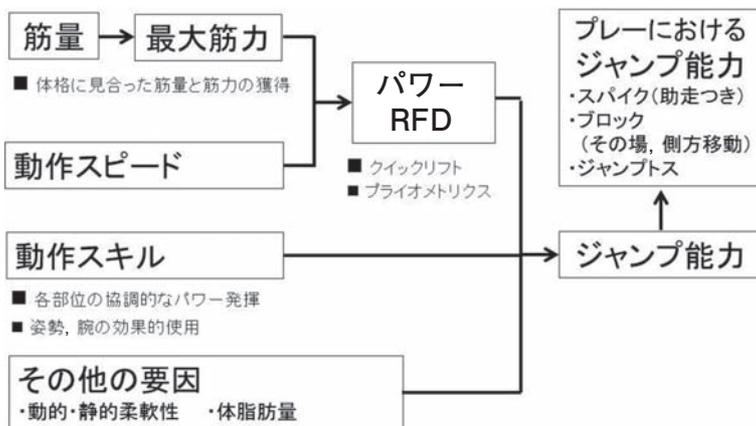


図1 ジャンプ能力に関する主な要因（概念図）

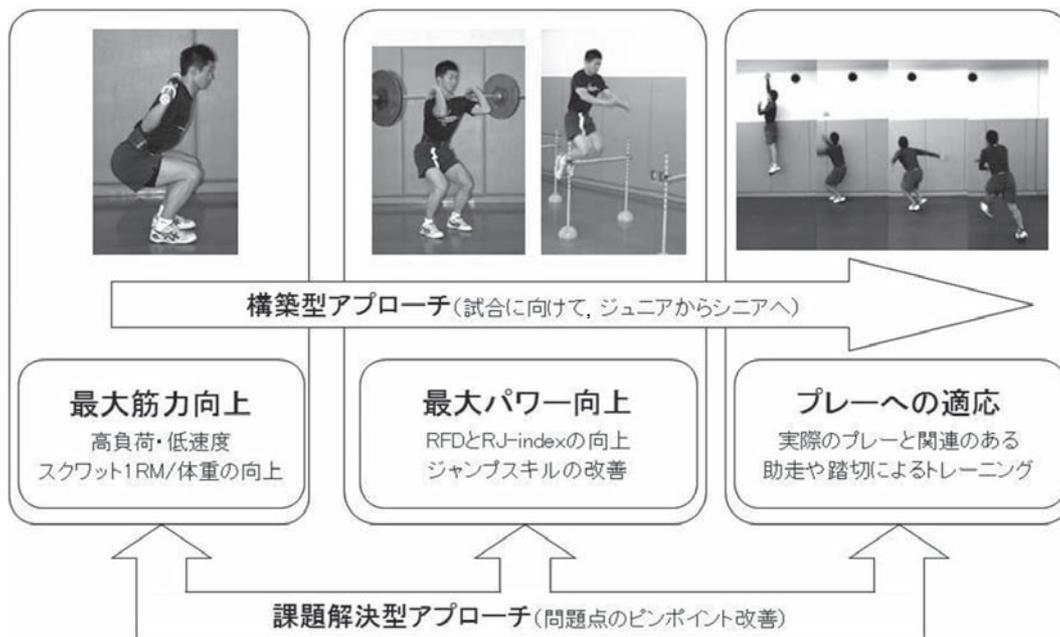


図2 高く跳ぶ能力を高めるためのフィジカルトレーニングの長期的展開例

め、増加量の目標設定にあたっては、パワー出力等との兼ね合いについて十分な検討が必要とされる。

高く跳ぶ能力に関するその他の要因として、ジャンプ動作のスキルが重要であると考えられる。具体的には、動作に参加する筋群の協調的な出力、一定姿勢の保持、腕の効果的な利用などがあげられる。また、ジャンプ動作中に負荷として作用する体脂肪量についても適正なレベルに調整することが求められる。

高く跳ぶ能力を高めるフィジカルトレーニングの長期的展開

筆者は、スパイクやブロックのようなプレーにおいて高く跳ぶ能力を高めることを目的としたフィジカルトレーニングの長期計画では、次のような3つのプロセスを考慮し、段階的に展開するプログラムを採用している(図2)。

第一段階：最大筋力向上

第二段階：パワー向上

第三段階：プレーへの適応

これらの3つの段階は、1年間の試合に向けた準備期におけるトレーニング計画に反映されるとともに、ジュニアからシニアまでの長期にわたるトレーニング計画においても考慮される。また、トレーニングの効果や進捗状況を把握するために、上記の3つの段階のトレーニング内容に関連するテストと評価を定期的実施し、以降のトレーニングプログラムに反映させている。また、特定の段階のトレーニング効果が思わしくない場合には、該当する要素をピンポイントで強化する取り組み(課題解決型アプローチ)も実施している。

最大筋力の向上

跳ぶ動作におけるパワー発揮の原動力(メインエンジン)ともいえる下肢の筋群の最大筋力を高めることを主目的としたトレーニングは、高く跳ぶパフォーマンスの基盤形成の手段として極めて重要であると考えている。トレーニングにおいては、主としてスクワットのようにジャンプの動きと類似した動作形態を有するエクササイズを採用し、高負荷低速度によるトレーニングによって最大挙上重量(以下、1RM)を向上させることをねらいとする。また、跳ぶ動作では、自分の体重が負荷となることから、トレーニング目標としては、スクワットの1RMの体重比の数値を高めることを重視しており、高校生の場合、男女ともに1.5以上を推奨している。中学生の場合には、自分の体重による片足立ちでのスクワットにおいて、膝関節90°までしゃがんで立ち上がる動作を男女とも連続10回できることを目標値として推奨している。

パワーの向上

下肢の最大パワーやRFDの能力は、ジャンプ能力との関連が極めて高い要素である。最大筋力の向上を目的としたトレーニングで採用された高重量によるスクワットでは、大きな力を発揮することはできるが、動作スピードが遅いため、実際の跳ぶ動作のパワー発揮形態とは性質が異なる。筆者は、最大パワーやRFDの向上を目的としたトレーニング手段として、主に2つのエクササイズを重視している。1つは、バーベルを肩にかつぎ、しゃがんでから高くジャンプするスクワットジャンプであり、通常のスクワットの1RMの40~60%の負荷を用いて5~8回、3セットを目安に実施している。動作においては、しゃがんで立ち上がる繰り返し局面をで

きるだけ短時間でこなうことをポイントとしている。2つ目は、床に置いたバーベルを一気に肩の高さまで挙上するクリーンおよびスナッチといったリフティング動作のエクササイズであり、1RMの80~90%の負荷を用いて1~5回、3~4セットを目安に実施している。これらのエクササイズでは、最大スピードで加速的な動作を行なうことを重視している。

筋腱複合体のバネ的能力の改善

ジャンプ動作においては、着地時に下肢の筋群が伸張した後に引き起こされる伸張反射や、筋腱複合体の弾性が作用することが知られている。とくに、スパイクの助走から踏み切る局面においては、膝や足首の角度を固定して踏み切る「リバウンド型ジャンプ」が比較的多くみられることから、筋腱複合体の弾性によって引き起こされるバネ的な機能を効率的に活用することが重要であると考えられる。

近年、下肢のバネ的な機能の指標として、図子ら²⁾が提起したリバウンドジャンプ指数(以下、RJ-index)が用いられている。このRJ-indexは、接地と離地を感知するセンサーを備えたマット上にて、接地時間を短く、できるだけ高く跳ぶように指示して連続的なジャンプ(リバウンドジャンプ)を行なわせ、その際の跳躍高を接地時間で除すことによって算出される。有賀ら^{3,4)}は、全日本大学選手権において優勝経験の有する男女バレーボールチーム選手を対象とした両足によるRJ-indexの測定値は、男子が 2.23 ± 0.44 、女子が 1.78 ± 0.38 であったこと、また、大学男子一流チームのRJ-indexの値は、レギュラー群のほうが非レギュラー群よりも有意に高い値であったことを報告している(図3)。

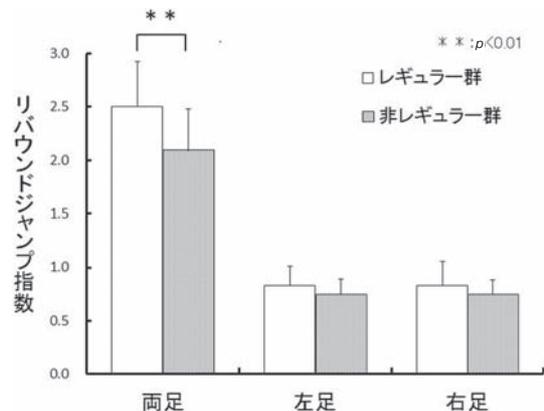


図3 大学男子バレーボール選手のリバウンドジャンプ指数(RJ-index)と競技レベルとの関係³⁾



図4 高く跳ぶ動作のスキルチェックのポイント

RJ-index を向上させるためのトレーニング手段としては、男子の場合、80~100 cm のハードルを1 m 間隔で5 台並べ、前方向に連続的にジャンプする「連続ハードルジャンプ」や、45 cm または 60 cm の高さの2 つの台の上に左右の足をのせて立った姿勢から、台間の床に跳び下りてすばやく跳び上がる動作を10 回反復する「デブスジャンプ」といったエクササイズを採用している。また、筋腱複合体の弾性を利用した跳び方をマスターするための手段として、パートナーがジャンプ中の選手の肩を上から押すトレーニング法も用いている。

跳ぶ動作のスキルチェック

フィジカルトレーニングの現場においては、筋力やパワーを高めても、跳ぶ動作のパフォーマンスに改善がみられないケースが散見される。この要因として、跳ぶ動作のスキルの要因が関与している可能性が考えられる。このため、高く跳ぶためのトレーニングのプロセスにおいては、体力的な改善とともに、スキルの改善にも並行して取り組んでいくことが重要であるといえる。

跳ぶ動作のスキルチェックの具体例を図4に示す。その場で高く跳ぶ動作の場合、主要なポイントとして、①しゃがむ局面では股部を後方に引いて上半身を前傾させること、②跳び上がる局面では股関節、膝、足首をできるだけ同時に伸展させること、③着地局面では股関節、膝、足首の屈曲によって衝撃を吸収すること、④腕を効果的に利用すること、⑤動作全体を通じて脊柱を一定姿勢に維持すること、などがある。このようなチェックは

定期的実施し、問題点が見出された場合には、できるだけ早期に修正のための指導を行なうことが望ましい。

養成された筋力やパワーをプレーに適応させる

フィジカルトレーニングによって養成された筋力やパワーは、体力測定における垂直跳びテストのように、コントロールされた条件下での測定値には比較的反映されやすい。しかし、実際のバレーボールのプレーにおけるジャンプ動作のパフォーマンス向上に至るまでには、長期間を要するケースが多い傾向がみられる。この要因として、実際のスパイクやブロックの動作においては、ボールや相手選手の動きなどによって、助走の方向や速度、踏切のタイミングや角度などが影響を受けることが関与していると考えられる。これらのことから、フィジカルトレーニングの効果をプレーに結び付けていく最終的な仕上げとしては、プレーのさまざまな局面を想定し、これに基づいた助走や踏切を用いてジャンプ動作のトレーニングを行なうことが必要であると考えている。

おわりに

本稿では、バレーボール競技における高く跳ぶ動作のパフォーマンスを高めるためのフィジカルトレーニングの実際について概説した。現場においてこれらを実践する際には、年齢や競技経験、トレーニング環境(施設や器具など)、現在の体力レベルなどを考慮するとともに、安全面への十分な対策を講じることが必要である。

今回紹介した内容が少しでもスポーツ現場のフィジカルトレーニングに活用されることを願っている。

文 献

- 1) 菅野昌明：パワー向上トレーニングの理論とプログラム作成. In：日本トレーニング指導者協会, ed. トレーニング指導者テキスト実践編. 改訂版, 大修館書店, 東京：148-167, 2014.
- 2) 関子浩二ほか：各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. 体育学研究, 38：265-278, 1993.
- 3) 有賀誠司ほか：方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究—女子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力に着目して—, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 24：7-18, 2012.
- 4) 有賀誠司ほか：方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究—男子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力との関連について—, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 25：7-19, 2013.

泳ぐ (水泳)

Swimming

加藤 知生 Tomoo Kato

● Key words

水泳, ストリームライン, 機能改善トレーニング

● 要旨

水中で生じるさまざまな物理的特性は、競技パフォーマンスを左右し、スポーツ傷害にも関与する。泳動作中の身体に働く力(浮力・重力・推進力・抵抗)を理解し、発揮したパワーをいかに水中で効率よく推進力に変えるかが、パフォーマンス向上のカギとなる。また、抵抗を減ずるための技術であるストリームラインの修得は、パフォーマンスの向上とともに傷害予防にも寄与する。パフォーマンス向上のために必要な身体的特徴は、①肩甲帯(肩甲上腕関節, 肩甲胸郭関節)の可動性, ②胸郭・胸椎の可動性, ③体幹の固定性, ④股関節の可動性, ⑤大殿筋の効率的な収縮である。このうち、大学生に対し肩甲帯の可動性改善を目的としたトレーニングを行ない、自己記録更新率を検討した結果、介入効果が得られた。

はじめに

水中では浮力・抵抗・水圧・粘性・水温といった物理的特性の影響を受ける。これらは、水泳のパフォーマンスを左右し、スポーツ傷害にも関与してくる。そのため、泳動作中の身体に働く力や競技力向上に必要な要因を理解し、トレーニング指導を行なう必要がある。また、われわれ水泳トレーナーが行なう「パフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング」は、「傷害予防のための機能改善トレーニング」に共通する。もしくは、延長上にあるものと認識し、対応することが好結果につながるものと考えられる。

泳動作中の身体に働く力

泳動作中の身体に働く力は、浮力、重力、推進力、抵抗の4つに分けることができる(図1)¹⁾。

浮力は流体中の中にある物体に働く「上向きの力」であり、一方、重力(重さ)とは物体に働く「下向きの力」である。さらに身体が水に浮くか沈むかは、身体の比重によって決まる。水の比重は基準値1.0とされ、比重が1.0より軽いものが水に浮くことになる。成人比重は1.0をやや超えるが、息を吸い胸郭を拡張、肺の中に空気を蓄えると比重は小さくなり、浮力は増加、身体が浮くことになる。また、水中では全身に均等な圧、水圧

加藤知生
〒225-8502 横浜市青葉区鉄町1614
桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部
TEL 045-974-5423
E-mail tkato@toin.ac.jp

桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部
Toin University of Yokohama, Faculty of Culture and Sports Policy

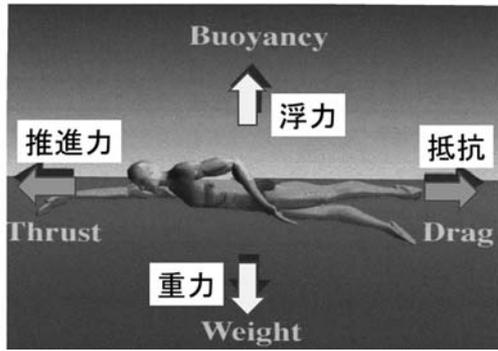


図1 泳動作中の身体に働く力
(野村武男：水泳パフォーマンスの最新理論、2009より改編)

を受ける。水圧は水中の物体に対して垂直に作用する。そのため、水中に潜ると水の密度は同温の空気と比べ約800倍も密度が高く、その差を身体は水中動作時の抵抗(粘性)として感じる。

推進力は抗力と揚力の合力で表される(図2)。抗力とは水の流れが物体を押し返す力のことをいう。つまり、泳者の進行方向に向かって反対側(抵抗力)に働く。しかし、推進力を得るために、上肢の「かく動作」では、受ける水の抵抗(抗力)を押し返すことで、前方への推進力を生みだしている。揚力とは、抗力に対して垂直方向に発生する力であり、水泳ではスカーリングブルと称される上肢の三次元的動作などで生じる(図3)。

抵抗には造波抵抗、圧力抵抗、摩擦抵抗などがある(図4)。造波抵抗は、水面を泳ぐ際に泳者と水がぶつかり生じる抵抗である。圧力抵抗は物体の形状に依存し、水の流れが泳者の後方で進行方向とは反対向きの力をつくり出す抵抗である。また、摩擦抵抗は泳者の皮膚や水着と水の間に生じる抵抗である。水の抵抗は物体の流れに対する断面積の大きさに比例し、水の速度の2乗に比例する。

レースパフォーマンスの決定要因

レースパフォーマンスを決定する要因は、バイオメカニクスの側面からみた場合、「力」「機械的パワー」「技術」の3要因(図5)とされる¹⁾。

ここでいう「力」とは推進力と抵抗力であり、推進力が一定で抵抗力が高まれば速度は減速し、抵抗力が低くなれば速度は増速する。つまり、身体にかかる抵抗を軽減させることがレースパフォーマンスの向上につながる。「機械的パワー」とは泳者の推進のために発揮するパワーであり、水中での駆動元となるパワーは大きいほ

うがよい。「技術」とは水を捕える技術であり、推進するために発揮したパワーをいかに水中で効率よく推進力に変えるかがレースパフォーマンス向上の重要なカギとなる。

水泳トレーナーの選手へのかかわり方(変遷)

競技現場においてメディカルスタッフである医師やトレーナーは、選手のコンディションを良い方向に向け、最良な状態で競技に送り出すことが主な役割となる。当初はマッサージ中心で、とにかく練習後の疲労を取り除くことに主眼が置かれた(図6)。しかし、1989年水泳ドクター会議、1991年水泳トレーナー会議発足前後より、理学療法的手法がコンディショニングに用いられるようになった。次いでアスレチックトレーナー的思考である障害予防・リコンディショニングなどへの対応が行なわれるようになった。現在では、パフォーマンス向上のためのトレーニングにも積極的に関与している。内容はパフォーマンス向上に必要な身体各部位の動きや機能改善であり、基礎的身体能力向上トレーニングおよび専門的動作能力向上トレーニングである(図7)。

ストリームラインの獲得

レースパフォーマンスの向上には「力」「機械的パワー」「技術」の3要因の改善、向上が必須である。このうち、水泳では「力」の構成要素である抵抗力の低減においてストリームラインが重要視される(図8)。このストリームラインの出来は、レースパフォーマンスを左右するとともに、傷害発生にも関与する(図9)。ストリームラインから得られる情報は多く、まずは、立位そして臥位にてその肢位・姿勢を確認し、改善に必要なストレッチング、スタビライゼーションなどのトレーニングを指導する。

パフォーマンス向上のために必要な身体的特徴とトレーニング

水泳にはいくつかの競技種目があり、オリンピックや世界選手権では、競泳、シンクロナイズドスイミング、水球、飛込み、オープンウォータースイミングの5種目が採用されている。いずれも特徴的な競技特性を有し、傷害特性も異なる。しかし、それぞれのパフォーマンス向上のために必要な身体的特徴には共通項が多い(図10)。

以下に、身体的特徴とそのトレーニング方法を示す。

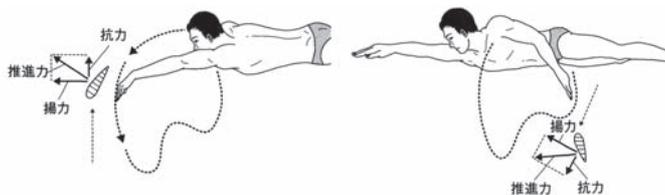


図2 推進力 揚力と抗力の合力
クロールでの手の動きを側方からみたものである。抗力と揚力が発生し、前方への推進力が発生している。

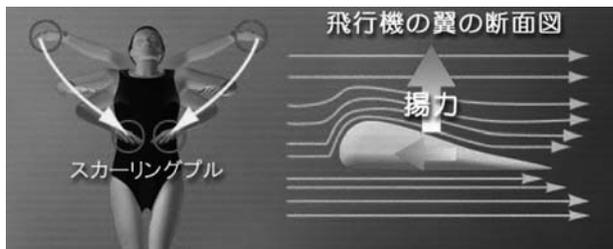


図3 スクーリングプルと揚力
左：バタフライでのスクーリングプル。手を縦方向だけでなく、横方向へ動かし推進力(揚力)を得る。
右：揚力発生 の原理：飛行機の翼の原理で説明される。飛行する翼には、上下2つの空気層ができ、空気の移動距離が違うため密度に高低差が生じる。すると、空気が速く流れる(=密度が低い)上部側に翼が引っ張り上げられる。



図4 泳動作中にかかる抵抗

「力」「機械的パワー」「技術」

「力」とは推進力と抵抗力であり、推進力が増すか抵抗力が減れば泳速度が増す
「機械的パワー」とは泳者の推進のために発揮されるパワー
「技術」とは水を捕える技術(捕抵抗)

図5 レースパフォーマンスの決定3要因

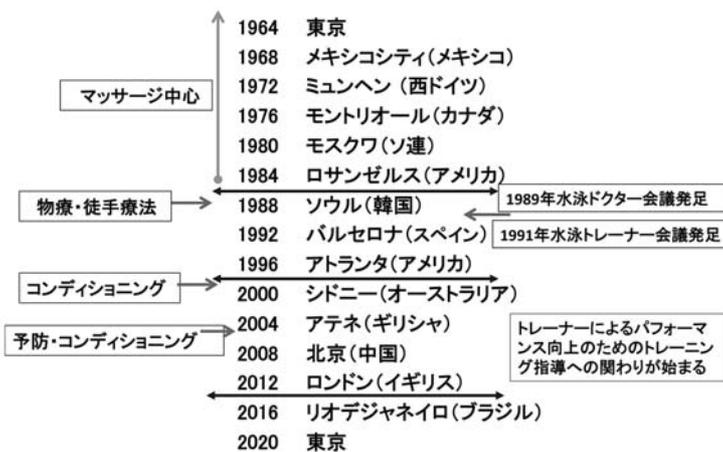


図6 水泳トレーナーの選手へのかかわり方(変遷)

① 基礎的身体能力向上トレーニング
(ストレッチング スタビライゼーション バランスexなど)

② 専門的動作能力向上トレーニング
(泳動作の動きの改善ex)

図7 パフォーマンス向上につながるトレーニング
ストレンクスやフィジカルトレーニングでなく、
動きや機能に着目したトレーニング指導が要求さ
れている。

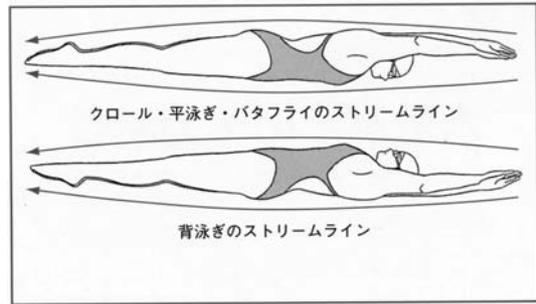


図8 ストリームライン

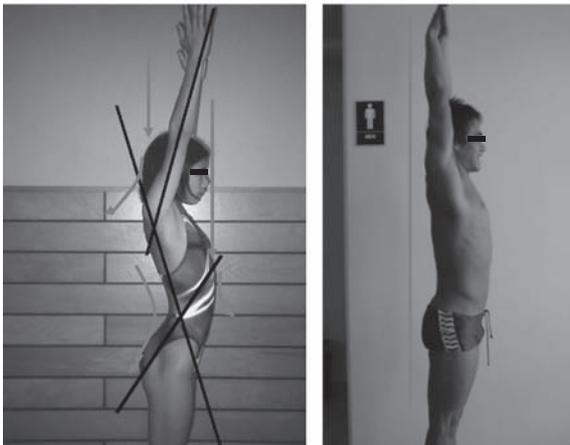


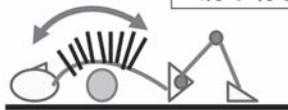
図9 ストリームライン

1. 肩甲骨(肩甲上腕関節, 肩甲胸郭関節)の可動性
2. 胸郭・胸椎の可動性
3. 体幹の固定性(深部腹筋群による固定)
4. 股関節の可動性
5. 大殿筋の効率的な収縮

図10 水泳のパフォーマンス向上に必要な身体的特徴



肩甲骨を制動, 上肢挙上位



左:ストレッチポールは脊柱に直交 右:ストレッチポールを脊柱に沿わせる

図11 肩甲骨および胸郭・胸椎の可動性改善

(写真提供: (独)日本スポーツ振興センター マルチサポート事業 小泉圭介氏)

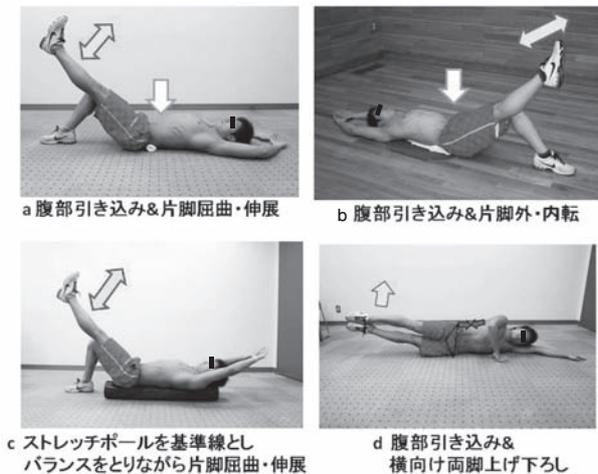


図 12 体幹の固定性(深部腹筋群による固定)

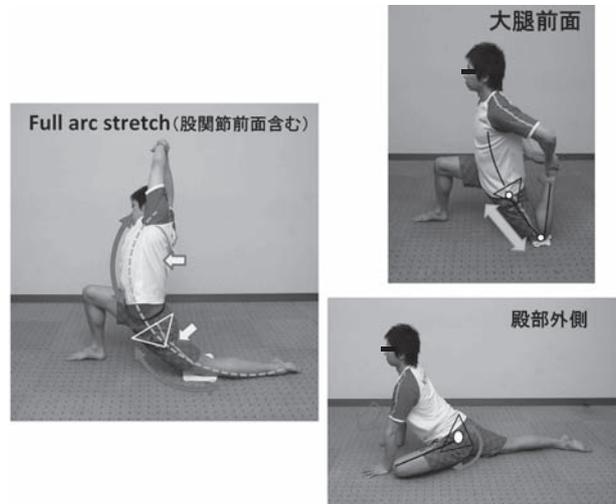


図 13 股関節の可動性改善

(写真提供：サンイリオスインターナショナル 桑井太陽氏)

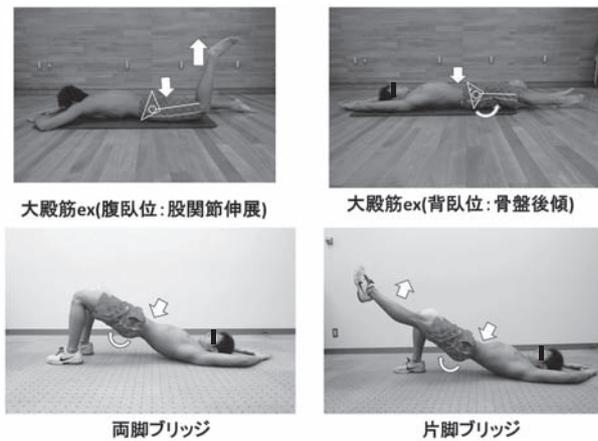


図 14 大殿筋の効率的な収縮の獲得

対象: T大学水泳部選手(男子 19名 女子 4名)
競技レベル: 関東学生男子1部, 関東学生女子2部
検討項目: 機能改善トレーニングマシンの使用前・後での自己記録更新率
検討方法: 2年間の公式記録会(年4回)における自己記録更新率の比較
トレーニング方法: ディッピングマシン(ホグレル社製)を用いて公式試合1カ月前よりトレーニングを開始。トレーニング頻度は2~5回/週。
トレーニングの目的: 肩甲胸郭関節および肩甲上腕関節の機能改善。ハイエルボー肢位の改善

図 15 肩甲帯の機能改善トレーニングの効果

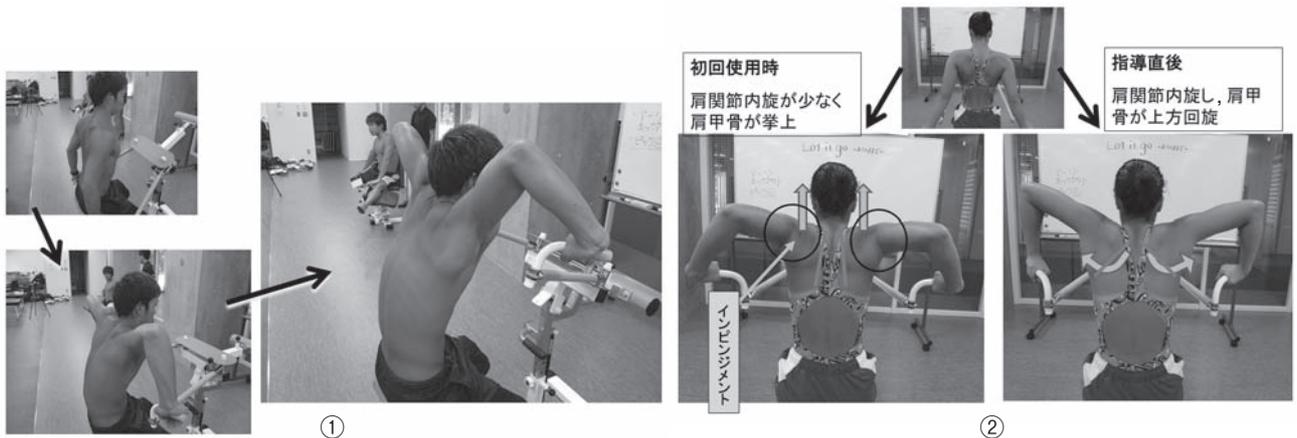


図 16-① ディッピングマシン(ホグレル社製)による肩甲骨上方回旋の誘導

図 16-② ディッピングマシン使用による変化

①肩甲帯(肩甲上腕関節, 肩甲胸郭関節)の可動性(図 11)

泳動作では上半身のプル動作によって多くの推進力を生み出すため、基軸となる肩甲上腕関節のみならず肩甲胸郭関節の可動性が重要である。

②胸郭・胸椎の可動性(図 11)

あまり可動性を認識できない場所であるが、傷害予防の観点からも大変重要な部位である。

③体幹の固定性(深部腹筋群による固定)(図 12)

推進力を生む上肢・下肢の継目となる脊柱および骨盤には、捻りも含めた制動性、固定性が求められる。そのため、あらゆるトレーニング場面において、腹横筋や腹斜筋の活動を意識した腹部引き込み(ドローイン)でのトレーニングを行なう。

④股関節の可動性(図 13)

キック動作では腸腰筋、大腿筋膜張筋、大腿直筋、ハムストリングス、股関節外旋筋群が使用され、これらの筋に短縮が生じやすく、パフォーマンスに影響を及ぼす。

⑤大殿筋の効率的な収縮(図 14)

泳動作で使用される下肢筋は大腿部が中心で、殿筋群はほとんど推進力としては使用されない。しかし、拮抗筋である殿筋群を補強することが、股関節全体を円滑に稼働させるためには重要である。エクササイズ時には骨盤前傾を伴わない股関節伸展運動が必要であり、骨盤軽度後傾位による殿筋収縮が効果的である²⁾。

肩甲帯の機能改善トレーニングの効果検討(図 15)

今回、パフォーマンス向上のためのトレーニングを施行し、実際に効果があるか以下の通り検討した。

対象：T 大学水泳部選手(男子 19 名、女子 4 名)

競技レベル：関東学生男子 1 部、関東学生女子 2 部
 検討項目：機能改善トレーニング実施前・後での自己記録更新率

検討方法：2 年間の公式記録会(年 4 回)における自己記録更新率との比較

トレーニング方法：ディッピングマシン(ホグレル社製)を用いて 2~5 回/週施行(図 16)。

トレーニングの目的：肩甲胸郭関節および肩甲上腕関節の機能および可動域の改善。具体的には、泳動作中のリカバリーフェイズにおいて僧帽筋の過剰活動を制動し、肩甲骨の上方回旋の動きを改善する。これにより、肩関節可動域の拡大と、水を捕え効率よく推進力を得るために必要な肢位であるハイエルボー(図 17)の改善を行なう³⁾。

結果：2014 年 6 月 23 日ディッピングマシンによる機能改善トレーニング介入開始後 1 ヶ月の公式戦で自己記録更新率が 61.8% となり(表 1)、ほかの大会に比べ自己記録更新率が増加した。なお、ほかの大会時と異なるトレーニング内容は、ディッピングマシンによる機能改善トレーニングによる介入のみである。



図 17 ハイエルボー肢位

表 1 平成 25・26 年 主要競技大会の個人種目自己記録更新率

	関東学生春季 公認記録会 (5 月初旬)	相模原 公認記録会 (6 月初旬)	関東学生選手権 (8 月初旬)	日本学生選手権 (9 月初旬)
2013 年	7 ベスト / 90 レース 7.7 %	13 ベスト / 43 レース 30.2 %	8 ベスト / 36 レース 22.2 %	7 ベスト / 21 レース 33.3 %
2014 年	4 ベスト / 51 レース 7.8 %	23 ベスト / 57 レース 40.3 %	34 ベスト / 55 レース 61.8 %	7 ベスト / 26 レース 26.9 %

↑
6/23 機能改善トレーニング介入開始

おわりに

傷害予防のための運動指導が競技能力の向上に関与することをよく経験する。多くの場合、それはストレッチングによる関節可動域の拡大や、エクササイズによる腰部の深層筋や肩のインナーマッスルの機能改善、あるいは、動的バランス能の向上など、身体運動の基礎となる能力を向上させた結果がパフォーマンス向上につながったものとする。今後は、加えて競技固有の専門的動作に対するトレーニングを身体機能および動きに着目して考える必要がある。

文 献

- 1) 野村武男：水泳パフォーマンスの最新理論。筑波大学出版会，茨城：102-108, 2009.
- 2) 加藤知生ほか：外傷・障害予防を目的とした動きづくり⑦泳動作。In：小林寛和ほか，ed. アスリーートのリハビリテーションとリコンディショニング下巻。文光堂，東京：140-146, 2012.
- 3) E.W. マグリシオ著，高橋繁浩ほか監訳：スイミング・ファステスト。第1版，ベースボールマガジン社，東京：111-117, 2005.

超重量級スポーツ選手に対する前十字靭帯再建術の治療成績

Clinical Outcome of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Super-heavy Weight Athlete

長瀬 寅 Tsuyoshi Nagase
結城 新 Arata Yuki
土屋 正光 Masamitsu Tsuchiya

立石 智彦 Tomohiko Tateishi
中川 照彦 Teruhiko Nakagawa

● Key words

Anterior cruciate ligament reconstruction : Super-heavy weight athlete

●要旨

超重量級スポーツ選手(以下超重量級選手)に対する ACL 再建術の治療成績について検討した。当科において施行した 85 kg 以上の重量級スポーツ選手(以下重量級選手)に対する BTB を用いた ACL 再建術のうち、原スポーツ復帰まで経過観察可能であった 29 例を 100 kg 以上の超重量群と 100 kg 未満の重量群に分け、臨床成績を比較検討した。スポーツ復帰時期、スポーツ復帰時の関節可動域と、KT 患健差は両群に有意差はなく、Lachman テストおよび pivot shift テストの陽性率は同等であった。膝伸展筋力も両群に有意差を認めなかった。超重量級でも重量級と同等の膝関節安定性を獲得し、膝伸展筋力回復とともに同時期にスポーツ復帰可能であることを確認した。

はじめに

われわれは、重量級選手に対しても可能な限り一般選手と同様に前十字靭帯再建術(以下 ACL 再建術)を行ない、ほぼ同様のリハビリを行なって治療している。当科においては以前、85 kg 以上の重量級選手に骨付き膝蓋腱(以下 BTB)による ACL 再建術を行ない、一般選手とほぼ同等の臨床成績で、スポーツ復帰も大部分可能であったと報告した¹⁾。今回われわれは、当科において施行したさらに超重量級選手に対する、BTB を用いた ACL 再建術の治療成績について後向き検討を行なった。

対象と方法

対象は、当科において 2008 年以降施行した 85 kg 以

上の重量級選手に対する BTB による ACL 再建術 45 例のうち、原スポーツ復帰まで経過観察可能であった 29 例である。なお、両側再建例、複合靭帯損傷例、再再建例は除いた。

手術術式は、全例 BTB を用いた inside-out 法による ACL 再建術であり、大腿骨側は Endbutton 固定、脛骨側は interference screw 固定とした。後療法は、超重量級も重量級も一般スポーツ選手と同様に、術翌日より等尺性筋力強化訓練とともに ROM 訓練を開始し、筋力の回復に応じて術後 3~4 週で全荷重歩行とした。また、術後の膝伸展筋力の回復や膝関節の安定性に応じて術後 3~4 ヶ月ごろよりジョギングやスポーツ種目に応じた基本動作を許可し、術後 6 ヶ月程度で膝関節の水腫や不安定性がなく、膝伸展筋力が健側の 60% 以上あれば、原スポーツ復帰を許可した。

方法は、重量級選手を手術施行時 100 kg 以上であっ

長瀬 寅
〒130-8587 東京都墨田区横綱 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

た超重量群 17 例と 100 kg 未満の重量群 12 例の 2 群に分け、その臨床成績を比較検討した。検討項目としては、スポーツ種目、スポーツ復帰時期、スポーツ復帰時期における膝関節屈曲可動域、KT-1000 による脛骨前方移動量の徒手最大患健差(以下 KT 患健差)、Lachman テスト、pivot shift テスト、膝伸展筋力である。統計学的検定は Mann-Whitney U 検定を用い、 $p < 0.05$ を統計学的に有意差ありとした。

結 果

対象患者の年齢は、超重量群 24.4 ± 4.6 歳、重量群 23 ± 4.7 歳、身長は超重量群 179 ± 5 cm、重量群 176 ± 7 cm、体重は超重量群 133 ± 17 kg (102~162 kg)、重量群 91.8 ± 4 kg (85~99 kg) であった。なお、手術時間は超重量群 139 ± 38 分、重量群 127 ± 35 分と超重量群で有意に長かった(表 1)。

スポーツ種目は、超重量群では相撲が 14 例と大多数であり、アメフト 2 例、柔道 1 例であった。また重量群ではラグビー 5 例、柔道およびアメフトが 3 例ずつ、相撲が 1 例であった。

スポーツ復帰時期は超重量群 6.6 ± 2.1 カ月、重量群 6.8 ± 1.5 カ月と有意差はなく同等であった(図 1)。原ス

表 1 全患者データ

	超重量群	重量群	p 値
症例数	17	12	
年齢(歳)	24.4 ± 4.6	23 ± 4.7	n.s.
身長(cm)	179 ± 5	176 ± 7	n.s.
体重(kg)	$131 \pm 17(102 \sim 162)$	$92 \pm 4(85 \sim 99)$	$p < 0.01$
手術時間(分)	139 ± 38	127 ± 35	$p < 0.001$

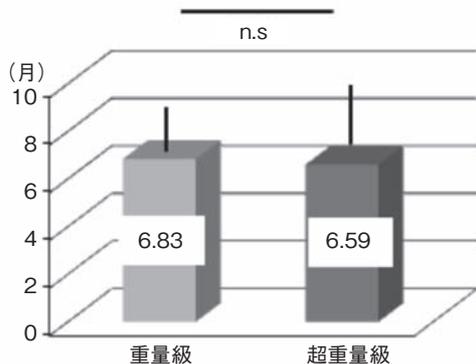


図 1 スポーツ復帰時期
重量級と超重量級でスポーツ復帰時期に有意差はなかった。

スポーツ復帰時の膝関節屈曲可動域は、超重量群 $133 \pm 12^\circ$ (健側 $139 \pm 8^\circ$)、重量群 $141 \pm 9^\circ$ (健側 $141 \pm 5^\circ$) (図 2) と有意差は確認されなかった。KT 患健差は超重量群 0.97 ± 1.8 mm (術前 6.6 ± 3.0 mm)、重量群 1.8 ± 2.1 mm (術前 7.5 ± 2.9 mm) とともに両群に有意差はなかった(図 3)。原スポーツ復帰時の徒手検査においては、Lachman テストの陰性率は重量級 11/12 (92%) に対して、超重量級 17/17 (100%) であった(術前は重量級・超重量級ともに全例陽性)。pivot shift テストの陰性率も重量級 11/12 (92%) に対して、超重量級 6/7 (86%) であった(術前は重量級・超重量級ともに全例陽性)。Lachman テストと pivot shift テストともに、重量級と超重量級の両階級で高率に陰性であった。膝伸展筋力の患健比においても、超重量群 $71 \pm 14\%$ 、重量群 $72 \pm 15\%$ と両群に有意差を認めなかった(図 4)。

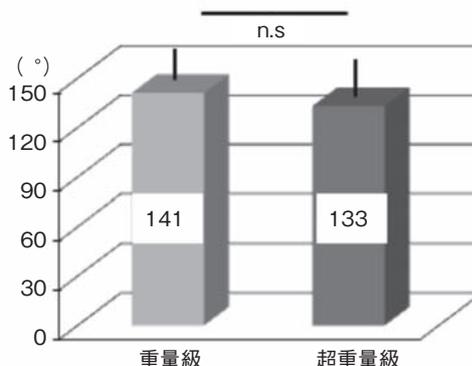


図 2 膝関節屈曲可動域
スポーツ復帰時期の膝関節屈曲可動域は重量級と超重量級で有意差が認められなかった。

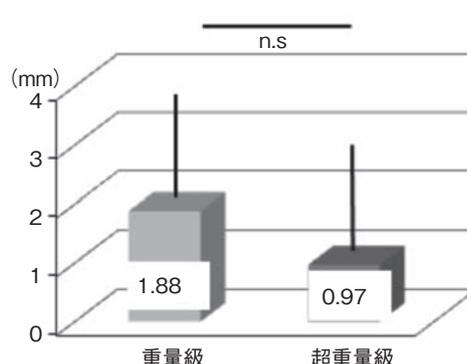


図 3 KT-1000 徒手最大患健差
スポーツ復帰時の KT-1000 徒手最大患健差も重量級と超重量級で有意差はなかった。

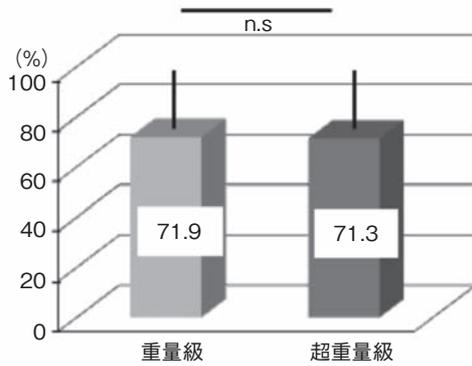


図4 膝伸展筋力患健比
スポーツ復帰時の膝伸展筋力患健比は重量級と超重量級で有意差がなく良好であった。

考 察

重量級選手の ACL 再建術における手術術式について、本研究では全例で BTB を用いた inside-out 法で施行した。植原ら²⁾は、100 kg 以上の重量級柔道選手と 100 kg 未満の中・軽量級柔道選手の膝関節屈曲角度を測定し、100 kg 以上の重量級柔道選手では、仰臥位膝関節屈曲角度 130° 以下に制限されている例が、自動屈曲で 91.3%，他動屈曲で 60.9% にみられたと報告している。以上より、ACL 再建術の大腿骨骨孔作製の際に重量級選手は深屈曲位をとれず大腿骨外顆の後方穿破や腓骨神経損傷などを引き起こすこともあり、術中合併症を回避するためにも outside-in 法も念頭に入れて、手術に臨むことが望ましいとしている。われわれも最近の重量級選手の手術症例においては、inside-out 法だけでなく outside-in 法も行なっている。ただし、BTB による ACL 再建術に関しては、outside-in 法の場合は killer-turn などに伴う導入時のトラブルも散見され、手術適応に関しては慎重に選択する必要があると考える。

また、ACL 再建時の移植腱の選択については、酒井ら³⁾は 85 kg 以上の重量級男子の ACL 再建術において、BTB 群 27 膝と多重折屈筋腱を用いた群(以下 ST 群)17

膝を比較し、ST 群は BTB 群と比較して、可動域と膝伸展筋力ではやや優れ、安定性では劣っていたと報告している。現在のところわれわれは安定性を重視して重量級選手、とくに相撲、柔道、ラグビー、アメフトなどのコンタクトスポーツでは、可能な限り BTB を用いて ACL 再建を行なうようにしている。

重量級選手の BTB を用いた ACL 再建術の臨床成績では、酒井ら¹⁾は 85 kg 以上の重量群 19 例と 85 kg 未満の対照群 26 例で比較を行ない、両群の間に膝関節安定性や膝伸展筋力に大きな成績の差はなく、重量群 19 例のうち 16 例では 4~10 ヶ月でスポーツ復帰していたと報告している。本研究においても、100 kg 以上の超重量群と 100 kg 未満の重量群の ACL 再建術において、臨床成績やスポーツ復帰には差がみられず、両者ともに良好な治療成績であったことが確認された。超重量級選手の ACL 再建については、今後も症例を増やして検討する予定である。

結 語

今回われわれは、重量級選手の BTB を用いた ACL 再建術について後向き検討を行なったが、超重量級でも重量級と同等の膝関節安定性を獲得し、膝伸展筋力回復とともにほぼ同時期に原スポーツ復帰可能であることを確認した。

文 献

- 1) 酒井 裕ほか：重量級スポーツ選手に対する前十字靭帯再建術—非重量級スポーツ選手との比較—。整スポ会誌，17：81-84, 1997.
- 2) 植原文尋ほか：重量級柔道選手の膝関節可動域の検討—前十字靭帯再建術との関係に注目して—。整スポ会誌，32：187-190, 2012.
- 3) 酒井 裕ほか：重量級男子に対する前十字靭帯再建術 2 術式の術後成績。臨スポ会誌，10：34-37, 2002.

足関節内果の骨切りを併用した距骨骨軟骨移植術の治療成績

Osteochondral Autogenous Transfer for Osteochondral Lesion of Talar Dome with Osteotomy of Medial Malleolus

原田 豪人¹⁾ Hideto Harada 小林 雅彦²⁾ Masahiko Kobayashi
水野 泰行²⁾ Yasuyuki Mizuno 松田 秀一³⁾ Shuichi Matsuda
山下 文治²⁾ Fumiharu Yamashita

● Key words

Osteochondral autogenous transfer : Medial malleolar osteotomy : Talus

● 要旨

足関節距骨骨軟骨障害に対して内果骨切りを併用して自家骨軟骨移植術を施行した9例11足を対象とした。日本足の外科学会足関節・後足部判定基準を用いて臨床成績を評価した。術後に再鏡視を行ない移植部の評価をICRS Cartilage Repair Assessmentを用いて行なった。臨床成績は術後1年で有意に改善していた。再鏡視のICRS評価は平均10.7点であった。内果骨切り部に偽関節・変形性関節症などの合併症は生じなかった。本術式は内果骨切りの侵襲を加えても良好な臨床成績が得られており有用な治療法と考えられた。また再鏡視にて移植軟骨の生着が良好であることが確認された。

はじめに

足関節距骨骨軟骨障害 (Osteochondral lesion of talus ; OLT) の手術治療には、鏡視下 microfracture¹⁾ や腸骨移植²⁾、自家骨軟骨移植術 (Osteochondral autogenous transfer ; OAT)³⁾、培養軟骨細胞移植術 (Autogenous chondrocyte implantation ; ACI)⁴⁾ などがあり、病巣の大きさや部位などにより手術法が選択されている。距骨病巣部の位置に関しては Elias ら⁵⁾ が距骨の関節軟骨面を区分けしており、内側である部位 zone 4 が最も病巣の発生頻度が高い。この内側病変へは足関節最大底屈位であっても前方からのアプローチが困難で、手術ではしばしば足関節内果の骨切りを必要とする⁶⁾。今回われわれは内果の骨切り併用の OAT に関して治療成績を調査し、報告する。

対象と方法

2010年3月～2012年12月まで OLT に対して内果の骨切りを併用して OAT を施行した9例11足を対象とした。男性7例8足、女性2例3足であり、右4足、左7足であった。手術時平均年齢は47.9歳 (15～81歳) であった。全例において足関節の外側および前方不安定性は認めなかった。術前の X 線画像評価には Berndt & Harty の分類⁷⁾ を用いた。

当科では手術適応は以下のように考えている。3ヵ月以上の保存治療で症状の改善しない OLT のうち、X 線、CT および MRI にて軟骨病変に加え骨病変を認め、嚢胞を有するものを適応としている。また病変が 1.5 cm² 以上の骨軟骨病変も適応となる。microfracture や腸骨移植などの手術加療が行なわれたが成績不良のた

原田豪人
〒615-8256 京都市西京区山田平尾町17
京都桂病院整形外科
TEL 075-391-5811
E-mail ha3912557@gmail.com

- 1) 京都桂病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Kyoto Katsura Hospital
- 2) 京都下鴨病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Shimogamo Hospital
- 3) 京都大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University

め再手術が必要となった症例も適応と考えるが、本研究の期間には該当する症例はなく、再手術症例は含まれていない。

手術ではまず足関節鏡にて距骨の病巣部を鏡視する。軟骨損傷が軟骨下骨の露出を認める ICRS 分類の grade IVであることを確認する。その後、脛骨内果をドーム状に骨切りし、これを下方に回転することで病巣部を直視下に観察する。距骨の病巣部は、損傷軟骨を鋭匙などにて搔爬し、壊死骨は OATS (Osteochondral Autograft Transfer System, Arthrex) を用いて数箇所を円柱状に掘削する。ドナーは同側の膝関節外側に小切開を加え大腿骨滑車外側部から円柱状に採取する。足関節で掘削した部位の円柱の直径より 1mm 大きい直径でドナーより採取した骨軟骨柱を press-fit させて移植する。骨切りした内果は整復して 2 本の海綿骨螺子で内固定する。後療法は、患肢を 4 週間免荷とし、ギプスシーネ固定を行なう。以後は疼痛免荷とし、術後 6~8 週で全荷重とする。手術はすべて同一術者 (M.K.) にて行なった。

臨床成績を日本足の外科学会足関節・後足部判定基準 (JSSF ankle/hindfoot scale) を用いて、術前および術後 1 年時を評価した。また術後 1 年時に足関節鏡にて再鏡視を行ない、移植軟骨の状態を確認し、ICRS Cartilage Repair Assessment (以下 ICRS 評価) を用いて評価した。臨床評価は術者以外の他医 1 人 (H.H.) が行なった。

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

結 果

術前 X 線による Berndt & Harty の病期分類は、Stage II が 7 例、Stage III が 4 例であり、Stage I と IV の症例はなかった。

JSSF scale は術前 65.0 ± 2.3 点、術後 1 年時 97.5 ± 4.3 点で、有意な改善を認めた ($p < 0.01$, 図 1)。術中に計測した病巣面積は平均 84.5 mm^2 ($28 \sim 200 \text{ mm}^2$) であった。移植した骨軟骨柱のサイズは、直径 6 mm が 1 足、直径 6 mm と 7 mm の混在が 1 足、直径 7 mm が 4 足、直径 8 mm が 3 足、直径 10 mm が 2 足であった。移植した骨軟骨柱の数は、1 個が 2 足、2 個が 8 足、3 個が 1 足であった。

全例において術後の再鏡視が可能であった。再鏡視の時期は術後平均 1 年 5 カ月 (8 カ月~3 年 6 カ月) であった。鏡視所見による ICRS 評価は平均 10.7 点 (5~12 点) であり、grade I normal が 6 例、grade II nearly normal が 4 例、grade III abnormal が 1 例であった。grade IV severely abnormal はなかった (表 1)。また術後の平均経過観察期間は 29.2 カ月 (13~54 カ月) であり、X 線による術後の経過観察では内果骨切り部に偽

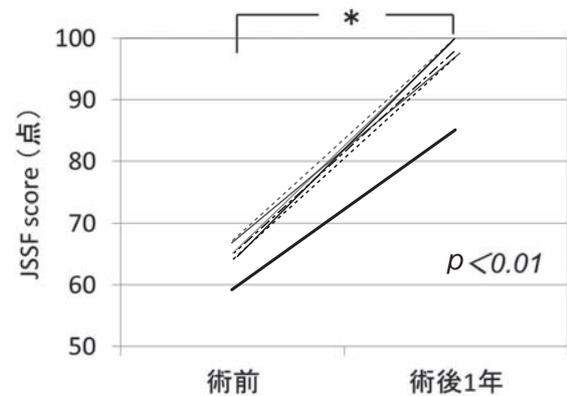


図 1 術前および術後 1 年時の JSSF ankle/hindfoot scale の推移
JSSF scale は術後 1 年時で有意な改善を示している。

表 1 再鏡視による ICRS 評価
11 足における Cartilage Repair Assessment を各 criteria に分けて示す。

症例 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Degree of Defect Repair	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4
Integration to Border zone	3	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4
Macroscopic Appearance	4	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4
合計	11	10	5	9	12	12	12	12	11	12	12
Overall Repair Assessment (grade)	II	II	III	II	I	I	I	I	II	I	I

関節や変形性関節症などの合併症は生じなかった。

考 察

足関節の OAT 術後の臨床成績は長期経過においても良好な成績が報告されている。Imhoff ら⁸⁾は 26 例の OAT 症例において術後 84 ヶ月の長期経過観察においても AOFAS score の有意な改善を認めたと報告している。また OAT の治療の適応や限界に対する研究において諸家の報告では、臨床成績に関連する予期因子が報告されている。Woelfle ら⁹⁾は 32 例の OAT 症例を平均 29 ヶ月経過観察し、病巣の位置や大きさ、移植した graft 数、内果骨切りの有無などは臨床成績に関連がなかったと報告している。また Kim ら¹⁰⁾は 52 例の OAT 症例に関して術後の臨床成績は、患者の年齢、性別、BMI、罹病期間、病巣の面積や深度、局在部位、嚢胞の有無に関していずれも関連がなかったと報告している。

OAT 術後の経過として軟骨損傷部が良好に修復されていることは、再鏡視により確認が可能である。Lee ら¹¹⁾は 16 例の OAT 術後患者の再鏡視で、14 例 87.5% が移植軟骨と周囲組織との連続性が良好であったと報告している。また Kim ら¹⁰⁾は 52 例の OAT 術後患者の再鏡視で、42 例で移植軟骨間の congruity が良好であったと示している。われわれが渉猟し得た範囲において、本研究のように OAT 術後の再鏡視所見を、ICRS 評価を用いて客観的に示した報告はなかった。したがって本研究は OAT 術後の再鏡視における客観的評価の最初の報告である。

再鏡視所見における ICRS 評価は、OAT 以外の術式で、数多く報告されている。Microfracture 手技での術後再鏡視では、Lee ら¹²⁾が 23 例の術後患者のうち 20 例で再鏡視を行ない、ICRS 評価で grade I normal と grade II nearly normal を合わせて 12 例 60%、grade III abnormal が 8 例 40% であったと報告している。また腸骨移植の術後再鏡視では、Hu ら¹³⁾が 16 例の術後患者のうち 13 例で再鏡視を行ない、ICRS 評価が 9 ± 1.4 点であり、grade I normal が 1 例、grade II nearly normal が 11 例、grade III abnormal が 1 例であったと報告している。その他の術式として ACI の術後再鏡視では、Kwak ら¹⁴⁾が 32 例の術後患者のうち 25 例で再鏡視を行ない、ICRS 評価で grade I normal が 4 例、grade II nearly normal が 18 例、grade III abnormal が 2 例、grade IV severely abnormal が 1 例であったと報告している。いずれの術式であっても比較的良好的な再鏡視結果が客観的に示されているが、これらに劣らず本研究の OAT 術後結果も十分に良好な結果といえる。

本研究で行なっている足関節内果の骨切りに関して、合併症の有無についての報告が散見される。OAT の際に内果骨切りを併用した諸家の報告では、内果部に偽関節や遷延癒合を生じた例はなく、経過期間中に変形性関節症性変化も認めなかったと報告しているものがほとんどである^{11,15~17)}。一方、Baltzer らは 20 例の OAT 術後患者において偽関節症例はなかったが 1 例に遷延癒合を認めたと報告している。また、OAT 以外の術式での OLT の治療においても内果骨切りを併用した報告があるが、Hu ら¹³⁾は 16 例の腸骨移植のうち 14 例で内果骨切りを併用しており、変形癒合や偽関節症例はなかったと報告している。Lee ら¹⁸⁾は ACI に内果骨切りを併用した 31 例のうち 1 例に偽関節を認め、再手術を要し、2 例で遷延癒合を認めたと報告している。さらに再鏡視で 9 例に骨切りによる内果部の軟骨損傷を認めている。このように内果骨切りによる合併症は頻度が少なく、本研究でも発生してはいるが、過去に報告があることから十分に注意は必要であると考えられる。

本研究の限界として対象数が少ないことがあげられる。このため臨床成績、病巣面積、移植骨軟骨柱のサイズと個数などの要素と ICRS 評価との関連性を統計学的には評価が困難であった。

結 語

OLT に対して内果の骨切りを併用した OAT の治療成績を評価した。臨床成績は術後有意に改善していた。術後の再鏡視にて移植軟骨の生着が良好であることが確認された。内果骨切り部に偽関節や変形性関節症などの合併症は生じておらず、本術式は内果骨切りの侵襲を加えても有用な治療法と考えられる。

文 献

- 1) Chuckpaiwong B et al : Microfracture for osteochondral lesions of the ankle : outcome analysis and outcome predictors of 105 cases. *Arthroscopy*, 24 : 106-112, 2008.
- 2) Takao M et al : Retrograde cancellous bone plug transplantation for the treatment of advanced osteochondral lesions with large subchondral lesions of the ankle. *Am J Sports Med*, 38 : 1653-1660, 2010.
- 3) Hangody L : The mosaicplasty technique for osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Clin*, 8 : 259-273, 2003.
- 4) Lee KT et al : Factors influencing result of auto-

- logous chondrocyte implantation in osteochondral lesion of the talus using second look arthroscopy. *Scand J Med Sci Sports*, 22 : 510-515, 2012.
- 5) Elias I et al : Osteochondral lesions of the talus : localization and morphologic data from 424 patients using a novel anatomical grid scheme. *Foot Ankle Int*, 28 : 154-161, 2007.
 - 6) Hangody L et al : Treatment of osteochondritis dissecans of the talus : use of the mosaicplasty technique--a preliminary report. *Foot Ankle Int*, 18 : 628-634, 1997.
 - 7) Berndt AL et al : Transchondral fractures(osteochondritis dissecans)of the talus. *J Bone Joint Surg Am*, 41 : 988-1020, 1959.
 - 8) Imhoff AB et al : Osteochondral transplantation of the talus : long-term clinical and magnetic resonance imaging evaluation. *Am J Sports Med*, 39 : 1487-1493, 2011.
 - 9) Woelfle JV et al : Indications and limitations of osteochondral autologous transplantation in osteochondritis dissecans of the talus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21 : 1925-1930, 2013.
 - 10) Kim YS et al : Factors associated with the clinical outcomes of the osteochondral autograft transfer system in osteochondral lesions of the talus : second-look arthroscopic evaluation. *Am J Sports Med*, 40 : 2709-2719, 2012.
 - 11) Lee CH et al : Osteochondral autografts for osteochondritis dissecans of the talus. *Foot Ankle Int*, 24 : 815-822, 2003.
 - 12) Lee KB et al : Second-look arthroscopic findings and clinical outcomes after microfracture for osteochondral lesions of the talus. *Am J Sports Med*, 37 : 63S-70S, 2009.
 - 13) Hu Y et al : Treatment of large cystic medial osteochondral lesions of the talus with autologous osteoperiosteal cylinder grafts. *Arthroscopy*, 29 : 1372-1379, 2013.
 - 14) Kwak SK et al : Autologous chondrocyte implantation of the ankle : 2- to 10-year results. *Am J Sports Med*, 42 : 2156-2164, 2014.
 - 15) Gautier E et al : Treatment of cartilage defects of the talus by autologous osteochondral grafts. *J Bone Joint Surg Br*, 84 : 237-244. 2002.
 - 16) Al-Shaikh RA et al : Autologous osteochondral grafting for talar cartilage defects. *Foot Ankle Int*, 23 : 381-389, 2002.
 - 17) Kreuz PC et al : Mosaicplasty with autogenous talar autograft for osteochondral lesions of the talus after failed primary arthroscopic management : a prospective study with a 4-year follow-up. *Am J Sports Med*, 34 : 55-63, 2006.
 - 18) Lee KT et al : The use of fibrin matrix-mixed gel-type autologous chondrocyte implantation in the treatment for osteochondral lesions of the talus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21 : 1251-1260, 2013.

完全円板状半月に対し半月形成術施行後再手術となった1例

A Revision Case After Saucerization without Repair for Complete Discoid Lateral Meniscus

橋本 祐介¹⁾ Yusuke Hashimoto 山崎 真哉²⁾ Shinya Yamasaki
瀧上 順誠¹⁾ Junsei Takigami 寺井彰三郎¹⁾ Shozaburo Terai
富原 朋弘²⁾ Tomohiro Tomihara 中村 博亮¹⁾ Hiroaki Nakamura

● Key words

若年性外側円板状半月, 半月板形成術, 離断性骨軟骨炎

● 要旨

術前 MRI で辺縁部断裂を認めず, 術中半月実質断裂を伴わない外側円板状半月症例に対して半月形成術を施行するも, 術後半月転位をきたし, 再手術に至った1例を報告する.

11歳男児. X-Pにて大腿骨外顆に骨透亮像, MRIにて完全型外側円板状半月と離断性骨軟骨炎(OCD)が認められた. 術中, anteroinferior popliteomeniscal fascicles 欠損が認められたが強い不安定性はなく半月形成術施行. OCDに対してドリリングを施行. 術後3ヵ月 MRIで半月板後節の前方転位がみられ, 再手術施行. 半月板後節部分は前節と癒着し, 円板状半月形状を呈していた. 前節部と後節部間を分離し, 後節部分を inside-out 法で10針縫合. 再手術後に OCDは一時的に軽快したが, 再手術1年後の MRIで OCD再発を認めた. 現在疼痛なくスポーツ復帰している.

はじめに

円板状半月の治療方針として, 辺縁部断裂を伴わない症例には半月形成術, 辺縁部断裂を伴う症例には半月形成術の後に不安定部分に対し縫合術を追加する術式が一般化されてきている. 今回われわれは, 術前 MRIで辺縁部断裂を認めず, 術中にも半月実質断裂を認めなかった症例に対して半月形成術を施行するも, 術後半月転位をきたし, 再手術に至った1例を報告する.

症 例

11歳男児.

主訴: 左膝痛.

既往歴: 9歳時に右膝半月形成術施行

現病歴: 運動時に左膝痛を自覚し来院. ROM 0~140, 膝蓋跳動-, McMurray testにて外側関節裂隙にclickを触知, 疼痛再現が認められた. X線所見では膝正面像にて大腿骨外顆に骨透亮像あり, Brückl分類 stage 2であった. MRI撮像では Ahn分類¹⁾において no shift型の完全円板状半月と離断性骨軟骨炎(OCD)が認めら

橋本祐介
〒545-8585 大阪市阿倍野区旭町1-4-3
大阪市立大学大学院医学研究科整形外科
TEL 06-6645-3851/FAX 06-6646-6260
E-mail hussy@med.osaka-cu.ac.jp

1) 大阪市立大学大学院医学研究科整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Osaka City University, Graduate School of Medicine
2) 大阪市立総合医療センター整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Osaka General Hospital
3) 島田病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Shimada Hospital

れた(図 1a,b). 術中所見において, 半月辺縁部, 半月実質部分の明らかな断裂は認められなかったが, anteroinferior popliteomeniscal fascicles の欠損が認められた(図 1c). プロービングにて大腿骨顆部を超える不安定性が認められなかったため, 辺縁部を約 8 mm 残存させる半月形成術のみ施行し(図 1d), OCD に対してはドリ

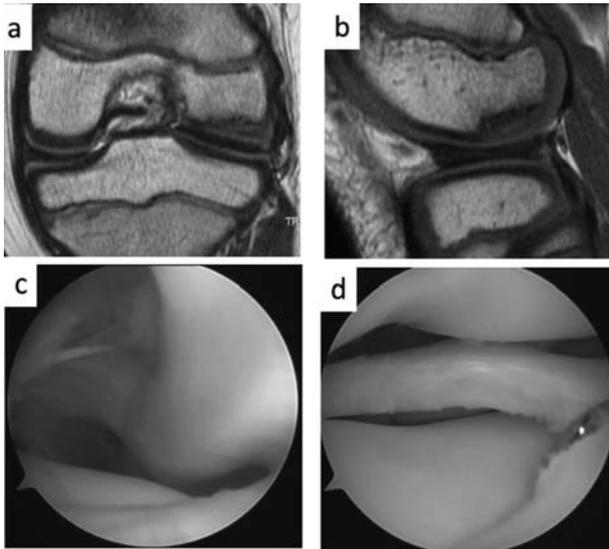


図 1 術前 MRI(a,b)と術中所見(c,d)
 冠状断(a), 矢状断(b)MRI で完全型外側円板状半月(no shift type)と外顆 OCD が認められた。
 c) 脛骨関節面が観察され, anteroinferior popliteomeniscal fascicle の欠損がうかがえる。
 d) 辺縁部 8 mm 残存させた形成的切除術施行。

リングを施行した。術直後の半月不安定性の確認はなされなかった。後療法は術直後から可動域訓練を開始し, 可動域制限を行なわなかった。4 週免荷 8 週全荷重とした。術後 8 週から歩行訓練, 術後 3 ヶ月からジョギングを開始した。その後水腫, 伸展制限は認められなかったが, 左膝違和感が出現。X 線において骨棘は認められなかったが(図 2a), MRI で OCD の治癒不全があり, 半月板後節の前方転位が認められたため(図 2b,c), 再手術を施行した。術中所見において, 半月板後節部分は前節と接着し, あたかも円板状半月の形状を呈していた(図 2d)。前節部と後節部の間を丁寧に剝離し(図 2e), 後節部分を inside-out 法で 10 針縫合した(図 2f)。

再手術後 3 ヶ月にて可動域制限, 疼痛, 水腫なく, X 線, MRI で OCD は軽快したため(図 3a,d), ジョギングを開始した。術後 6 ヶ月にて疼痛なく, ROM0~140, 膝蓋跳動-, McMurray test 陰性であった。X 線, MRI では OCD は軽快していた(図 3b,e)が半月の外方転位を認めた(図 3e)。臨床症状がないため, スポーツ復帰した。術後 1 年において ROM0~140, 膝蓋跳動-, McMurray test 陰性であり, 疼痛なくスポーツ活動が可能であった。X 線上 OCD 変化は認められないが(図 3c), MRI にて stage 1 の離断性骨軟骨炎が確認され(図 3f), 注意深い経過観察を行なっている。

考 察

外側円板状半月に対する手術臨床成績は概ね良好であるが^{2,3)}, 亜全摘, 全摘症例には長期的な変形性関節症

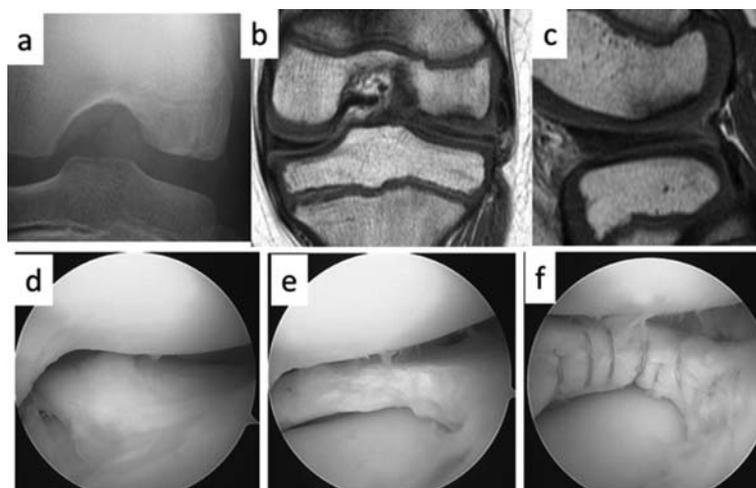


図 2 初回手術後 3 ヶ月 X 線(a), MRI (b, c)と 2 回目術中所見(d,e,f).
 形成切除後にもかかわらず, 冠状断(b)で円板状半月にみえ, 矢状断(c)で半月板の前方シフトがみられた。OCD は残存していた(c)。関節鏡視下でも円板状半月のようにみえたが(d), 剝離し前方と後方に分けて(e) inside-out 法を用いて, 半月板縫合を施行した。

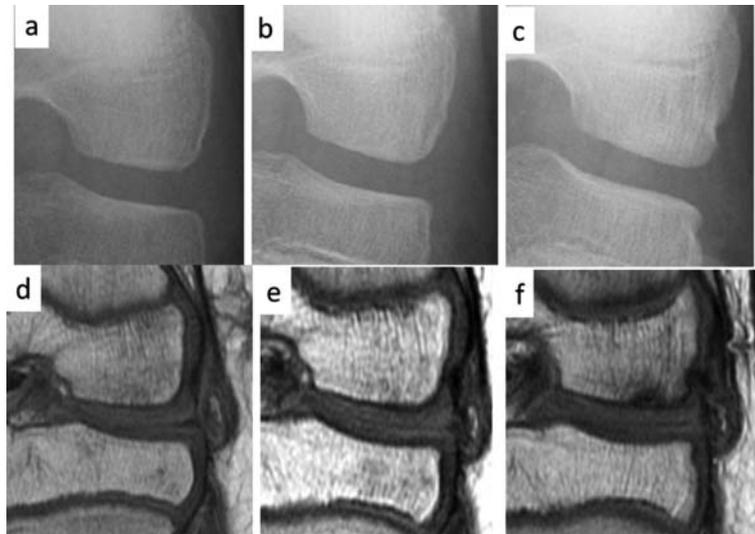


図3 再手術後 X 線(a,b,c), MRI(d,e,f).
 a,d) OCD は術後3ヵ月で消失した。
 b,d) OCD はみられないが, 術後6ヵ月で半月板の外側への逸脱がみられた。
 c,d) 術後1年で X 線では認められないものの, MRI で OCD Stage1 が出現した。

が発生することが知られている。近年は半月板を温存するために、辺縁部をできるだけ正常に近い幅で残存させる半月形成術 (saucerization)、辺縁部断裂が存在する場合は縫合を追加する手技が報告され、その短期成績は良好であり⁴⁻⁶⁾、今後推奨される術式となる可能性がある。

辺縁部不安定性の評価方法として徒手の検査における snapping 現象、McMurray test があるが、損傷部位を同定することは容易でない。術前 MRI を用いた辺縁部不安定性評価として Ahn の分類があり¹⁾、明らかな転位を示す形態学的変化がみられる場合は不安定性を有すると報告している。しかしながら術前 MRI で半月板転位がない症例においても術中辺縁部断裂がみられることも記載されており、術中の注意深い観察による不安定性評価が重要となると考えられる。外側半月板後節部分の安定性には、後外側支持機構としての postero-superior popliteomeniscal fascicles と antero-inferior popliteomeniscal fascicles が重要である^{7,8)}。これらの構造破綻には円板状半月の Wrisberg 型⁹⁾や hypermobile meniscus¹⁰⁾のような posterior coronary ligament あるいは capsular attachment の先天性な欠損によるものと、外傷¹¹⁾や前十字靭帯損傷に伴う損傷¹²⁾などの後天性によるものが存在する。今回の症例は antero-inferior popliteomeniscal fascicles の欠損による半月不安定性によって術後転位したのと考えられる。よって、半月形成術施行直後に再度半月不安定性を確認することが重要であると考えら

れ、不安定性が認められた場合は縫合を追加すべきであると考えられる。本症例では再手術で半月縫合することにより、半月板が安定し、その後の半月症状は消失した。

半月転位の時期と原因について、ジョギング開始後に違和感が生じたことから、初回手術後早期に癒着した可能性が考えられる。半月板の治癒能力は低いといわれているが小児の半月板は成人に比べて治癒能力が高いかもしれない。しかしながらこれに関する過去の報告はなく、今後の研究が期待される。

円板状半月に伴う離断性骨軟骨炎は半月形状による異常な力学的刺激によって生じるといわれ¹³⁾、円板状半月に伴う離断性骨軟骨炎に対し、半月形成術のみで治癒した症例報告もなされている¹⁴⁾。初回手術後の離断性骨軟骨炎の治癒不良の原因としては、初回手術時の antero-inferior popliteomeniscal fascicles 欠損の放置によって半月転位し、離断性骨軟骨炎への力学的ストレスの軽減がなされていなかったものと推察される。再手術後3ヵ月で OCD は治癒したが、再手術後6ヵ月で半月板中節の外側転位が生じた。この原因としては、はっきりとした臨床症状がなかったため不明であるが、この間に活動レベルが上昇したことで正常より脆弱な残存半月板の変性によるものと推察した。再手術後1年で X 線上の OCD は出現していないものの、MRI で stage1 の OCD が出現した。この原因としては、1)再手術による半月板後節部分の過剰切除によるもの、2)円板状半月自身

の脆弱性によるクッション作用の減弱の可能性, があげられる. 円板状半月の組織学的研究から, 半月中心部分はコラーゲン配列がランダムで, 疎であることが示されている^{15,16)}. 一方辺縁部については比較的コラーゲン配列は整列し, 密であり, 正常半月板の円周状線維構造に類似しているといわれている¹⁷⁾. つまり, この組織学的特徴が外側円板状半月に対する辺縁部分を残存させる半月形成術の根拠と考えられる. しかしながら, この円周状線維が正常半月板と同等の力学的強度を有するかどうかは不明であり, 正常半月の荷重分散作用より劣る可能性があると考えられる. 今後注意深い経過観察が必要と考えられる.

文 献

- 1) Ahn JH et al : A novel magnetic resonance imaging classification of discoid lateral meniscus based on peripheral attachment. *Am J Sports Med*, 37 : 1564-1569, 2009.
- 2) Okazaki K et al : Arthroscopic resection of the discoid lateral meniscus : long-term follow-up for 16 years. *Arthroscopy*, 22 : 967-971, 2006.
- 3) Kim SJ et al : Effects of arthroscopic meniscectomy on the long-term prognosis for the discoid lateral meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15 : 1315-1320, 2007.
- 4) Good CR et al : Arthroscopic treatment of symptomatic discoid meniscus in children : classification, technique, and results. *Arthroscopy*, 23 : 157-163, 2007.
- 5) Adachi N et al. Torn discoid lateral meniscus treated using partial central meniscectomy and suture of the peripheral tear. *Arthroscopy*, 20 : 536-542, 2004.
- 6) Ahn JH et al : Arthroscopic partial meniscectomy with repair of the peripheral tear for symptomatic discoid lateral meniscus in children : results of minimum 2 years of follow-up. *Arthroscopy*, 24 : 888-898, 2008.
- 7) Simonian PT et al : Popliteomeniscal fasciculi and the unstable lateral meniscus : clinical correlation and magnetic resonance diagnosis. *Arthroscopy*, 13 : 590-596, 1997.
- 8) Peduto AJ et al : Popliteomeniscal fascicles : anatomic considerations using MR arthrography in cadavers. *AJR Am J Roentgenol*, 190 : 442-448, 2008.
- 9) Singh K et al : MRI appearance of wrisberg variant of discoid lateral meniscus. *AJR Am J Roentgenol*, 187 : 384-387, 2006.
- 10) Van Steyn MO et al : The hypermobile lateral meniscus : a retrospective review of presentation, imaging, treatment, and results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014. [Epub ahead of print].
- 11) LaPrade RF et al : Popliteomeniscal fascicle tears causing symptomatic lateral compartment knee pain diagnosis by the figure-4 test and treatment by open repair. *Am J Sports Med*, 33 : 1231-1236, 2005.
- 12) Laundre BJ et al. MRI accuracy for tears of the posterior horn of the lateral meniscus in patients with acute anterior cruciate ligament injury and the clinical relevance of missed tears. *AJR Am J Roentgenol*, 193 : 515-523, 2009.
- 13) Mitsuoka T et al : Osteochondritis Dissecans of the lateral femoral condyle of the knee joint. *Arthroscopy*, 15 : 20-26, 1999.
- 14) Lim HC et al : Meniscoplasty for stable osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle combined with a discoid lateral meniscus : a case report. *J Med Case Rep*, 5 : 434, 2011.
- 15) Atay OA et al : Discoid meniscus : an ultrastructural study with transmission electron microscopy. *Am J Sports Med*, 35 : 475-478, 2007.
- 16) Papadopoulos A et al : Histomorphologic study of discoid meniscus. *Arthroscopy*, 25 : 262-268, 2009.
- 17) Cui JH et al : Collagenous fibril texture of the discoid lateral meniscus. *Arthroscopy*, 23 : 635-641, 2007.

Low Angle Trans-tibial Technique による ACL 再建術と 本法による再建 ACL と正常 ACL の MR 像の比較

Anatomical Single-bundle ACL Reconstruction by a Low Angle Trans-tibial Technique and
a Comparison of the MR Image between the Reconstructed ACL and the Normal ACL

阿部 雅志 Masashi Abe

堀田 健介 Kensuke Hotta

● Key words

前十字靭帯再建術

Trans-tibial technique : MRI

●要旨

Low angle trans-tibial technique で ACL 再建術をした 73 例の術後 3DCT で脛骨、大腿骨骨孔の位置を計測した。また、術後 6 ヶ月で MRI を施行した 62 例において ACL 前縁と脛骨外側関節の角度 (ACL 角)、脛骨前後径に対する ACL 前縁の脛骨前縁からの長さ (AD %) を測定し、ACL が正常の 67 例と比較した。3DCT で脛骨骨孔中心は前方から 28.6 %、内側から 44.5 %、大腿骨骨孔中心は quadrant 法で a2 が 18 例、b2 が 55 例であった。MRI の結果で ACL 角と AD % は再建 ACL で 51.5 °、20.6 %、正常 ACL で 52.1 °、21.7 % で有意差はなかった。ロリメーターを用いた前方移動量の患健側差は 0.41 mm であった。この方法で、骨孔位置は解剖学的位置に作製でき、術後 MRI においても再建 ACL の角度および脛骨側靭帯位置は正常 ACL と同様で前方動揺性の結果も良好であったことから、再建 ACL は解剖学的にも機能的にも正常 ACL に近かった。

はじめに

われわれは脛骨骨孔を関節面に対し low angle に作製する trans-tibial technique を用いて BTB (bone-patella tendon-bone) での一重束膝前十字靭帯 (ACL) 再建術を行なっている。ACL 再建術においては近年、大腿骨側、脛骨側ともに骨孔を解剖学的位置に作製する解剖学的 ACL 再建術が推奨される¹⁻³⁾。従来の trans-tibial technique による ACL 再建術では大腿骨骨孔位置が前方の高い位置であり、これらは非解剖学的な ACL 再建術であるとされる。よって trans-portal technique での大腿骨骨孔作製が有用であるとされ、それぞれの方法での骨

孔位置や臨床成績の比較がされている⁴⁻⁸⁾。しかしながら、trans-portal technique でも大腿骨骨孔長が短くなったり、後壁を壊したりする可能性があり、骨孔を作製する際に膝の深屈曲を必要とする^{9,10)}。また、われわれのように BTB での一重束再建の場合、骨孔をあけるドリル径も大きく、大腿骨内顆などの軟骨を損傷する可能性もある。trans-tibial technique ではそれらの問題は起こりにくく、また、BTB の骨孔への挿入も直線上のためやりやすい。しかし、前述したように、従来の trans-tibial technique では骨孔は解剖学的位置に作製できない。また、再建 ACL の走行については MRI 矢状断での再建 ACL の角度の評価が行なわれ、従来法での trans-tibial technique による再建 ACL は走行が正常

阿部雅志
〒426-8677 藤枝市駿河台 4-1-11
藤枝市立総合病院整形外科
TEL 054-646-1111

藤枝市立総合病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Fujieda Municipal General Hospital

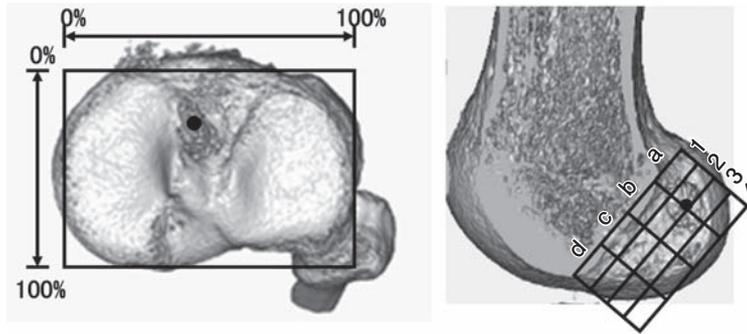


図1 術後3DCTで骨孔中心を脛骨側は前後径，内外側径に対する比率で，大腿骨側はquadrant法で測定

ACLより垂直に近くなることが報告されている¹¹⁻¹⁷⁾。今回，われわれは骨孔を解剖学的位置に作製するため，脛骨骨孔を関節面に対しlow angleに作製するlow angle trans-tibial techniqueを用いてBTBでのACL再建術を行なった¹⁸⁾。この方法で術後解剖学的付着部に大腿骨骨孔と脛骨骨孔が作製できているかを3DCTで確認した。また，再建ACLの機能評価を前方移動量の患健側差を用いて行なった。そして，MRI矢状断での再建ACLと正常ACLの脛骨外側関節面に対する角度(ACL角)と脛骨前後径に対する脛骨前縁からACL脛骨側付着部前縁までの長さ(AD%)を比較し，骨孔位置だけでなく，再建ACLの走行と機能が正常ACLに近いかどうか検討した。

対 象

2009～2012年に当院で本法を用いACL再建術を施行した73例73膝(男性42例，女性31例，手術時平均年齢28.3歳)と，同時期にACLは正常で靭帯損傷のない他の疾患により膝MRIを施行した67例67膝(男性46例，女性21例，平均年齢26.5歳)を対象とした。

方 法

Low angle trans-tibial techniqueは，はじめに脛骨関節面から約10mm遠位よりACL脛骨付着部へガイドピンを刺入し，5mm径のドリルでドリリングする。次に，骨孔を通したガイドピンをあらかじめつけたACL大腿骨側付着部中央のマーキング位置にあて，後方へ抜けないように透視で確認し挿入後，脛骨側骨孔を決めた径のドリルでドリリングし，さらに大腿骨側もドリリングする¹⁸⁾。術後3DCTで脛骨，大腿骨骨孔中心の位置を脛骨側は前後径，内外側径に対する比率で，大腿骨側はquadrant法で計測し評価した(図1)。55例は術後6

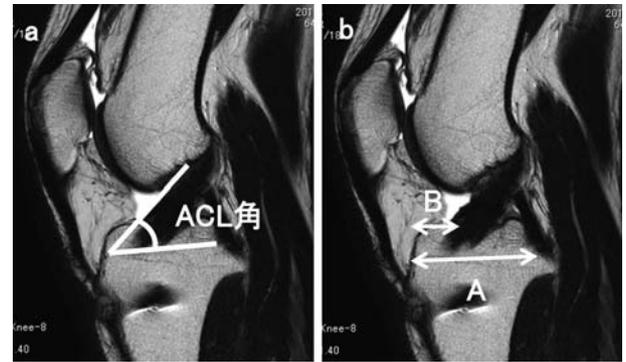


図2 a: ACL角の測定はACL前縁と脛骨外側関節面の成す角度で測定
b: 脛骨前後径(A)に対する脛骨前縁からACLの前縁までの距離(B)として $AD(\%) = B/A \times 100$ を測定

ヵ月にロリメーターを用いて膝蓋骨前面に対する脛骨粗面前方の前方移動量を計測し，その患健側差を算出した。術後6ヵ月でMR検査を施行した62例とACLが正常である67例の膝軽度屈曲位MRI矢状断でACL角(図2a)および，AD%(図2b)を測定し比較した。統計解析は2群間の比較をMann-Whitney U検定を用い，*p*値0.01未満を有意差ありとした。

結 果

3DCTで脛骨骨孔中心は前方から28.6%，内側から44.5%，大腿骨骨孔中心はquadrant法でa2が18例，b2が55例であった(表1)。ロリメーターを用いた前方移動量の患健側差は 0.41 ± 0.75 mmであった。MR検査以後経過中に再断裂が2例に生じた。

MR検査を施行した正常ACL群と再建ACL群の平均年齢はそれぞれ 26.5 ± 12.3 歳と 28.3 ± 11.5 歳で有意差はなかった。MRI矢状断による比較において再建

表1 3DCTによるlow angle trans-tibial techniqueでの骨孔位置とKopfらの報告での骨孔位置

	low angle trans-tibial technique	Kopfらの報告	
		AM 束	PL 束
脛骨側 前後方向 (前方から)	28.6±4.9%	25.0%	46.4%
内外側方向 (内側から)	44.5±2.5%	50.5%	52.4%
大腿骨側 quadrant 法	a2: 18例 b2(a2とb3の間): 55例	a2	b3

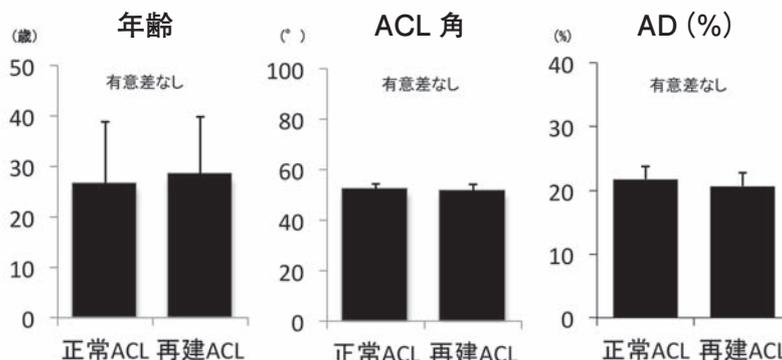


図3 正常 ACL 群と再建 ACL 群の年齢, ACL 角, AD (%) の比較

ACL 群では ACL 角は $51.5 \pm 2.8^\circ$, AD % は $20.6 \pm 2.1\%$ で, 正常 ACL 群の $52.1 \pm 2.4^\circ$, $21.7 \pm 2.0\%$ と比較して有意差はなかった (図 3)。

考 察

われわれは脛骨骨孔入口が関節面から近く骨孔角度を low angle にした low angle trans-tibial technique を用いている。Kopf らが報告した cadaver での 3DCT を用いた骨孔位置に対し, 今回の脛骨側骨孔位置は前後方向で前内側線維 (AM) 束に近く, 前方に作製できていた⁸⁾。内外側方向ではやや内側であった。大腿骨側は AM 束の a2 と AM と後外側線維 (PL) 束の間である b2 に作製されていた (表 1)。従来の trans-tibial technique では 3DCT で脛骨側骨孔は前後方向で 37.2% と後方に, 大腿骨側は b1 と前方の高い位置に作製されているが⁸⁾, low angle trans-tibial technique では脛骨側, 大腿骨側とも解剖学的位置に骨孔は作製されていた。Heming らは trans-tibial technique で ACL の footprint にガイドピンを通すことは可能だが, 脛骨側ガイドピン刺入部位は関節面に近くなり, 脛骨骨孔長も短くなるため臨床的には限界があるとの報告をした¹⁷⁾。臨床的にはガイドピンのみを通すのではなく骨孔をあけるために, 脛骨前壁や大腿骨後壁を壊さないようにする必要がある。そのため, われわれの過去の報告では Heming らの報告と比

べ, 脛骨側ガイドピン刺入位置はやや関節面に近く, 膝屈曲角度は平均 99.5° と少し深くする必要はあるが, この方法は可能であった¹⁸⁾。

これまでに再建 ACL の MRI 矢状断の評価で, Ahn らは従来の trans-tibial technique による一重束再建において再建群は正常群に比べて靭帯角度が大きく正常 ACL に近づけるためには脛骨骨孔をより水平な角度で作製する必要があると報告した¹⁴⁾。また, 従来の trans-tibial technique でみられる非解剖学的再建 ACL と trans-portal technique による解剖学的再建 ACL と正常 ACL の比較では, 非解剖学的再建 ACL は脛骨側付着部が後方で大腿骨側が前方になり, 靭帯角度が正常 ACL より大きく, 垂直に近くなり, 解剖学的再建 ACL では正常 ACL に近い角度である結果が示された^{11~15)}。再建 ACL の MRI 矢状断と前方動揺性に関しては, 非解剖学的 ACL 再建で前方移動量の患側側差が 1.4 mm で, ACL 角が大きくても, 前方不安定性に影響はなかったという報告や¹³⁾ 再建 ACL 脛骨側付着部が後方のもので前方移動量の患側側差は 1.2 mm であったという報告がある¹⁷⁾。今回, low angle trans-tibial technique による再建 ACL の AD % は 20.6%, ACL 角は 51.5° で正常 ACL の 21.7%, 52.1° と有意差なく正常 ACL に近い走行であった (図 4)。また, 再建 ACL の前方移動量の患側側差は 0.41 ± 0.75 mm であり, その制動性はこれまでの報告に比べて良好であった。このことか

ら、われわれの方法での再建 ACL は機能的にも正常 ACL に近いと考えられた。

CT 矢状断において脛骨骨孔は low angle に作製されていた(図 5a)。角度のついた脛骨骨孔では骨孔長を長くとることができるが、骨孔開口部での折れ曲がりにより再建靭帯が後方へ偏位することが考えられる(図 5b)。しかし、low angle trans-tibial technique では再建靭帯がその影響を受けにくいと考えられる(図 5c)。3DCT で評価した脛骨骨孔は従来の trans-tibial technique による骨孔位置よりも前方で解剖学的位置に作製できていた。また、MRI 矢状断で脛骨側靭帯は骨孔開口部で前方に接してみられ、骨孔内において再建靭帯が後方によらず前方部分から再建されていた(図 6a)。実際の術後鏡視像においても脛骨側は再建靭帯が後方に偏位してお

らずレムナントにそのままの角度ではいっているようにみえる(図 6b)。この方法では脛骨側骨孔開口部での靭帯の後方偏位を回避できる。また、靭帯走行が水平に近い本法は、従来の trans-tibial technique よりも前後の安定性に寄与することが考えられる。

結 語

Low angle trans-tibial technique で ACL 再建術を行ない、骨孔を至適位置に作製できた。再建 ACL の MRI 矢状断において脛骨側靭帯位置および靭帯角度は正常 ACL と同様であった。再建 ACL の前方動揺性は良好であった。われわれの方法での再建 ACL は解剖学的にも機能的にも正常 ACL に近いと考えられた。

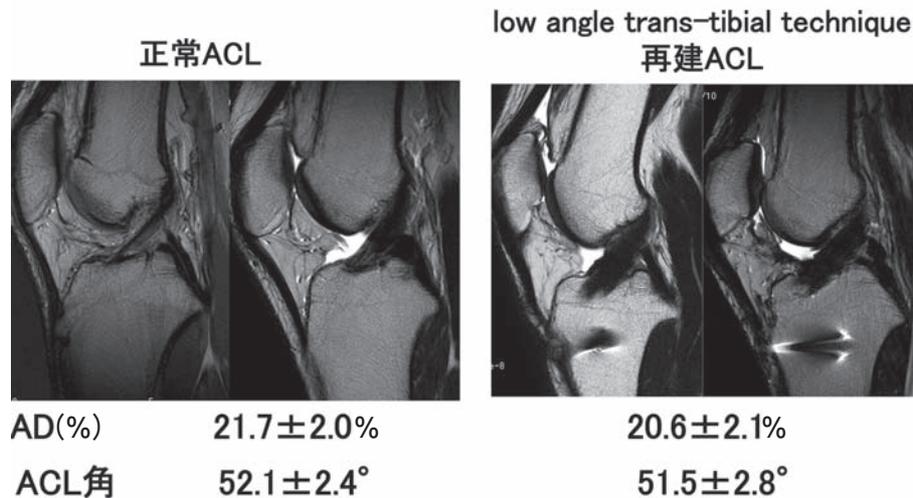


図4 正常 ACL と low angle trans-tibial technique 再建 ACL の MRI 矢状断例とそれぞれの AD(%), ACL 角の平均値



図5 CT 矢状断での脛骨骨孔の形態と靭帯の仮想モデル
 a: 脛骨骨孔が low angle に作製されている
 b: 角度のついた脛骨骨孔では骨孔開口部での折れ曲がりによって靭帯がよりやすい
 c: 骨孔開口部で靭帯の折れ曲がりの影響を受けにくい

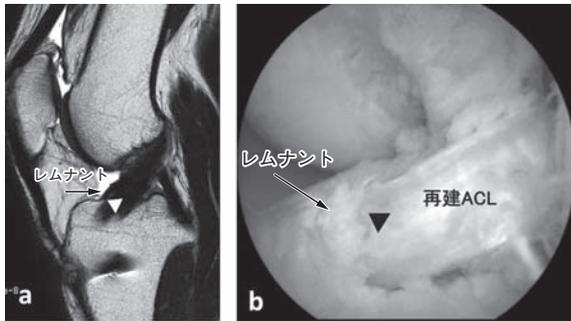


図6 a: 再建 ACL の MRI 矢状断
再建 ACL は前方のレムナントと骨孔開口部前方で接している。(▽)
b: 術中左膝前外側ポータルからの再建 ACL 鏡視像
再建 ACL は前方のレムナントと接しており、後方へ偏位していない。(▼)

文 献

- 1) Anderson AF et al : Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med*, 29 : 272-279, 2001.
- 2) Bedi A et al : The "footprint" anterior cruciate ligament technique : an anatomic approach to anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 25 : 1128-1138, 2009.
- 3) Yasuda K et al : Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts : comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy*, 22 : 240-251, 2006
- 4) Alentorn-Geli E et al : The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18 : 1013-1037, 2010.
- 5) Bedi A et al : Transtibial versus anteromedial portal drilling for anterior cruciate ligament reconstruction : a cadaveric study of femoral tunnel length and obliquity. *Arthroscopy*, 26 : 342-350, 2010.
- 6) Dargel J et al : Femoral bone tunnel placement using the transtibial tunnel or the anteromedial portal in ACL reconstruction : a radiographic evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*,

- 17 : 220-227, 2009.
- 7) Gavrilidis I et al : Transtibial versus anteromedial portal of the femoral tunnel in ACL reconstruction : a cadaveric study. *Knee*, 15 : 364-367, 2008.
- 8) Kopf S et al : Nonanatomic tunnel position in traditional transtibial single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction evaluated by three-dimensional computed tomography. *J Bone Joint Surg Am*, 92 : 1427-1431, 2010.
- 9) Silva A et al : Placement of femoral tunnel between the AM and PL bundles using a transtibial technique in single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18 : 1245-1251, 2010.
- 10) Nakamura M et al : Potential risks of femoral tunnel drilling through the far anteromedial portal : a cadaveric study. *Arthroscopy*, 25 : 481-487, 2009.
- 11) Hantes ME et al : Differences in graft orientation using the transtibial and anteromedial portal technique in anterior cruciate ligament reconstruction : a magnetic resonance imaging study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17 : 880-886, 2009.
- 12) Illingworth KD et al : A simple evaluation of anterior cruciate ligament femoral tunnel position : the inclination angle and femoral tunnel angle. *Am J Sports Med*, 39 : 2611-2618, 2011.
- 13) Ayerza MA et al : Comparison of sagittal obliquity of the reconstructed anterior cruciate ligament using magnetic resonance imaging. *Arthroscopy*, 19 : 257-261, 2003.
- 14) Ahn JH et al : Measurement of the graft angles for the anterior cruciate ligament reconstruction with transtibial technique using postoperative magnetic resonance imaging in comparative study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 39 : 1293-1300, 2007.
- 15) 林 正典ほか : 骨付き膝蓋腱を用いた解剖学的再建前十字靭帯の傾斜角の MRI 評価, *膝*, 32 : 152-154, 2007.
- 16) 小林哲士ほか : 膝前十字靭帯再建術後における再建靭帯の傾斜角と膝関節動揺性との関連, *整スボ会誌*, 34 : 160-164, 2014.
- 17) Heming JF et al. Anatomical limitations of transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 35 : 1708-1715, 2007.
- 18) 阿部雅志 : 脛骨骨孔角度を水平位に近づけた trans-tibial technique での BTB による ACL 再建術. *JOSKAS*, 37 : 66-67, 2012.

福島県競技フットサル選手における傷害の発生と コンディショニングに関するアンケート調査

A Survey Questionnaire of Sports Injury and Individual Conditioning in Futsal Players of Fukushima Prefecture

澤口 悠紀¹⁾ Hisanori Sawaguchi 小松田辰郎²⁾ Tatsuro Komatsuda

● Key words

フットサル, 傷害調査, コンディショニング

● 要旨

東北リーグと福島県リーグに所属するフットサルクラブチームに対し、2013年度シーズン中に発生した傷害とセルフコンディショニングの状況についてアンケート調査を実施し、比較・検討した。シーズン中の全受傷件数は68件、そのうち50件が東北リーグで発生し、福島県リーグとの間に有意差を認めた。傷害の好発部位は両リーグ共に足関節、大腿部であった。コンディショニングを実施していると答えた選手は東北リーグ84%、福島県リーグ55%で有意差を認めた。今回の調査では競技レベルの違いで傷害発生数やコンディショニングに対する意識の違いがみられ、傷害発生傾向に応じた啓蒙活動の実施や医療相談のできる体制づくりが今後の課題と考えられた。

はじめに

フットサルは体育館や屋外の専用施設において行なわれる5人制のサッカー競技である。フットサルではサッカーの9分の1ほどのピッチサイズの中で急激なダッシュ、ストップ、ターンなどの動作が要求される。それに加え下肢にはパスやシュートなどボールを扱う動作も加わるため、サッカーに比べ傷害発生率が高い^{1,2)}と報告されている。

本邦におけるフットサル傷害に関する調査の大半がトップリーグである日本フットサルリーグ(Fリーグ)所属チームに関するもの³⁻⁶⁾であり、Fリーグ以下の地域リーグや都道府県リーグなど、最も競技人口が多いカテゴリーにおける報告^{6,7)}は非常に少ない。

本研究では地域リーグ(東北リーグ)および福島県リーグに所属するクラブチームの選手を対象に、フットサルで発生した傷害の傾向と傷害予防やパフォーマンス維持を目的としたセルフコンディショニング(以下、コンディショニング)の実施状況について横断的に調査することを目的とした。

対象と方法

東北フットサルリーグに属する3チームの男性選手(以下、東北L)と福島県フットサルリーグに属する3チームの男性選手(以下、県L)を対象とした。

調査に際し、各チームの代表者と選手に研究の概要と倫理的な配慮に関して口頭または書面にて説明を行ない、同意を得たうえでアンケート用紙を配布し、回答後

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

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

福島県内のフットサル選手に対する傷害調査と傷害予防の意識調査

《基礎情報》 所属チーム： _____
 ①身長： _____ cm ②体重： _____ kg ③年齢： _____ 歳
 ④ポジション： _____ ⑤フットサル歴： _____ 年
 ⑥練習状況：練習頻度 週 _____ 回 練習時間 約 _____ 時間

- I. 今シーズン（2013年4月～2014年1月）のケガについてお答えください。
 問1. 今シーズン、フットサルのプレー中にケガをしたことがある。（○をつけてください）
 はい、 →問2の記入をお願いします。 いいえ、 →『へ進んでください。』
 問2. 今シーズンのケガについて下の表に思い出せる範囲で正確に記入をお願いします。
 足りない場合は裏面に記入をお願いします。打撲など、軽度のケガでも記入をお願いします。
 診断名はわかる場合のみで結構です。

いつ?	部位・診断名	左・右	ケガをした状況（覚えていれば）	プレー再開まで	ケガの対応
				3日未満・以上 完治・未完治	

- II. 日頃のコンディショニング（調整）についてお答え（○をつけて）ください。
 問1. 普段からケガの予防や疲労回復に対して対策をとっている。
 はい、 →問2へ
 いいえ、 →終了です。
 問2. 問1で『はい』と答えた方は日頃個人的に意識して実施している対応策であてはまるものに○をつけてください。（複数回答可）

ウォームアップ クールダウン ストレッチング マッサージ
 入浴（温める） アイシング テーピング（関節に対して）
 テーピング（筋肉に対して） サポーター（関節装具） 弾性包帯（バンデージ）
 圧着サポーター（SKINSなど） 筋力トレーニング バランストレーニング
 その他（内容： _____ ）

図1 福島県内のフットサル選手に対するアンケート調査用紙

に回収した。なお、調査は2014年2月に実施した。

調査用紙は2013年度シーズン（2013年4月～2014年1月）にフットサル活動で生じた傷害に関する項目とシーズン中に実施したコンディショニング内容に関する項目を検討し作成した（図1）。

集計結果から受傷件数・受傷者数・受傷時の状況（試合中/練習中）・接触による受傷件数・プレー中断期間（3日未満/3日以上）・症状の帰結（プレー復帰時点での症状の有無）・医療機関受診の有無・受傷部位・コンディショニング実施の有無・コンディショニングの実施内容について2群間で比較した。また、受傷の有無とコンディショニングの実施内容との関連について検討した。

傷害は「フットサルによって生じ、一旦試合や練習から離脱したものや医療機関での加療を要したもの」と定義した。また、コンディショニングの内容に関してはウォームアップ、クールダウン、ストレッチング等14項目からの複数選択回答とした。

統計処理にはSPSS Version 11.5Jを使用し、Fisher's exact testにより各項目を2群間で比較した。有意水準

は5%未満とした。

結 果

調査を依頼した6チームの選手61名から回答を得た。内訳は東北L：32名（フィールドプレーヤー27名、ゴレイロ5名、平均年齢28.8歳、平均競技歴6.6年）、県L：29名（フィールドプレーヤー26名、ゴレイロ3名、平均年齢26.3歳、平均競技歴5.0年）であった。

2013年シーズン中、東北Lの公式戦は平均19.3回、練習は週平均2.9回、1回平均2.3時間であった。県Lの公式戦は平均20.3回、練習は週平均1.9回、1回平均2.1時間であった。シーズン中に発生した傷害はのべ68件であり、その割合は対象者全体の64%であった。

受傷件数の内訳は東北L50件、県L18件であり有意差を認めた（表1）。受傷者数も東北L27名、県L12名と東北Lで多く、有意差を認めた。試合および練習における傷害発生件数は、東北Lで試合中27件、練習中23件、県Lで試合中7件、練習中11件であった。東北

表1 2013年シーズンのカテゴリ別受傷状況

	東北L (n=32)	県L (n=29)	p value
受傷件数	50件	18件	< 0.01
受傷者数	27名	12名	< 0.01
試合中/練習中	27/23件	7/11件	n.s.
接触による受傷件数	37件	8件	< 0.05
プレー中断期間 3日未満/以上	14/36件	6/12件	n.s.
症状の帰結 完治/未完治	38/12件	11/7件	n.s.
医療機関の受診率	32%	44%	< 0.05

表2 フットサル傷害・受傷部位別比較

	自験例 東北L 2013	自験例 福島県L 2013	Jungeら ¹⁾ Futsal W杯 2000-2008	Ribeiroら ⁹⁾ Brasil U20 2004	Ribeiroら ¹⁰⁾ サンパウロ1部 2001	武長ら ⁵⁾ Fリーグ 2008	西森ら ⁶⁾ Fリーグ 2009	西森ら ⁶⁾ Fリーグ 2009	澤口ら ⁷⁾ 東北L 2009
頭頸部	0%	6%	13%	3%	0%	3%	5%	3%	8%
体幹部	6%	11%	7%	9%	0%	8%	3%	7%	8%
上肢	12%	11%	10%	3%	14%	11%	9%	10%	13%
股/殿部	4%	0%	10%	0%	7%	6%	8%	5%	3%
大腿部	20%	22%	14%	28%	12%	25%	9%	27%	3%
膝関節	8%	11%	16%	13%	19%	12%	13%	5%	10%
下腿部	12%	6%	12%	0%	2%	17%	23%	10%	12%
足関節	28%	33%	12%	25%	46%*	7%	17%	19%	23%
足部	10%	0%	6%	19%		11%	13%	14%	18%

※足関節と足部の割合の合計

Lは試合中、県Lは練習中の発生数が多かったが、有意差は認められなかった。また、相手やボールとの接触により受傷した件数は県L 8件に対し東北L 37件であり、接触による発生数に有意差が認められた。

プレー復帰まで3日以上を要した傷害は東北Lで36件、県Lで12件発生したが、両群間に有意な偏りは認められなかった。症状の帰結に関しては東北Lで50件中12件(24%)、県Lで18件中7件(39%)が未完治と回答しており、痛みや何らかの症状を有したままプレーに復帰しているケースが見受けられた。医療機関を受診したと回答したものは東北L 32%(16件)、県L 44%(8件)であり、県Lで受診率が高く有意差を認めた。

発生部位は両群を通じて下肢に非常に多く、その割合は東北Lで82%、県Lで72%であった(表2)。東北Lでは足関節(28%)、大腿部(20%)、下腿部と上肢(12%)の順に多く発生していた。一方、県Lでは足関節(33%)、大腿部(22%)、膝関節と上肢および体幹部(11%)の順に多く発生していた。両群を通じて足関節に約30%、大腿部に約20%の傷害が発生し、これらの部位で発生数全体の約50%を占めていた。発生部位に関して2群間で有意な偏りは認められなかった。

コンディショニング実施状況に関して、実施していると回答した選手の割合は東北L 84%(27名)、県L 55%(16名)であり、東北Lで実施率が高く、有意差を認めた(図2)。実施内容は両群を通じてウォームアップ(東北L 89%、県L 88%)、ストレッチング(東北L 85%、県L 88%)、クールダウン(東北L 59%、県L 63%)、入浴(東北L 52%、県L 56%)の順に実施率が高かった。一方で筋力トレーニングとバランストレーニングに関しては東北Lで実施率が高い傾向にあり、バランストレーニングに関しては有意差を認めた(図3)。

受傷の有無とコンディショニングの実施内容に関連について検討した結果、両群において有意な関連は認められなかった。しかし、東北Lと県Lを併せた全体で検討した結果では受傷群でバランストレーニングの実施率が有意に高かった(表3)。

考 察

今回調査を実施した福島県内の競技フットサルチームの活動は過去のFリーグの報告^{3,5,6)}に対し、試合数は同程度、練習数は比較的少なかった。今回対象とした地

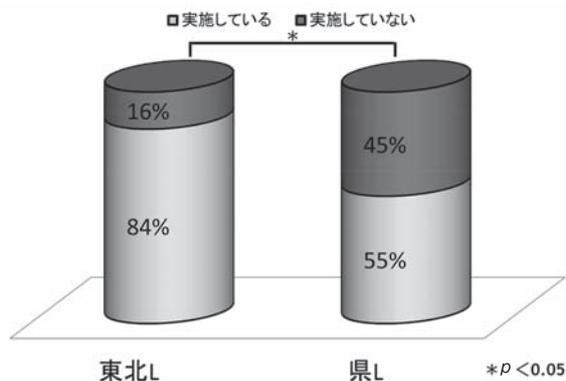


図2 コンディショニング実施の有無

域リーグや都道府県リーグ所属チームは主に社会人や学生から構成されており、練習は平日夜間および深夜の限られた時間に実施されることが多いため、練習数は少なく抑えられていると考えられた。

受傷件数および受傷者数に関しては東北Lが県Lより多かった。サッカーでは競技レベルの違いが傷害に影響を及ぼす可能性がある⁸⁾と報告されているがフットサルでも同様であるかはほかのカテゴリーも調査し、検討する必要がある。また、東北Lは試合中、県Lは練習中の発生数が多い傾向がみられたが有意な差は認められなかった。過去のFリーグ所属チームに対する疫学調査^{3,5,6)}では練習に対し試合の傷害発生率が高いと報告している。今回の調査では各チームの練習回数や個人の参加状況を把握することができなかつたため、今後各チームの試合や練習の傷害発生率を調査する必要があると考

えられた。

接触による受傷数に関しては東北Lが県Lの4倍であり、東北Lの傷害発生総数の68%を占めた。この割合は2000~2008年のフットサルW杯3大会における傷害報告²⁾と同様の傾向を示した。接触による傷害の要因については競技レベルが上がることで狭いフィールド内でのプレースピードが増すことや、球際での競り合いや衝突が起こるため¹⁾と考えられている。その一方で、フットサルはサッカーと比較して相手選手との接触割合が低いとの報告²⁾もあり、狭いエリア内での加速や減速、方向転換などの能力をトレーニングによって向上することができれば接触による傷害の予防効果が期待できると考えられた。

プレー復帰までの期間に関して、3日以上を要した傷害は東北Lで36件(72%)、県Lで12件(67%)発生した。過去の報告^{1,2,9)}では復帰まで3日以上を要した割合は13~19%であったことと比較すると、今回の結果は非常に高い割合であった。今回調査したチームの選手は週平均2回程度の練習を実施しており、痛みや腫れが治まりプレーができるコンディションに回復するまでに1~数回欠席するため、復帰までの期間が空いてしまうことが影響した可能性がある。さらに、症状の帰結に関しては東北Lで発生した24%、県Lで39%が未完治との回答を得た。この要因として、われわれが調査を実施した全チームにおいて練習や試合に常駐しているトレーナーや医療スタッフが不在であり、受傷直後の応急処置やその後の対応が十分にできておらず、選手の自己

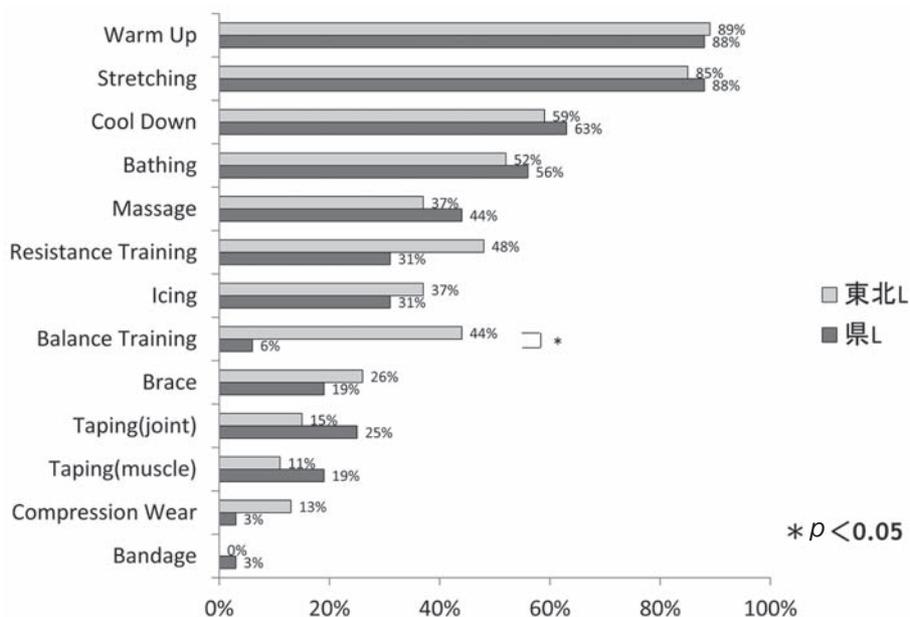


図3 コンディショニング実施内容の内訳

表3 傷害発生の有無とコンディショニング内容の比較

実施内容	東北L(n=32)		県L(n=29)		東北L+県L(n=61)	
	受傷あり	受傷なし	受傷あり	受傷なし	受傷あり	受傷なし
Warm Up						
実施あり	20	4	7	7	27	11
実施なし	7	1	5	10	12	11
Cool Down						
実施あり	13	3	5	5	18	8
実施なし	14	2	7	12	21	14
Stretching						
実施あり	18	4	7	7	25	11
実施なし	9	1	5	10	14	11
Massage						
実施あり	9	1	3	4	12	5
実施なし	18	4	9	13	27	17
Bathing						
実施あり	13	1	4	5	17	6
実施なし	14	4	8	12	22	16
Icing						
実施あり	8	2	3	2	11	4
実施なし	19	3	9	15	28	18
Taping(joint)						
実施あり	3	1	3	1	6	2
実施なし	24	4	9	16	33	20
Taping(muscle)						
実施あり	2	0	3	0	5	0
実施なし	25	5	9	17	34	22
Brace						
実施あり	7	0	2	1	9	1
実施なし	20	5	10	16	30	21
Bandage						
実施あり	0	0	1	0	1	0
実施なし	5	27	11	17	38	22
Compression Wear						
実施あり	4	0	1	0	5	0
実施なし	23	5	11	17	34	22
Resistance Training						
実施あり	11	2	2	3	13	5
実施なし	16	3	10	14	26	17
Balance Training						
実施あり	11	1	1	0	12*	1
実施なし	16	4	11	17	27	21

* $p < 0.05$

判断に委ねられているという問題が内在していると考えられた。これに関連して、受傷後の医療機関受診率は県Lより受傷件数が多い東北Lで有意に低い結果となった。西森ら⁶⁾は傷害発生数の減少には、練習環境や現場での対応向上が寄与すると報告しているが現実的に東北Lや県Lで全チームにトレーナーや医療スタッフを常駐させるのは難しいため、今後の取り組みとして受傷後の初期対応やコンディショニングに関する啓蒙活動の実施や医療相談のできる体制づくりが必要と考えられた。また、今回の調査では3日未満でプレー復帰した群に当日に復帰したケースも含まれる可能性があり、今後は重症度をより詳細に調査する必要がある。

発生部位に関しては下肢に発生した割合が東北L 82%，県L 72%といずれも高率であった。この結果は過去の報告^{1-3,5-7,9,10)}と同様の傾向を示し、サッカーと同様¹¹⁻¹³⁾にフットサルにおいても競技レベルに関わ

らず下肢傷害が多く発生していると考えられた。部位別に分析すると、両群を通じて足関節に約30%，大腿部に約20%の傷害が発生し、発生数の約半数を占めていた。足関節と大腿部における受傷の割合が高いことは過去の報告と同様の傾向であり、ほかの部位においても過去の報告^{5,6,9,10)}との大きな乖離は認められず、今回の結果に限っては、競技レベルの違いによる受傷部位の違いは少なく、フットサルに共通した特徴と考えられた(表2)。今後さらにデータを収集するとともに、好発部位における受傷メカニズムの検討が必要である。一方、上肢の傷害に関してはいずれの報告においても傷害全体の約10%程度を占めていた。今回の結果によると、上肢傷害の多くはグレイロの指や手関節に生じていたものであり、今後はポジション別に傷害を検討することも必要と考えられた。

コンディショニングの実施率は東北Lで有意に高く、

傷害予防の意識に差がみられた。バランストレーニングの実施率に関しても東北Lが有意に高かった。コンディショニングの実施内容は比較的实施しやすいウォーミングアップやストレッチングなどの実施率が高い一方で、テーピングなどの専門的な知識や技術が必要な項目は実施率が低い傾向にあった。

発生した傷害とコンディショニング実施状況の関連については、両リーグで有意な関連のある項目は認められなかった。両リーグを併せた全体での検討では受傷群でバランストレーニング実施率が有意に高いという結果が得られたが、今回の調査ではコンディショニングをいつから実施しているか明らかでなく、選手が受傷後の再発予防対策としてトレーニングを取り入れた可能性も考えられる。よって、受傷前のコンディショニングの実施内容と受傷内容の関連について調査することが今後の課題としてあげられた。過去の報告ではさまざまなコンディショニングやトレーニングには傷害予防効果が期待されており¹⁴⁾、傷害の傾向に応じた方法やタイミングなど選手が適切に実施できるような情報を提供することが重要と考えられた。

以上より、競技レベルの違いにより発生する傷害の傾向やコンディショニングに対する意識が異なるという結果が得られたため、各カテゴリーの傾向に応じた啓蒙活動の実施や医療相談のできる体制づくりをしていくことが傷害予防に対して重要と考えられた。今後もフットサル競技における傷害の発生を減少させるため、継続して調査を実施していきたい。

結 語

1. 福島県の競技フットサル選手の傷害発生状況とコンディショニングの実施状況について調査した。
2. 東北リーグは福島県リーグより受傷件数、受傷人数、接触による受傷件数が多かった。傷害部位は両リーグで大腿部や足関節に好発していた。
3. 東北リーグではコンディショニングに対する意識が高く、比較的容易にできるウォーミングアップやストレッチングなどの実施率が高かった。
4. 受傷メカニズムの検討や受傷後の対応やコンディショニングの啓蒙活動の実施や医療相談の体制づくりが今後の課題と考えられた。

文 献

- 1) Junge A et al : Football injuries during FIFA

tournaments and the Olympic Games, 1998-2001 Development and implementation of an injury-reporting system. Am J Sports Med, 32 : S80-S89, 2004.

- 2) Junge A et al : Injury risk of playing football in Futsal World Cups. Br J Sports Med, 44 : 1089-1092, 2010.
- 3) 牛島史雄ほか : Fリーグに所属するフットサルチームにおける1シーズンの傷害の検討. 整スポ会誌, 28 : 42, 2008.
- 4) 西森康浩ほか : フットサルトップチームにおける下肢の傷害. 整スポ会誌, 29 : 242, 2009.
- 5) 武長徹也ほか : Fリーグに所属するフットサルチームにおけるスポーツ傷害. 整スポ会誌, 30 : 51-54, 2010.
- 6) 西森康浩ほか : フットサルトップチームにおける傷害の管理—トップとサテライトの比較—. 整スポ会誌, 31 : 176-179, 2011.
- 7) 澤口悠紀ほか : フットサルにおける傷害の特徴—地域リーグ所属チームのサポートを通して—. 整スポ会誌, 33 : 159-163, 2013.
- 8) 河野照茂 : 選手と指導者のためのサッカー医学. 財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会編, 金原出版, 東京 : 103-108, 2005.
- 9) Ribeiro RN et al : Epidemiologic analysis of injuries occurred during the 15th Brazilian indoor soccer (Futsal) sub20 team selection championship. Rev Bras Med Esporte, 12 : 1-4, 2006.
- 10) Ribeiro CZP et al : Relationship between postural changes and injuries of the locomotor system in indoor soccer athletes. Rev Bras Med Esporte, 9 : 98-103, 2003.
- 11) Agel J et al : Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries : National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2002-2003. J Athl Train, 42 : 270-277, 2007.
- 12) 白石 稔ほか : 選手と指導者のためのサッカー医学. 財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会編, 金原出版, 東京 : 109-119, 2005.
- 13) 山村俊昭 : サッカーとスポーツ障害・外傷. 治療, 88 : 1672-1676, 2006.
- 14) Abernethy L et al : Strategies to prevent injury in adolescent sport : a systematic review. Br J Sports Med, 41 : 627-638, 2007.

解剖学的2束前十字靭帯再建術における遺残組織の温存が移植腱の再構築過程に与える効果：MRIを用いた臨床研究

The Effect of Ligament Remnant Tissue Preservation on Tendon Healing in Anatomic Double-bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: a Clinical Study Using Magnetic Resonance Imaging

小野寺 純¹⁾ Jun Onodera 近藤 英司²⁾ Eiji Kondo
北村 信人¹⁾ Nobuto Kitamura 安田 和則¹⁾ Kazunori Yasuda

● Key words

Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : Remnant tissue preservation : Magnetic resonance image

● 要旨

解剖学的2束 ACL 再建術における遺残組織の温存が、移植腱の再構築過程に与える効果を術後1年時のMRIを用いて検討した。対象は、膝屈筋腱を用いて2束 ACL 再建術を行ない、遺残組織で移植腱を被覆した29例(P群)、および被覆を行なわなかった9例(C群)である。MRI評価はT2強調像を用い、移植腱実質部のSIR(signal intensity ratio)と、骨孔の関節開口部における移植腱周囲の高輝度像の有無を両群で比較した。骨孔開口部において高輝度像が観察された症例は、大腿骨側の後外側線維束でP群がC群より有意に少なかった。SIRは、P群で前内側および後外側線維束ともに低い傾向があったが、群間に有意差はなかった。本研究は、解剖学的2束 ACL 再建術における遺残組織の温存が、骨孔内の移植腱固着に有利に働く可能性を示唆した。

はじめに

近年、膝前十字靭帯(ACL)の遺残組織内には、血管やMechanoreceptorの存在が証明され、それらの温存は、移植腱の再構築過程を促進させる可能性がある^{1,2)}。そこで筆者らは、遺残組織を温存した解剖学的2束ACL再建術(RT法)を開発し、RT法の膝前方安定性は従来の再建術に比べて有意に低値であることを報告し

た^{3,4)}。しかし、2束ACL再建術における遺残組織温存の臨床的効果はいまだ明らかではない。一方、MRIにおける移植腱実質部や骨孔内の輝度変化は、移植腱の再構築過程を反映し、移植腱の成熟とともに低輝度変化を示すことが明らかとなっている⁵⁾。そこで行なった本研究の目的は、解剖学的2束ACL再建術における遺残組織の温存が、移植腱の再構築過程に与える効果をMRIを用いて検討することである。

小野寺純
〒060-8638 札幌市北区北15条西7丁目
北海道大学大学院医学研究科機能再生医学講座
スポーツ医学分野
TEL 011-706-7211/FAX 011-706-7822

- 1) 北海道大学大学院医学研究科機能再生医学講座スポーツ医学分野
Department of Sports Medicine and Joint Surgery, Hokkaido University Graduate School of Medicine
- 2) 北海道大学大学院医学研究科スポーツ先端治療開発医学講座
Department of Advanced Therapeutic Research for Sports Medicine, Hokkaido University Graduate School of Medicine

症例と方法

症例は、2009～2012年に解剖学的2束ACL再建術を行ない、術後1年でMRI撮影を行なった38例である。性別は男性19例、女性19例、手術時平均年齢は31歳(14～58歳)であった。

手術は、術中に遺残組織の評価を行ない、Crain分類⁶⁾の1～3型に対してはRT法を行なった³⁾。一方、遺残組織の連続性のない4型には従来の再建術を行なった。RT法は、すでに報告した手技にて行なった³⁾。遺残組織の近位と遠位両端は剝離せず、X線透視下にHole in one guideであるWire-navigator(Smith and Nephew Japan, Tokyo, Japan)を用いた経脛骨手技で前内側線維(AM)束および後外側線維(PL)束の脛骨骨孔と大腿骨骨孔をそれぞれ作製した。次に遺残組織の中を通して2本の膝屈筋腱ハイブリッド代替材料を移植した。移植材料は、膝10°屈曲位でおおの30Nの初期張力を与え、2本のステープルを用いて固定した³⁾。手術終了時に2本の移植腱を近位部、中央部、および遠位部に3等分し、以下の評価を行なった。移植腱の遺残組織による被覆率に関してA(100～75%)、B(75～50%)、C(50～25%)、およびD(25～0%)の4段階評価を行ない、A:3点、B:2点、C:1点、D:0点として点数化した。そしてAM束、PL束の合計点数が5点以上の症例、すなわち遺残組織で移植腱の25%以上を被覆し得た29例(遺残組織温存群)をP群(平均年齢30.0歳)、それ以外の症例の9例(遺残組織非温存群)をC群(平均年齢23.3歳)として解析を行なった(図1)。

全症例に対して、術後1年時に再建した膝関節のMRI検査(Achieva 1.5T, Philips Medical Systems, Best, Netherlands)を行なった。MRI評価は、撮影したT2強調画像を画像解析ソフト(ZioTerm2009, Ziosoft, Tokyo, Japan)を用いてmulti-planar reconstruction(MPR)像に再構成した。AM束およびPL束の移植腱実質部中央における20mm²のregion-of-interest(ROI)(図2)を計測し、同一画像上の膝蓋腱のROIを用いて標準化した比(signal intensity ratio; SIR)を移植腱実質部の輝度信号変化として両群で比較した⁷⁾。さらに大腿骨および脛骨骨孔の関節開口部における移植腱周囲の高輝度像の有無を、前述したT2強調条件でのMPR像を用いて両群で比較した(図3)⁵⁾。画像評価は3回施行され、検者内信頼性の検討として、移植腱周囲の高輝度像の有無について、3回の平均値を使用し、95%信頼区間(confidence interval; CI)により級内相関係数(intraclass correlation coefficient; ICC)を求めた。また、検者間信頼性を求め

るため、2名の異なる検者が別々に画像評価を行ない結果を検討した。画像評価の結果に対する統計学的検討は、Mann-Whitney検定、 χ^2 検定を用い、有意水準は5%未満とした。

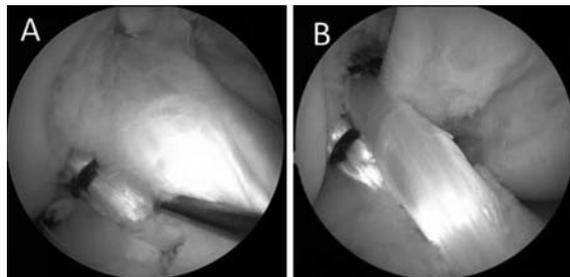


図1 A. 遺残組織で移植腱の25%以上を被覆し得たP群, B. 遺残組織非温存C群

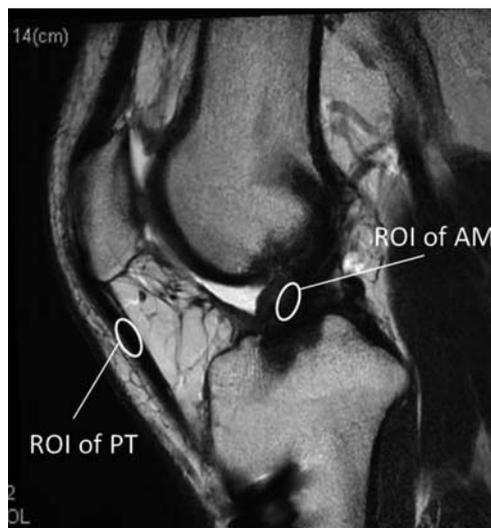


図2 T2強調画像、腱実質部中央における同面積のregion-of-interest(ROI)を計測し、膝蓋腱のROIを用いて標準化した(AM; 前内側線維束, PT; 膝蓋腱)

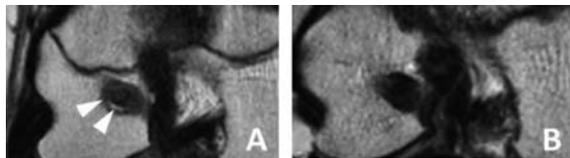


図3 MRI冠状断におけるPL骨孔内高輝度像の有無: A. あり(矢印), B. なし

結 果

移植腱実質部の SIR は、P 群で AM 束が平均 1.42 および PL 束が 2.17 であった。一方、C 群では、AM 束が平均 2.16 および PL 束が 2.89 であった。P 群は、C 群に比べて AM 束および PL 束ともに SIR が低い傾向があったが、群間に有意差はなかった(表 1)。

各骨孔の関節開口部における移植腱周囲の輝度変化に関して、検者内および検者間信頼性は、それぞれ 0.98 (CI 0.93~0.99), 0.96 (CI 0.92~0.98) であった。大腿骨側の PL 束骨孔では、P 群の 17%, C 群の 44% に高輝度像が観察された。P 群は、C 群に比べて有意に高輝度像の出現が少なかった ($p=0.023$)。大腿骨側の AM 束に関しては、P 群 0%, C 群 11% と有意差はなかった。一方、脛骨側に関しては、AM 束および PL 束ともに群間に差はなかった(表 2)。

考 察

本研究では、解剖学的 2 束 ACL 再建術における遺残組織の温存が、移植腱の再構築過程に与える効果を MRI を用いて検討した。その結果、遺残組織温存群では、大腿骨側における PL 束の移植腱と骨孔壁間の高

輝度像の出現が、非温存群に比較して有意に少なかった。また、遺残組織温存群では移植腱実質部の輝度変化が AM 束および PL 束で早期に起こる傾向が認められた。

Uchio ら⁵⁾は、MRI における移植腱実質部の輝度変化は移植腱の再構築過程を反映し、成熟とともに低輝度変化を示すと報告した。また、Sonoda ら⁸⁾は、膝屈筋腱を使用した 2 束 ACL 再建術後において、移植腱が高輝度変化を示した群では膝前方不安定性が有意に高く、pivot shift 陽性率が高いと報告した。本研究では、移植腱実質部の信号変化に関して、遺残組織温存群は非温存群と比較して、実質部が低輝度を示す傾向が認められた。この事実は、遺残組織の温存が、移植腱実質部の再構築過程に影響を与える可能性を示唆した。

一方、MRI における骨孔内の輝度変化は、移植腱の骨孔内治癒過程を反映し、移植腱と骨との固着が完成する時期には低輝度像を示すと報告されている⁵⁾。2 束 ACL 再建術における MRI 評価では、PL 骨孔内の輝度変化は AM 骨孔のそれに比べ、高輝度像を示すことが多い⁹⁾。これは、PL 束が AM 束に比べて長さ変化が大きく、とくに伸展位付近においては高い張力が負荷されるなど力学的環境の差を反映した結果であることが推察される。本研究において、非温存群では 44% の症例で大腿骨側の PL 移植腱と骨孔壁間に高輝度像が観察された。しかし、遺残組織温存群は、非温存群に比べて有意に高輝度像の出現が少なかった。この結果は、非温存群における PL 骨孔内治癒は、術後 12 ヶ月においても未完成である可能性を示唆した。近年、Wu, Sun ら^{2,10)}は、基礎研究において、遺残組織温存群では移植腱の血流増加が認められ、移植腱と骨との固着が促進されることを報告した。以上の結果は、遺残組織の温存が、骨孔内への関節液の進入を防ぎ、骨孔内における移植腱固着に有利に働く可能性を強く示唆した。

本研究の limitation として、1) 二群間の患者数にばらつきがあり、比較の対象としての母集団が少ないこと、2) 術後 12 ヶ月の短期評価であることがあげられる。今後は、対象を追加し、長期成績を評価する予定である。

結 語

解剖学的 2 束 ACL 再建術における遺残組織の温存が移植腱の再構築過程を MRI を用いて検討した。遺残組織温存群の大腿骨側 PL 骨孔における高輝度像の出現は、非温存群に比べて有意に少なかった。遺残組織の温存は、移植腱の骨孔内治癒を促進する可能性を示唆した。

表 1 移植腱実質部分の SIR (AM 束または PL 束の ROI/膝蓋腱の ROI), 平均±標準偏差

	AM	PL
P 群	1.42 ± 0.82	2.17 ± 1.38
C 群	2.16 ± 1.42	2.89 ± 1.59
<i>p</i> 値	0.135	0.280

表 2 MRI T2 強調像における関節開口部での移植腱と骨孔壁間での高輝度像の有無

高輝度像	AM		PL	
	+	-	+	-
大腿骨				
P 群	0	29(100%)	5(17%)	24(83%)
C 群	1(11%)	8(89%)	4(44%)	5(56%)
<i>p</i> 値	N.S.		0.023	
脛骨				
P 群	3(10%)	26(90%)	5(17%)	24(83%)
C 群	2(22%)	7(78%)	1(11%)	8(89%)
<i>p</i> 値	N.S.		N.S.	

文 献

- 1) Adachi N et al : Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand*, 73 : 330-334, 2002.
- 2) Wu B et al : Preservation of remnant attachment improves graft healing in a rabbit model of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 29 : 1362-1371, 2013.
- 3) Yasuda K et al : A pilot study of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with ligament remnant tissue preservation. *Arthroscopy*, 28 : 343-353, 2012.
- 4) Kondo E et al : Effects of remnant ligament tissue preservation on the clinical outcome after anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : One-year follow-up and second-look arthroscopic evaluations. *ISAKOS 2013 Congress transactions*, 2013.
- 5) Uchio Y et al : Determination of time of biologic fixation after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons. *Am J Sports Med*, 31 : 345-352, 2003.
- 6) Crain EH et al : Variation in anterior cruciate ligament scar pattern : does the scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament-deficient knees? *Arthroscopy*, 21 : 19-24, 2005.
- 7) Miyawaki M et al : Signal intensity on magnetic resonance imaging after allograft double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22 : 1002-1008, 2014.
- 8) Sonoda M et al : Correlation between knee laxity and graft appearance on magnetic resonance imaging after double-bundle hamstring graft anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 35 : 936-942, 2007.
- 9) Tanaka Y et al : MRI analysis of single-, double-, and triple-bundle anterior cruciate ligament grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22 : 1541-1548, 2014.
- 10) Sun L et al : Comparison of graft healing in anterior cruciate ligament reconstruction with and without a preserved remnant in rabbits. *Knee*, 20 : 537-544, 2013.

足二分舟状骨の経過観察中に反対側の舟状骨疲労骨折を発症した1例

A Case of Bipartite Navicular Accompanied Contralateral Navicular Stress Fracture

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

● Key words

Bipartite navicular : Stress fracture : Contralateral

● 要旨

初診時年齢 11 歳の男児。ジャンプ時の両足痛を主訴に受診した。単純 X 線像で両足舟状骨の異常(左：分離像，右：扁平像)を認め、足底板の使用で症状が軽快した。2 年後に両足痛が悪化し当科を再診した。この時の単純 X 線像，CT 像では左足に二分舟状骨および右足に舟状骨疲労骨折を認めた。足底板を再度作製したところ，疼痛が改善し，バレーボールに復帰した。最終観察時の単純 X 線像では左足は二分舟状骨を，右足は初診時の左足に類似した舟状骨の分離像を認めたが，症状は軽快していた。本症例では初診時の左足 X 線像と 3 年後の最終観察時の右足 X 線像が類似しており，疲労骨折が原因となり二分舟状骨が発生する可能性が示唆された。

はじめに

足二分舟状骨は 1927 年に Müller¹⁾が初めて報告し，その原因については諸説がある。今回足二分舟状骨の経過観察中に反対側の舟状骨疲労骨折を合併した 1 例を経験したので報告する。

症 例

初診時年齢：11 歳 男子。

現病歴：11 歳時よりバレーボールを始めたが，そのころよりジャンプ時の両足痛を訴え，当院初診した。

両足舟状骨背部に疼痛および圧痛を認めたが，腫脹は

認めなかった。単純 X 線像で両足舟状骨の異常(左：分離像，右：扁平像)を認めた(図 1)。舟状骨を下面から支えるため，アーチサポートを中心とした足底板を使用したところ，スポーツ活動時の疼痛はほぼ消失したため，半年に一度程度の経過観察とした。

2 年後に中学に進学，さらに学校の部活動に加えて県代表に選出されたため運動量が増えた直後より，両足部痛が悪化しスポーツ活動に影響したため，経過観察時以外に当院を受診した。両足舟状骨背部に圧痛，叩打痛を認めたが腫脹は認めなかった。単純 X 線像，CT 像では左足の二分舟状骨および右足の舟状骨疲労骨折を認めた(図 2,3)。

前回作製した足底板のアーチサポート部が低くなっていったため，アーチを高くするよう足底板を再度作製した

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

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



図1 初診時単純X線像(A 両足正面像, B 左足側面像, C 右足側面像)



図2 症状悪化時単純X線像 両足正面像

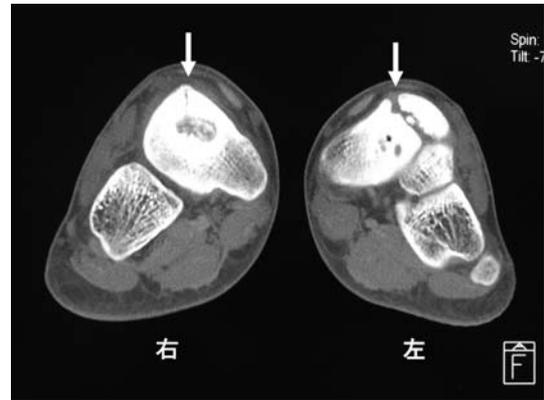


図3 症状悪化時単純CT像

ところ、1ヵ月程度で疼痛が軽減しバレーボールに復帰した。右足に関しては時折、軽度の疼痛が半年程度持続したがバレーボール活動に支障はなかった。最終観察時(14歳時)の単純X線像では左足は二分舟状骨を、右足は初診時の左足に類似した舟状骨の分離像を認めた(図4)。

考 察

二分舟状骨の病態はMüller¹⁾によって第一ケーラー病の後遺症として1927年に初めて報告された。

Brailsford²⁾は1953年に扁平足を伴う稀少な症候群として、舟状骨の分離症という用語を初めて用いた。

二分舟状骨の原因としてWiley³⁾らは第一ケーラー病の後遺症、副骨、舟状骨の一次骨端核の分裂、舟状骨の外側1/3の阻血性壊死、外傷、舟状骨内の2つの骨化中心の存在をあげているがはっきりとした原因はわかっていない。

このまれな病態の二分舟状骨に、反対側の舟状骨疲労骨折が合併したという報告はわれわれが渉猟しえた限りはなかった。

Coughlin⁴⁾は二分舟状骨について急性骨折や疲労骨折



図4 最終観察時 X 線像(A 両足正面像, B 左足側面像, C 右足側面像)

とは画像所見が異なるため、別の病態であり区別すべきであると述べている。しかし本症例では初診時の左足 X 線像と 3 年後の最終観察時の右足 X 線像が類似しており、疲労骨折が原因となり二分舟状骨が発生する可能性が示唆された。

舟状骨疲労骨折の個体要因として横江ら⁵⁾は第一中足骨短縮、足関節背屈制限、外反母趾、回内足をあげている。本症例では側面 X 線像で足底アーチの低下がみられ、アーチを高くするよう足底板を再度作製したところ症状の改善がみられたため、回内足を含めた足底アーチの低下が舟状骨疲労骨折の個体要因となりうる可能性があると思われた。

今回右足の舟状骨に疲労骨折を起こした際に痛みはあったものの競技参加は可能で、本人および保護者が足底板使用での運動継続を希望したため免荷指示や手術は行なわなかった。

舟状骨疲労骨折の治療については転位がないものは 6 週以上の免荷による保存的治療^{5,6)}、骨硬化が確認できる例や骨折部の開大が 1 mm 以上あるものは金属螺子による内固定を勧める報告がある⁶⁾。保存的治療については運動の軽減や中止のみでは骨癒合率が低いという報告が多い^{5,6)}。また小川ら⁷⁾は比較的早期に診断された思春期の舟状骨疲労骨折患者に経皮的骨穿孔術を行ない、骨癒合を得たと報告している。

本症例では右足の舟状骨疲労骨折が 1 年後に初診時の左足に類似した舟状骨の分離像へと進展したことを考えると、右足の疲労骨折受傷時に、短期的な競技参加の可否のみにとらわれることなく、患者および保護者に治療の選択肢および予後について説明し、ある程度の免荷による保存治療または手術療法を行なう必要があったと考える。

今後も定期的な経過観察を行なう必要があるが、右足については二分舟状骨への伸展を防ぐための骨接合術への本人および保護者の同意が得られた場合には、疲労骨折部の搔把および金属螺子による骨接合術を行なうという選択肢もあると思われる。左足についても二分舟状骨が症候性となり保存的治療が無効な場合には杉本ら⁶⁾が勧めるように、骨移植を併用したヘッドレススクリューによる内固定等の手術的治療を考慮しなければならないと思われる。

本症例のように思春期に競技レベルが高いとチームのレギュラーや選抜チームに選出されることが多くなり、必然的に運動量が増える。そのため疲労骨折等のオーバーユースまたはマルユースによる障害が増えると思われる。有望な選手の前途を閉ざさないためにも、スポーツ指導者への啓発や大会時にメディカルチェックを行ないオーバーユースまたはマルユースによる障害を減らす取り組みが必要と思われる。また舟状骨疲労骨折はエリー

トアスリートに発生することが多く、安静時に疼痛が少ないことや圧痛が確認できないことがあるため見逃されることが少なくないとされている⁶⁾ため、このような本骨折の特徴を理解し、足部の疼痛を訴えるエリートアスリートの鑑別疾患の1つとして念頭に置く必要があると考える。

文 献

- 1) Müller W : Über eine eigenartige doppelseitige Veränderung des Os naviculare pedis beim Erwachsenen. Dtsch Z Chir, 1-2 : 84-89, 1927.
- 2) Brailsford JF : Osteochondritis of the adult tarsal navicular. J Bone joint Surg Am, 21 : 111-120, 1939.
- 3) Wiley JJ et al : The bipartite tarsal scaphoid. J Bone Joint Surg Br, 63 : 583-586, 1981.
- 4) Coughlin MJ : Mann's Surgery of the foot and ankle. 9th ed. Elsevier Saunders, Philadelphia : 553-554, 2014.
- 5) 横江清司ほか : 足部の疲労骨折. J Clin Rehabil, 14 : 656-658, 2005.
- 6) 杉本和也ほか : 舟状骨疲労骨折の病態, 診断および治療. MB orthop, 25 : 45-50, 2012.
- 7) 小川宗宏ほか : 経皮的骨穿孔術が奏効した足舟状骨疲労骨折の1例. 臨整外, 39 : 1009-1011, 2004.

後半月大腿靭帯の断端によって膝関節ロッキングを生じた 1 例

Locked Knee Caused by the Posterior Meniscomfemoral Ligament Stump : a Case Report

崎村 陸¹⁾ Riku Sakimura河野 真司²⁾ Shinji Kohno

● Key words

Wrisberg ligament : Knee : Arthroscopy

● 要旨

12歳男児が軽微な外力で左膝痛を発症し、その3.5ヵ月後にロッキング症状をきたした。関節鏡所見では後内側コンパートメントに充血を伴った白色の軟部組織が観察され、その基部は靭帯様組織として大腿骨内側顆の後十字靭帯起始部後方に付着していた。この軟部組織はプロービングにて顆間まで容易に引き出され、切除したところ、術後症状は消失し、経過は良好であった。病理組織所見では肉芽組織の形成に連続した靭帯様の線維構造がみられた。以上の所見より、後半月大腿靭帯の断端が顆間部に迷入し膝関節のロッキングを生じたと考えられた。これまでに後半月大腿靭帯の損傷や断裂についての報告はなく、極めてまれな症例であると思われた。

はじめに

今回、関節鏡視下の所見と病理組織像から、後半月大腿靭帯の断端によって膝関節ロッキングを生じた1例を経験したので報告する。

症 例

患者：12歳男児。

家族歴・既往歴：特記すべきことなし。

主訴：左膝痛、ロッキング症状。

現病歴：2013年5月中旬に椅子から立ち上がる際に左膝に轢音を感じ、痛みが出現した。全力疾走は可能であるものの、椅子からの立ち上がり動作での痛みが続くため、7月に当科を初診した。その後、症状は一旦改善傾向であったが、8月初旬から数分で自然解除されるロ

ッキング症状を繰り返すようになり、8月末に自然解除不能なロッキング症状を生じた。

初診時現症：左膝関節に軽度の膝蓋跳動を触知し、McMurrayテストで内側関節裂隙に痛みが誘発された。可動域は伸展0°、屈曲140°と制限を認めず、動揺性もみられなかった。

ロッキング症状時現症：可動域は伸展-70°、屈曲140°と伸展が制限されており、伸展を強制すると膝窩部内側の痛みが誘発された。局所麻酔薬を左膝関節内に注入し、伸展を強制することでロッキングは解除された。

血液検査所見：特記すべき所見なし。

画像所見：単純X線像とCTでは明らかな異常所見を認めなかった。一方、MRI矢状断面にて、後十字靭帯後方にT1強調画像で低信号(図1a)、T2強調画像で高信号(図1b)、T2強調脂肪抑制画像で内部が低信号、辺縁が高信号の腫瘤像を認めた(図1c)。この病変は冠

崎村 陸
〒812-0033 福岡市博多区大博町1-8
原三信病院整形外科
TEL 092-291-3434

1) 原三信病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Harasanshin Hospital
2) 原三信病院臨床病理部
Department of Clinical Pathology, Harasanshin Hospital

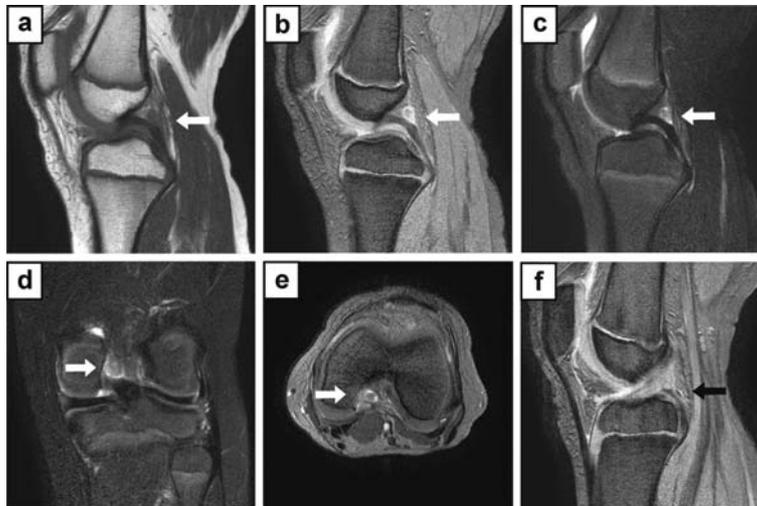


図1 左膝 MRI
 a: 矢状断面 T1 強調画像, b: T2 強調画像(T2), c: 脂肪抑制 T2 強調画像(T2/FS), d: 冠状断面 T2/FS, e: 横断面 T2/FS. 病変(白矢印)は大腿骨内側顆の後十字靭帯付着部高上方の壁に接するように存在している. f: 矢状断面 T2 にて後十字靭帯後方に正常な信号を示す靭帯像も認められる(黒矢印).

状断面と横断面にて大腿骨内側顆の後十字靭帯付着部後上方の壁に接するように存在していた(図1d,e).

手術所見: 上記の所見から遊離体や限局型色素性絨毛結節性滑膜炎などを疑い、関節鏡を施行した。鏡視の所見では膝蓋上嚢, 内外側谷, 前十字靭帯, 後十字靭帯, 内側半月板, および関節軟骨に異常を認めなかった。外側半月板後角には変性を伴う軽度の損傷を認めたが, 不安定性は認めなかった(図2a)。大腿骨内側顆と顆間隆起の間から後内側コンパートメントへ関節鏡を挿入すると, 後内側コンパートメントには軽度の滑膜炎がみられ, 後十字靭帯付着部後方に充血を伴った表面平滑な白色の軟部組織を認めた(図2b)。この軟部組織の末端は赤色調に腫大しており, プロービングにて顆間まで容易に引き出され, その基部は靭帯様組織として大腿骨内側顆の後十字靭帯起始部後方に連続していた(図2c,d)。これを piece by piece に切除した。

病理組織所見: Hematoxylin-Eosin 染色にて摘出した標本の先端部分には出血, フィブリンの析出, 浮腫を伴う未熟な間葉系組織, いわゆる肉芽組織が認められた(図3a,b)。また, これに連続した基部の部分には靭帯様の線維構造がみられた(図3c)。そこで, 膠原線維が青く染まる Masson trichrome 染色を追加したところ, 基部の部分には血管新生や変性所見を伴うが, 波打った膠原線維が長軸方向に平行に並ぶ靭帯・腱組織に特徴的な構造が認められた(図3d,e)。

術後経過: 術後はすみやかに症状が軽快し, 1年を経過した現在も愁訴はまったくなく, 日常生活とスポーツ活動が行なえている。

考 察

後半月大腿靭帯, いわゆる Wrisberg ligament は大腿骨内側顆の後十字靭帯付着部後方に起始し, 後十字靭帯後方を通り, 外側半月板後角に停止する¹⁾。関節鏡視でみられた靭帯様組織は大腿骨内側顆の後十字靭帯起始部後方に付着しており, その解剖学的位置関係が後半月大腿靭帯と一致していた。また, この靭帯様組織は Masson trichrome 染色による病理組織所見から変性を伴うものの靭帯・組織に特徴的な構造がみられ, 靭帯以外の滑膜, 半月板や腫瘍性病変などではないことが証明された。以上の所見から今回の症例の病態は, 後半月大腿靭帯が外側半月板後角付着部で断裂した結果, 肉芽組織増生によって腫大した断端が顆間部に迷入し膝関節のロッキングを生じたもの, と推察された。さらに, 関節鏡所見で認められた外側半月板後角損傷部の変性所見は, 症状発現してから手術までの期間である約3.5ヵ月での変化として矛盾しない。よって, 後半月大腿靭帯の断裂と外側半月板後角の損傷が同時に起こった可能性もあると考えられた。

術前の検査では血液検査, 単純 X 線と CT で異常な

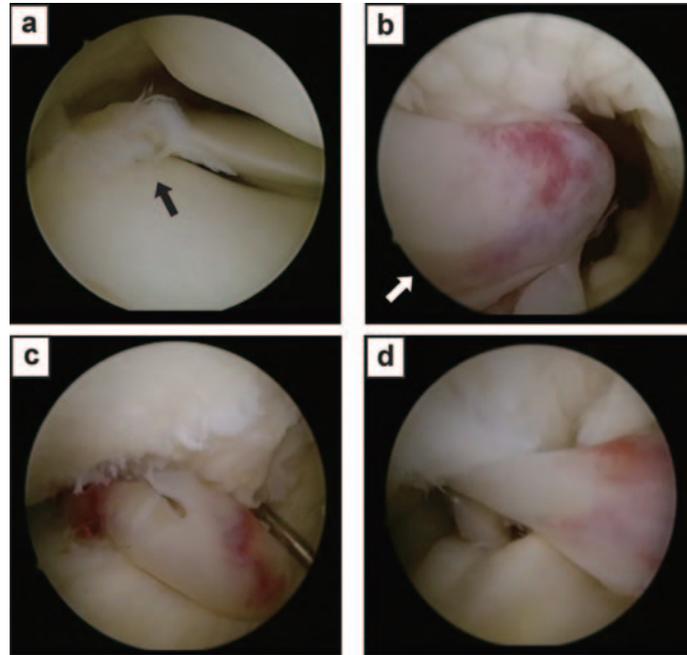


図2 手術所見

a：外側半月板後角の変性を伴う軽度の損傷(黒矢印)，b：後十字靭帯附着部後方の軟部組織(白矢印)，c：プロービングにて顆間部まで容易に引き出された，d：基部の靭帯様組織。

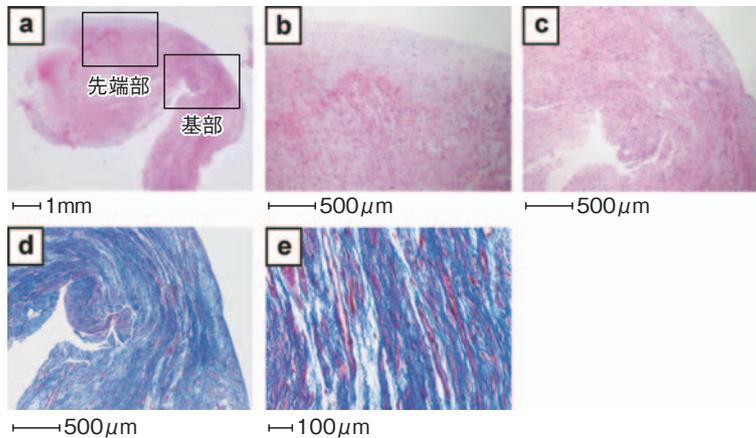


図3 病理組織像

a：Hematoxylin-Eosin 染色された標本の弱拡大像，b：先端部分のいわゆる肉芽組織，c：基部に位置する線維構造，d：線維構造部の Masson trichrome 染色像，e：強拡大像にて波打った膠原繊維が長軸方向に平行に並んでいる。

く，MRIにて腫瘍病変が認められた。鑑別診断としては遊離体や限局型色素性絨毛結節性滑膜炎などが考慮されたが，MRIを再検討しても，T1強調画像にて低信号，T2強調画像で高信号という非特異的な腫瘍像であることから，これらを鑑別し除外することは困難であ

る。診断を確定するためには関節鏡検査，それも前方コンパートメントにとどまらず，後方コンパートメントの鏡視が必須であった。

通常，後半月大腿靭帯はMRI矢状断面で後十字靭帯の後方にみられる²⁾。これは本症例の信号変化の位置と

一致するが、さらに後十字靭帯後方から外側半月板後角にかけて連続する正常な信号を示す靭帯像も認められた(図1f)。後半月大腿靭帯の近位部が2本の線維束に分かれていた例はNagasakiらによる屍体膝を用いた解剖学的研究で報告されている³⁾。また、Choらは同様の研究によって28屍体膝を調べたところ、25膝に後半月大腿靭帯が存在しており、そのうち6膝において後半月大腿靭帯の近位付着部の破格を同定した⁴⁾。今回の症例もこのような後半月大腿靭帯の変異形を基礎に、2本の線維束のうち1本が断裂したと推測された。

興味深いことに、Bintoudiらは29~73歳(平均46歳)の年齢範囲の膝関節MRIを調べた結果、年齢が上がるほど後半月大腿靭帯の存在頻度が減少すると報告した⁵⁾。また、Gupteらは18~96歳(平均67歳)の新鮮凍結屍体膝でも同様な結果を確認しており、後半月大腿靭帯は年齢とともに損傷や変性で消失する可能性があると考えた⁶⁾。しかしながら、われわれが渉猟しえた限りでは、後半月大腿靭帯の損傷や断裂についての報告はこれまでにまったくない。その理由として、たとえ損傷や断裂が存在しても、本症例のようなロッキング症状を生じない限り、無症候性である可能性がある。また、一時的にロッキング症状を呈した場合でも、断端の肉芽組織は柔らかく脆いので、自然解除されることも考えられる。本症例は、関節鏡所見と病理組織所見から後半月大

腿靭帯の断裂が確認された点において、極めてまれであると思われる。

文 献

- 1) Han SH et al : The posterior meniscomfemoral ligament : morphologic study and anatomic classification. Clin Anat, 25 : 634-640, 2012.
- 2) Erbagci H et al : An MRI study of the meniscomfemoral and transverse ligaments of the knee. Surg Radiol Anat, 24 : 120-124, 2002.
- 3) Nagasaki S et al : The incidence and cross-sectional area of the meniscomfemoral ligament. Am J Sports Med, 34 : 1345-1350, 2006.
- 4) Cho JM et al : Variations in meniscomfemoral ligaments at anatomical study and MR imaging. Skeletal Radiol, 28 : 189-195, 1999.
- 5) Bintoudi A et al : Anterior and posterior meniscomfemoral ligaments : MRI evaluation. Anat Res Int, 2012 : 839724, 2012.
- 6) Gupte CM et al : Meniscomfemoral ligaments revisited. Anatomical study, age correlation and clinical implications. J Bone Joint Surg Br, 84 : 846-851, 2002.

早期診断・手術によりシーズン中の復帰を果たした バレーボール女子 Vリーグ選手の転位のない手舟状骨骨折の 1 例

A Case Report : a V-League Volleyball Player with Undisplaced Scaphoid Fracture Has Returned to the Games in a Season by Early Diagnosis and Surgical Treatment

若林 良明^{1,2)} Yoshiaki Wakabayashi 柳下 和慶^{3,4)} Kazuyoshi Yagishita
 榎本 光裕^{3,4)} Mitsuhiro Enomoto 小柳津卓哉^{1,4)} Takuya Oyaizu
 宗田 大⁵⁾ Takeshi Muneta 大川 淳¹⁾ Atsushi Okawa

● Key words

バレーボール, 舟状骨骨折
 Volleyball : Scaphoid fracture

●要旨

バレーボール女子 Vリーグ選手の手舟状骨骨折(type A2)に対し, 背側から headless screw を刺入し骨接合術を行なった. 術後 1 週から可動域訓練を開始し, 高気圧酸素療法を併用して腫脹軽減処置を図り, 術後 2.5 週からテーピング使用下に実戦復帰した. 術後 1.5 ヶ月で骨癒合を確認し, 術後 3 ヶ月の背屈/掌屈可動域 80/80(健側 85/90), 握力 33.5 kg(健側 37.5 kg), qDASH 4.5, DASH-Sports 12.5 と成績は良好であった. 早期診断と強固な内固定のみならず, トレーナーとの連携, 競技特性や選手のチーム内での役割の正確な把握が, 骨癒合前の超早期復帰を許可するうえで重要であった.

はじめに

スポーツ選手にとってレギュラーシーズン中の骨折の受傷は以後の試合からの戦線離脱を意味し, 個人やチー

ムの成績・戦績に多大なダメージを与える. 今回筆者らはシーズン中に手舟状骨骨折を受傷したバレーボール女子 Vリーグ選手に骨接合術を行ない, 術後 2.5 週から実戦復帰を果たした 1 例について, 早期復帰の条件などの考察を加え報告する.

若林良明
 〒 231-8682 横浜市中区新山下 3-12-1
 横浜市立みなと赤十字病院整形外科
 TEL 045-628-6100/FAX 045-628-6101
 E-mail y-wakabayashi.orth@yokohama.jrc.or.jp

- 1) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科整形外科学分野
 Department of Orthopaedic and Spinal Surgery, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
- 2) 横浜市立みなと赤十字病院整形外科
 Department of Orthopaedic Surgery, Yokohama City Minato Red Cross Hospital
- 3) 東京医科歯科大学スポーツ医歯学センター
 Center for Sports Medicine and Sports Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
- 4) 東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部
 Hyperbaric Medical Center, Tokyo Medical and Dental University
- 5) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科運動器外科学分野
 Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

症 例

21歳女性、バレーボール女子Vプレミアリーグのレギュラー選手、身長180cm以上の長身のミドルブロッカーで右利き。試合中のブロックで、選手本人によればボールの空気孔の固い部分が左手関節橈掌側に当たり、以後同部の疼痛・腫脹を自覚したが、そのままプレーを続行した。翌日もテーピング固定をして痛みを感じつつも試合に出場し、受傷2日後に当科を受診した。初診時、左手関節橈側の腫脹、および舟状骨結節のやや尺側とsnuff boxに圧痛を認め、舟状骨骨折が疑われたが、単純X線像、およびCTにて骨折は判然としなかった(図1)。MRIにて舟状骨腰部にT1で低輝度、T2で高輝度の骨折線を認め(図2)、Filan/Herbert分類¹⁾ type A2の左手舟状骨骨折と診断した。

受傷したのがリーグ戦の真最中であり、患者(選手)、チームともに手術療法と一刻も早い試合復帰を希望した。受傷9日後に、背側小皮切からheadless screw

(DTJ screw)を順行性に刺入して骨接合術を行なった(図3)。術後は早期腫脹軽減を目的として高気圧酸素療法²⁾を行ない、術後1週まで手関節から母指までをギプスシーネにて外固定した後、可動域訓練を開始した。術後2週時、可動域は手関節背屈60°、掌屈70°と順調に回復し、非伸縮性のテーピング固定にて練習に復帰した。術後19日の公式戦から、疼痛増強時にはプレーを中断して交代するよう本人・トレーナーに指示したうえで、リーグ戦に復帰した。

週末の試合出場直後は手術創部を中心としたびまん性の腫脹と痛みを生じていたが、週明けに高気圧酸素療法による腫脹低減処置を施すことで腫れと痛みはコントロールできた。リーグ後半戦にはほぼフル出場し、戦績が低迷していた所属チームを下位リーグとの入替戦出場の危機から救った。リーグにおける通年のアタック決定率、ブロック得点数はチーム内1位、サーブ効果率もチーム内2位であった。

リーグ終了間際の術後1.5ヵ月時、手術でアプローチした手背の伸筋腱腱鞘に少量の遅発性血腫を認め、穿刺



図1 初診時の単純X線像(a)およびCT像(b,c)。明らかな骨折線を指摘できない。

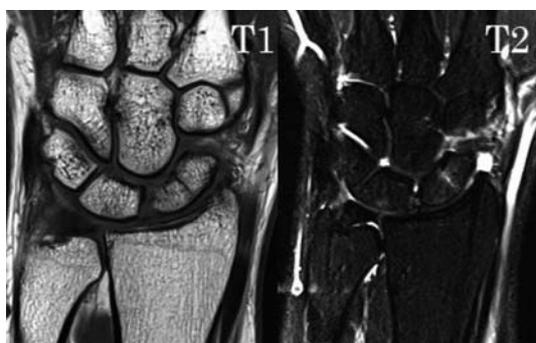


図2 初診時の単純MRI像。舟状骨腰部にT1で低輝度、T2で高輝度の骨折線を認め、Filan/Herbert分類 type A2の舟状骨骨折と診断した。



図3 背側進入によるDTJを用いた骨接合術直後の単純X線像。



図4 術後6週の単純X線像。骨折部に骨硬化が起こり、骨癒合傾向を確認した(矢印)。

吸引処置を要したが⁸、同時期から骨折部に一致した淡い骨硬化像を認め(図4)、骨癒合傾向を確認できた。術後3ヵ月での背屈/掌屈可動域は80/80(健側85/90)、握力33.5kg(健側37.5kg)、qDASH³⁾4.5、DASH-Sports³⁾12.5と成績は良好であったが、術後5ヵ月時に別件の外傷として同側の左手関節TFCC損傷を受傷し、術後6ヵ月での成績は背屈/掌屈80/70、qDASH20.5、DASH-Sports25、PRWE⁴⁾44となった(図5)。

考 察

バレーボールは転倒機会の少ない競技特性上、舟状骨骨折の受傷頻度は比較的低い。佐々木ら⁵⁾はスポーツによる手根骨骨折42骨折のうち、舟状骨骨折が33骨折(78.6%)と最多であり、バレーボールによる受傷は2骨折(4.7%)であったと報告している。香月ら⁶⁾もスポーツ外傷で受傷した舟状骨骨折80例のうち、バレーボールによる受傷は2例(2.5%)であったと報告している。しかしひとたびバレーボール選手が舟状骨骨折を受傷してしまうと、手の使用頻度・負担が大きいスポーツであるため競技の継続に支障をきたし、手外科医・スポーツ整形外科医は選手・チームから一刻も早い復帰のための治療を迫られることになる。

本例がシーズン中に早期復帰を果たせた要因を考察する。舟状骨骨折は、スポーツ中に受傷した場合、患者が受傷してから受診するまでの期間が長く、偽関節となつてから受診することが多いことが知られているが⁷⁻⁹⁾、本例では受傷2日後の早期に受診し、早期にMRIで診断できたことが第1の要因としてあげられる。診断の遅れは治療の遅れ、復帰の遅れに直結する⁹⁾ため、受傷後



図5 術後6ヵ月時の背屈・掌屈。撮影1ヵ月前(術後5ヵ月)に別件の外傷として同側の左手関節TFCC損傷を受傷した影響で掌屈制限が認められる。

最初に選手に関わるトレーナーから、常に受傷状況などの報告・連絡ができるような体制を構築しておくことが非常に重要である。

本例では単純X線像、CTでも骨折が描出されず、MRIでのみ診断が可能であった。草野ら¹⁰⁾も、本例のようなMRIでのみ診断が可能であった舟状骨骨折が手術例33例のうち3例あったと報告している。したがって圧痛部位から骨折を疑った場合、見落としが少ない、すなわちsensitivityが高いという点からはMRI検査を行なうことがすすめられる。

また筆者らが骨癒合を待たずに早期復帰を許可した理由として、以下があげられる。

- 1) 受傷後プレーを続けていたにも関わらず転位が起きない安定型のtype A2の骨折であったこと。
- 2) 手術時、骨質が良好でスクリーアの固定性がよかったこと。
- 3) 高気圧酸素療法を導入して、早期から腫脹の軽減を図れたこと。
- 4) 可動域が術後2週の時点で背屈60°、掌屈70°と早期から回復していたこと。
- 5) 非利き手側の受傷で、守備にはあまり参加せず後衛ではリベロと交代するため、強打をオーバーハンドでレシーブする機会が少ないポジションだったこと。ただし試合中の咄嗟の「つなぎ」のプレーなどで、オーバーハンドのパスを完全に禁じることはできなかった。
- 6) 選手とチームが疼痛増強時にはすぐにプレーを中

断することを理解していたこと。

本例では以上のような好条件が揃っていたため、ある意味非常識とも考えられる骨癒合前の超早期復帰が可能であった。内倉ら¹¹⁾は全日本男子バレーボール選手の安定型舟状骨骨折に対し低出力超音波骨折治療器を用いて保存的に治療した結果、5週で骨癒合、10週で試合復帰を果たしたと報告しているが、本例はそれよりも極めて早く復帰したことになる。

バレーボールに限らず、一般的にスポーツ選手・チームは受傷後の早期復帰を希望するが、骨折加療後の復帰許可が早すぎると再骨折やインプラントの破損などの重大な合併症を生じかねない。スポーツ整形外科医が本症例のような超早期スポーツ復帰を許可するにあたっては、正しい手術手技の修得はもちろんのこと、競技特性や選手のチーム内での役割を正確に把握していなければならず、さらに再骨折やインプラント破損のリスクがあることを選手・チームに理解させ、万一そのような合併症が生じた場合には、それに対応する覚悟と技量までが求められると考えられる。

文 献

- 1) Filan SL et al : Herbert screw fixation of scaphoid fractures. J Bone Joint Surg Br, 78 : 519-529, 1996.
- 2) 柳下和慶ほか : 足関節捻挫に対する高気圧酸素療法の有効性. 整スポ会誌, 27 : 351-355, 2008.
- 3) Imaeda T et al : Validation of the Japanese Society for Surgery of the Hand version of the Quick Disability of the Arm, Shoulder, and Hand (Quick DASH-JSSH) questionnaire. J Orthop Sci, 11 : 248-253, 2006.
- 4) Imaeda T et al : Reliability, validity, and responsiveness of the Japanese version of the Patient-Rated Wrist Evaluation. J Orthop Sci, 15 : 509-517, 2010.
- 5) 佐々木孝ほか : スポーツによる手根骨骨折. 日手会誌, 9 : 679-681, 1992.
- 6) 香月憲一ほか : スポーツ外傷としての舟状骨骨折. 日手会誌, 16 : 71-74, 1999.
- 7) 中村蓼吾 : 舟状骨骨折(手術例). 臨床スポーツ医学, 8 : 383-388, 1991.
- 8) 田中寿一ほか : スポーツ選手における手舟状骨骨折の治療. 日手会誌, 9 : 717-721, 1992.
- 9) 若林良明ほか : トップレベルラグビー選手5例の手根部外傷の治療経験. 整スポ会誌, 34 : 179-183, 2014.
- 10) 草野 望ほか : 舟状骨骨折の病態—MRI と CT 所見からの検討. 日手会誌, 27 : 439-443, 2011.
- 11) 内倉長造ほか : ナショナルチームバレーボール選手の新鮮舟状骨骨折に超音波骨折治療を用い早期復帰した1例. 整スポ会誌, 23 : 319-323, 2004.

中学2年生に対しての運動器検診による傷害の実態調査と今後の課題

Results of School Musculoskeletal Check-ups for Second Graders of Junior High School and Future Directions

高橋 敏明¹⁾ Toshiaki Takahashi 三浦 裕正²⁾ Hiromasa Miura

● Key words

運動器検診, スポーツ障害, 中学生

Musculoskeletal check-ups : Sports injuries : Junior high school

● 要旨

平成 25 年度に愛媛県下 6 市 2 町の中学 2 年生を対象とし, 整形外科医の診察による運動器検診を実施した。検診同意者数 6,993 名であり, 直接検診対象者は 2,661 名で検診同意者中 38.1%, 当日検診を実際に受けたのは 2,598 名で同意者中 37.2% であった。直接検診の結果, 整形外科専門医の受診を勧めたのは 358 名で同意者中 5.1% であった。現在医療機関の治療中および整形外科専門医を受診した要受診者率は 6.5% であった。また, 整形外科受診を勧められたものの専門医を受診しなかったのは 253 名, 70.6% であった。その医療機関未受診者を含めた推定要受診者率は 10.1% であった。

はじめに

成長期のスポーツ活動の活発化に伴い小児の運動器の障害・外傷が増加しており, 手術を余儀なくされることもみられ, その予防をはじめ早期の適切な対応は急務である¹⁻³⁾。これまでに運動器の 10 年・日本協会の事業として, 学校における運動器検診の整備・充実モデル事業を全国 10 県において実施し⁴⁾, 愛媛県は平成 19 年度から参画している^{5,6)}。運動器検診の必要性は疑いの余地がないものの, 全国各地の至る所で実施するには, 整形外科医のマンパワー不足や現場の学校の養護教諭の負担増加などの問題点が指摘されている⁶⁻⁸⁾。そこで, 平

成 25 年度は愛媛県下の 6 市 2 町の中学 2 年生に対し, 原則として整形外科医が出向いていき, 整形外科医が積極的に関与する運動器の直接検診を実施したので, その結果を報告し, 今後の学校における運動器検診の在り方について検討する。

症例と方法

まず, 本研究事業を実施するに際して, 愛媛県教育委員会, 愛媛県医師会, 愛媛県臨床整形外科医会, 愛媛県理学療法士会の了解と協力を頂いた。平成 25 年度に学校における運動器検診体制のモデル事業として, 対象地区は愛媛県下のうち各市町教育委員会と各学校長・養護

高橋敏明
〒 791-0295 東温市志津川
愛媛大学医学部附属病院地域医療支援センター
TEL 089-960-5343/FAX 089-960-5346
E-mail takahast@m.ehime-u.ac.jp

- 1) 愛媛大学医学部附属病院地域医療支援センター
Ehime University Hospital, Community Medical Support Center
- 2) 愛媛大学医学部整形外科
Ehime University Graduate School of Medicine

本研究は, 第 43 回 (平成 24 年度) 三菱財団社会福祉事業および「運動器の 10 年・日本協会」の助成により実施された。

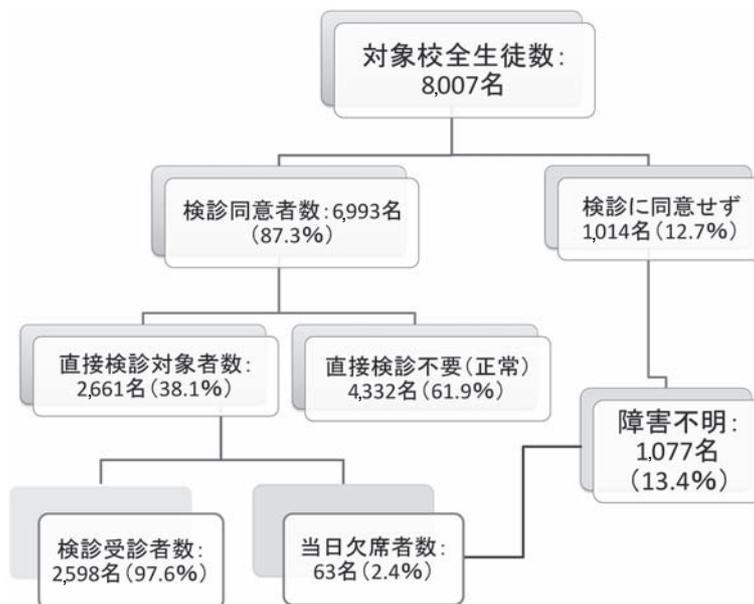


図1 運動器検診の対象者

教諭や各郡市医師会・学校医会および各市町の整形外科医会・理学療法士会の協力が得られた6市(新居浜市, 西条市, 今治市, 松山市, 大洲市, 宇和島市)と2町(久万高原町, 松野町)の中学2年生を対象とし, 整形外科医および理学療法士が連携した運動器検診を実施した。検診の実施時期は, 平成25年度の4~7月とし, 直接検診の開始時間は通常13:30からとした。直接検診日は, 原則として内科定期検診と同日としたが, 各地区の学校の検診医と学校側の希望により別日に設定することを認めた。別日に設定した場合には, 各市町の世話人の先生が市町教育委員会・学校と運動器検診担当の整形外科医が調整し実施した。

方法として, 事前に運動器の保健調査票を中学2年生に対して配布回収し, 整形外科医もしくは理学療法士が運動器の支障ありかどうかを事前に決められた方法でチェックし, 直接検診対象者を学校側に通知した。そこで, すでに作成したマニュアルに従い, 整形外科医が学校の定期内科健診の際に運動器検診を併設または別日に実施した。直接検診を, 内科検診と同日に行なったのが35校, 別日に設定し行なったのが34校であった。

対象校の全生徒数は8,007名(男子4,054名, 女子3,953名), 検診同意者数6,993名(男子3,542名, 女子3,451名)で87.3%であった。直接検診対象者は2,661名(男子1,418名, 女子1,243名)で同意者中38.1%, 当日検診を実際に受けたのは2,598名(男子1,356名, 女子1,242名)で同意者中37.2%であった(図1)。保健調査票による検診に同意をしなかった1,014名と直接

検診当日の欠席者63名を合わせると1,077名(13.4%)の運動器障害の有無が不明となっていた。

直接検診に参加協力した整形外科医は延べ91名, 57名であり, その内開業医は延べ78名, 51名で, 勤務医延べ13名, 6名であった。理学療法士は, 延べ194名, 108名であった。直接検診を実際に受けた生徒は合計2,661名で, 整形外科医の参加ありは63校, 2,601名(97.7%)であった。整形外科医がまったくいない地区には, 理学療法士が問診票に理学所見をチェックし整形外科医に郵送し, 整形外科医が診断・アドバイスを行ない, 各学校に郵送した。その中学校は久万高原町(四国山地の山間部)の3校(22名), 瀬戸内海の離島2校(11名), 松山市の山間部1校(27名)計60名(2.3%)の6校であった。

結 果

保健調査票の中で現在医療機関の治療中では計287名で, 疾患として多かったのは, オスグッドシュラッター病33名, 側弯症28名, 腰痛28名などであり, 骨折は50名, 靭帯損傷21名などであった(表1)。直接検診の結果, 整形外科専門医の受診を勧めたのは358名で同意者中5.1%であり, 各部位ごとでは上肢において肩17名, 肘27名, 手11名, 脊柱において頸椎10名, 胸椎62名, 腰椎146名, 下肢において股関節29名, 膝101名, 足関節28名, 足20名であった。アドバイスと指導区分では, 経過観察のうち家庭で様子を見てください

表1 現在医療機関で治療中の現病歴

側弯症	28名	骨折	計50名	
腰痛	28名	鎖骨	3名	上肢 16名
腰椎分離症	4名	手指	10名	下肢 14名
腰椎椎間板症	4名	足趾	7名	
野球肘	5名	靭帯損傷	21名	
オスグッドシュラッター病	33名	筋筋膜性疼痛	10名	
半月板損傷	5名	肩	8名	肘 7名
ジャンパー膝	2名	手関節	3名	手指 5名
股白蓋形成不全	2名	股関節	4名	膝 28名
骨端症	4名	足関節	22名	足部 9名
有痛性外脛骨	2名			
骨膜炎	2名			
外反母趾	1名			合計：287名

表2 整形外科専門医への受診による診断

脊椎	側弯症	19名	腰痛症	23名		
	腰椎椎間板症	8名	頸椎症	1名	腰椎分離症	1名 其他 6名
膝	オスグッドシュラッター病	20名	内反膝	7名	ジャンパー膝	6名
	膝内障	3名	半月板損傷	2名	膝離断性骨軟骨炎	1名
	前十字靭帯損傷	1名	外反膝	1名	其他	3名
大腿・下腿	シンスプリント	3名	ハムストリングス腱炎	2名		
	脛骨疲労骨折	1名				
足・足関節	足関節靭帯損傷	5名	種子骨障害	3名	足関節痛	3名
	アキレス腱周囲炎	2名	外脛骨	2名	疲労骨折	2名
	扁平足	1名	外反母趾	1名	其他	1名
肩	肩関節周囲炎	2名	肩関節不安定症	1名	其他	2名
肘	肘内側靭帯炎	2名	野球肘	1名	上腕骨外側上顆炎	1名
手・手関節	手関節捻挫	3名	母指ばね指	2名	手関節炎	2名
	手ガングリオン	1名	手指関節損傷	1名		

817名(31.4%)、ひどくなれば、整形外科を受診740名(28.5%)であった。直接検診で受診要とされた症例および受診要ではないが症状がひどくなり自ら整形外科専門医を受診した診断結果としては、脊椎では腰痛症23名、側弯症19名、膝ではオスグッドシュラッター病20名、足関節では足関節靭帯損傷5名などが多かった(表2)。

現在医療機関で治療中である287名と直接検診の結果専門医を受診した105名と検診時に受診は勧められなかった、ひどくなって専門医を受診した63名を合わせた医療機関を受診した要受診者率は6.5%(455/6,993名)であった(図2)。また、整形外科受診を勧められた(358名)ものの専門医を受診しなかったのは253名で70.6%

であった。その医療機関未受診者を含めた推定要受診者率は10.1%(708/6,993名)であった。

考 察

今回の運動器検診において、整形外科専門医による診察の結果、治療が必要であったのは脊椎では、側弯症、腰椎椎間板症、腰痛で、膝ではオスグッドシュラッター病などが多かったが、スポーツ障害として問題となる腰椎分離症や肘離断性骨軟骨炎は予測していたより少なかった。これは検診同意者が対象校での87%であり、かつ整形外科専門医受診を勧められ実際に受診し学校に報告したものが29.4%と、検診および診断率の低いこと

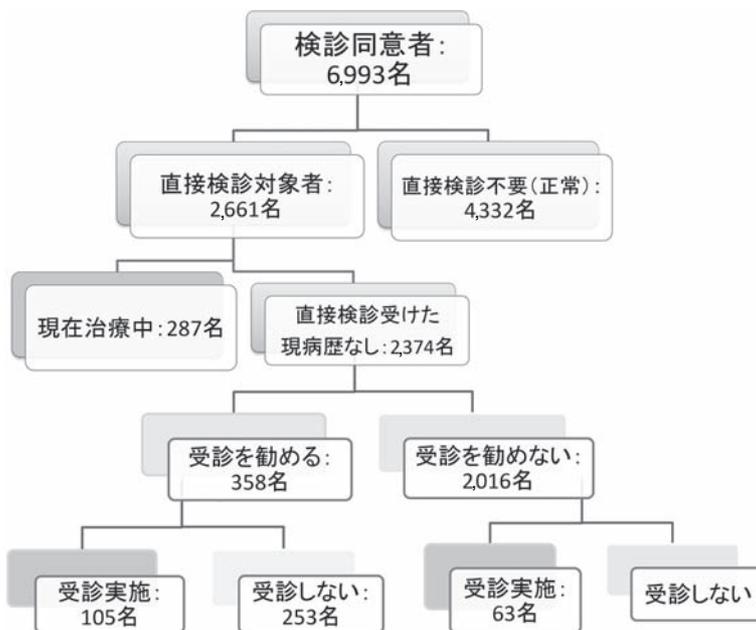


図2 運動器検診による診察と整形外科専門医への受診状況 (医療機関受診者/6,993名)

が関係していると考えられ、さらに検診率、整形外科への受診率を高める必要があると思われた。

平成26年4月30日公布の学校保健安全法の一部改正では、運動器に関する検査が必須項目となり、学校医が内科健診と同時に診察し、事後処置を示すこととなっている。対象学年は、小学1年～高校3年までの全学年が対象となり、法律であるため直接検診対象者の選定、検診時の協力・補助などの運動器検診項目の準備は、養護教諭を始めとした学校側の職務内となる見込みである。上記のことは平成28年4月1日から施行することに決定している。

このような背景のもと検診医が、直接検診時に今後さまざまな支障に対して児童・生徒や保護者への対応をわかりやすく記載したパンフレットを配布することは、運動器検診を円滑・効果的に行なうとともに、検診医としての注意義務を怠らないための一つの適正な対応になりうると思われた。また、運動器の専門家である整形外科医が、学校医、養護教諭や保健体育教諭に対して研修会や講習会を設けて、運動器障害に対する知識が深まるように指導することが重要である⁸⁾。

最後に、学校における運動器検診を円滑に実施し普及するには、地区ごとに運動器検診の重要性や意義について理解を深め、学校側である県・市町教育委員会、現場の学校管理者や養護教諭、医師会側である県・郡市医師会や学校医会および各地区の整形外科医などの緊密な連

携が最も重要であると思われた。

結 語

愛媛県下の中学2年生の6,993名を対象に、運動器検診を実施した。現在医療機関の治療中と専門医を受診した要受診者率は6.5%であり、その医療機関未受診者を含めた推定要受診者率は10.1%であった。整形外科受診を勧められたものの専門医を受診しなかったのは70.6%であった。

さらに、専門医への受診率を向上させる啓発活動を要すると思われた。

謝 辞

愛媛県臨床整形外科医会、愛媛県理学療法士会、愛媛県・郡市医師会、愛媛県・市町教育委員会、県内各学校関係者、以下の各市町での世話人の先生方(新居浜市：永易大典、西条市：山内正雄、松山市：相原忠彦、大洲市：清水 晃、宇和島市・松野町：加藤雅紀、河野洋平、久万高原町：定松修一)、および本事業にご協力いただきましたすべての方に対しまして、深謝申し上げます(敬称略)。

文 献

- 1) Radelet MA et al : Survey of the injury rate for children in community sports. *Pediatrics*, 110 : e28, 2002.
- 2) Stracciolini A et al : Pediatric sports injuries : an age comparison of children versus adolescents. *Am J Sports Med*, 41 : 1922-1929, 2013.
- 3) Stracciolini A et al : Pediatric sports injuries : a comparison of males versus females. *Am J Sports Med*, 42 : 965-972, 2014.
- 4) 内尾祐司 : 学校における運動器検診の役割と実際— 島根県の場合 — . *臨スポーツ医*, 29 : 22-27, 2012.
- 5) 高橋敏明ほか : 学校での運動器検診からみた成長期のスポーツ外傷・障害. *整スポ会誌*, 30 : 156-160, 2010.
- 6) 高橋敏明ほか : 小・中学校における運動器の直接検診の現状と課題. *日小児整外会誌*, 19 : 322-325, 2010.
- 7) 高橋敏明ほか : 愛媛県グループ研究報告 「学校における運動器検診体制の整備・充実モデル事業」報告書「運動器の10年」日本委員会 (第6報) 平成22年度 191-211, 2011.
- 8) 内尾祐司 : 学校における運動器障害. *Bone Joint Nerve*, 4 : 435-440, 2014.

アスリートの半月単独損傷に対する関節鏡下半月修復術の治療成績

Results of Arthroscopic Repair of Meniscal Tears in the Athlete

久保田ちひろ¹⁾ Chihiro Kubota 鈴木 智之¹⁾ Tomoyuki Suzuki
岡田 葉平¹⁾ Yohei Okada 渡邊 耕太¹⁾ Kota Watanabe
山下 敏彦¹⁾ Toshihiko Yamashita

● Key words

アスリート, 半月修復術, 鏡視下手術
Athlete : Meniscal repair : Arthroscopic surgery

● 要旨

アスリートの半月修復術後の短・中期成績を報告する。靭帯再建術や骨切り術を含まない、単独の関節鏡下半月縫合術を施行した42例を対象とし、平均経過観察期間は27.1ヵ月であった。Failureは再断裂または有症状で再関節鏡を要したものと定義した。Failureは3例(8.8%)、すべて再断裂であった。全例術後4.5ヵ月でスポーツに復帰、Lysholm scoreは術前65.6点から術後96.3点に有意に改善、Tegner activity scaleは受傷前6.95点、術後6.67点でほぼ同レベルでの復帰が可能であった。損傷形態、部位はfailure率と関係しなかった。患者の年齢、活動性、受傷から手術までの期間もfailure率と関係せず、平均縫合糸数のみ、failure群で17.7針、intact群で9.4針と有意差を認めた。従来半月縫合困難とされてきた高年齢、高い活動性、陳旧例といった因子に関わらず中・短期成績は良好であり、アスリートに対する半月修復術は成績良好で元のレベルのスポーツに復帰することが可能である。

緒 言

半月損傷は一般的な膝の外傷の1つであり、年間2.38/万人の割合で起こる¹⁾。半月を温存できない場合、半月の衝撃緩衝、荷重分散、安定性の機能等が消失し、隣接する関節軟骨の変性が進み早期に変形性膝関節症へと進展する。よって半月機能温存のために半月損傷に対して修復術の選択が推奨されているが、実際には切除術を施行されていることが多い²⁾。また、アスリートにおいては、治療後の半月に過大な負荷がかかることが予測される³⁾。当科では半月温存をめざし、アスリートにおいても半月修復術を積極的に選択しているが、その治療

成績のまとまった報告は少ない。今回われわれは、アスリートの関節鏡下半月修復術の短・中期成績を報告する。

対象と方法

スポーツを契機として受傷した半月単独損傷のうち、2009年5月～2013年9月までの間に当科または当科関連施設において鏡視下半月修復術を行なった42名42膝を対象とした。

Radial tear, bucket handle tear, complex tearを含むすべての損傷形態を縫合の対象とした。同時に靭帯再建術や骨切り術を行なった症例は除外した。外側半月については、年齢や半月の変性に関わらず縫合術の対象とし

久保田ちひろ
〒060-8543 札幌市中央区南1条西16丁目
札幌医科大学整形外科講座
TEL 011-211-6111

1) 札幌医科大学整形外科講座
Department of Orthopedic Surgery, Sapporo Medical University
2) 帯広協会病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Obihiro Kyokai Hospital

た。一方、内側半月の変性断裂は単独での半月縫合術の適応外とした。また、外傷を契機に locking を主訴とした mechanical symptom を有する discoid lateral meniscus (以下 DLM) や hypermobile lateral meniscus (以下 HLM) の損傷形態で修復術を行なった症例も対象に含まれた。半月修復術は、すべて同一術者が関節鏡下で行なった。損傷部位が中・後節であれば、内/外側に皮切をおき専用のレトラクターを挿入して針付き 2-0 ポリエステル縫合糸 (stryker) で、inside-out 法を行なった。損傷形態が longitudinal tear, bucket handle tear 等、circumferential fiber 方向の断裂に対しては double-stacked vertical divergent suture を⁴⁾、radial tear 等 hoop を形成する circumferential fiber に垂直方向の断裂に対しては tie-grip suture を行なった⁵⁾。断裂部の gap が大きい場合や、陳旧例などで縫合部不安定が予想される場合には fibrin clot を使用した⁶⁾。損傷部位に関しては、前節では関節包と半月体部との間に可動性に富む軟部組織が介在するため、ウルトラブレイド 2 号針付ポリエチレン縫合糸 (Smith & Nephew) を用いて outside-in 法で体部を直接縫合した⁷⁻⁹⁾。内側半月の後角付近の損傷に対しては 6 例に all inside 法 (FasT-Fix meniscal repair system (Smith & Nephew))¹⁰⁾ を inside-out 法に追加して限定的に用いた。

後療法は radial tear, complex tear 等 hoop の破綻した損傷形態例では 4~6 週後から部分荷重を開始し、それ以外の損傷形態例では膝伸展位固定装具を着用し、術後 1 週から全荷重歩行を許可した。膝伸展固定装具の装着期間は、原則術後 4 週間としている。術後 12 週までを術後前期、術後 12 週以降を術後後期とし、術後前期にはスクワット動作等、主に基本動作の獲得をめざし、術後後期より競技別トレーニングを開始し、筋力、片脚立位・スクワット動作、動作時アライメント等の安定を確認しながら随時競技復帰許可した¹¹⁾。

術後臨床評価はスポーツ復帰時期、Lysholm score, Tegner activity scale で評価し、術前との比較を行なった。Failure の定義は再断裂を認め、再縫合術を必要とした症例、または locking, 疼痛, 腫脹などの症状を繰り返して再鏡視した症例とした。

検討項目は、従来半月修復術の成績に影響を与える因子として考えられてきた損傷部位や損傷形態、年齢、受傷から手術までの期間、患者の活動性と¹²⁾、縫合糸数について検討をした。

統計は SPSSver21.0 を使用し、*t* 検定、 χ^2 検定を行ない、*p* < 0.05 を統計学的有意とした。

表 1 患者背景

年齢	29.1 (12~67)
男:女	28:14
右:左	20:22
内側:外側	8:34
受傷から手術までの期間 (月)	8.0 (0~48)
経過観察期間 (月)	27.1 (6~58)

表 2 スポーツの種類と割合

	数	(%)
サッカー	10	23.8
野球	5	11.9
ラグビー	3	7.1
バスケットボール	3	7.1
バレーボール	3	7.1
ダンス	2	4.8
スキー	2	4.8
テニス	2	4.8
アイスホッケー	2	4.8
フットサル	2	4.8
空手	2	4.8
その他	6	14.3

結 果

患者背景を表 1 に示す。平均年齢は 29.1 歳 (12~67 歳)、男性 28 名、女性 14 名、右膝 20、左膝 22、内側半月 8、外側半月 34 であった。受傷から手術までの期間は平均 8.0 ヶ月 (0~48 ヶ月)、平均経過観察期間は 27.1 ヶ月 (6~58 ヶ月) であった。スポーツの種類と割合は表 2 に示した。

損傷部位と形態を表 3、図 1 に示す。内側半月は損傷形態を 5 型に分類、外側半月は 7 型に分類した。損傷部位は、内側では後節が 5 例 (62.5%)、外側では中後節が 10 例 (29.4%) で最多であった。損傷形態は、内側半月で horizontal tear が 3 例 (37.5%)、外側半月で complex tear が 12 例 (35.3%) で最多であった。

42 人 (100%) が術後平均 4 ヶ月でチーム練習に復帰、術後平均 5.5 ヶ月でゲームに復帰した。

Failure は 3 例 (8.8%)、すべて再断裂であった。1 例はスポーツ中の受傷であり、2 例はスポーツ外での受傷であった。Lysholm score は術前平均 63.4 点 (25~87 点) から術後平均 96.6 点 (78~100 点) に有意に改善した (*p*=0.000) (図 2)。Tegner activity scale は受傷前 6.95

表3 損傷部位と形態

内側半月 (8例)						
	longitudinal	radial	horizontal	bucket	complex	
Anterior						
Middle						
Middle~Posterior			1		2	
Posterior		2	2			1
Total meniscus						
合計		2	3	2	1	
外側半月 (34例)						
	longitudinal	radial	horizontal	bucket	complex	HLM DLM
Anterior	2					1
Middle		2				4
Middle~Posterior	1	1	1	3	3	1
Posterior	2				2	5
Total meniscus			1	2	2	1
合計	5	3	2	5	12	6 1

形態は内側は5型, 外側は7型に分類した. 多岐にわたる損傷を認めた.
 ※ HLM…Hyper mobile lateral meniscus, DLM…Discoid lateral meniscus

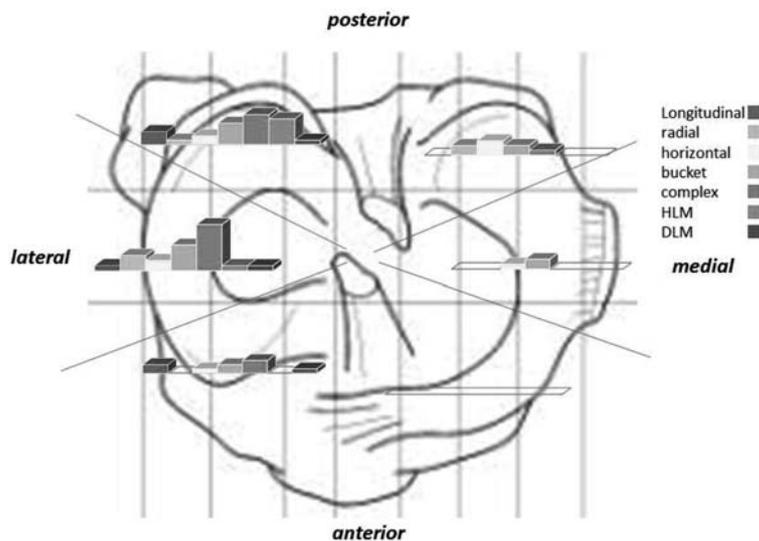


図1 損傷部位と形態
 後節に損傷が多いことがわかる. 形態は多岐にわたる.

点(3~9), 術後6.67点(3~9)で有意差は認めなかった.
 損傷形態と failure 率について, longitudinal tear で2例, bucket handle tear で1例の再断裂を認め, 一定の傾向は示さなかった.
 損傷部位と failure 率について, 図2に示す. failure は外側半月でのみ3例認めた. 前節の longitudinal tear 1例, 中・後節1例, total meniscus 1例であり, 一定の傾向は示さなかった.

成績に影響を与える因子の検討について表4に示す.
 年齢は failure 群で 25.0 ± 15.588 歳, intact 群で 29.4 ± 13.812 歳であり, 有意差は認めなかった ($p=0.532$).
 受傷から手術までの期間は failure 群で 5.1 ± 185.360 ヶ月, intact 群で $8.0 \pm$ 標準偏差 387.125 ヶ月で有意差は認めなかった ($p=0.681$).
 術前 Tegner activity scale は failure 群で 8.3 ± 1.155 点, intact 群で 6.8 ± 1.565 点で有意差を認めなかった ($p < 0.01$).
 縫合糸数について

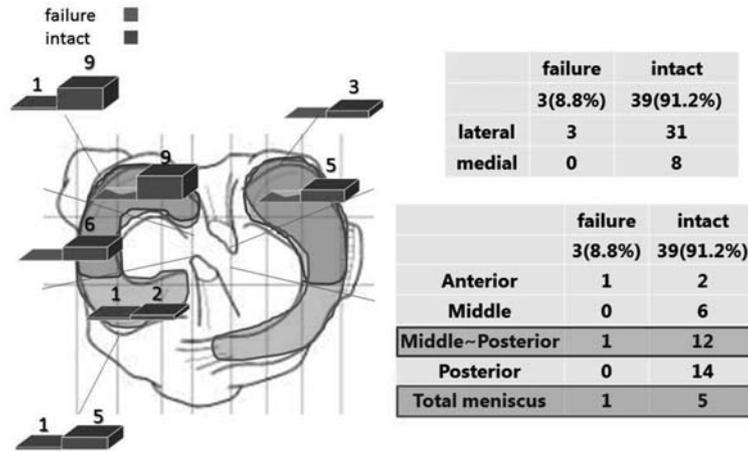


図2 損傷部位と failure 率
一定の傾向を示さず、結果は良好である。

表4 成績に影響を与える因子の検討

	failure	intact	p 値
年齢	25	29.4	0.532
受傷から手術までの期間 (月)	5.1	8.0	0.681
術前 tegner activity scale	8.3	6.8	0.117
縫合系数	17.7	9.4	0.005

は、failure 群で 17.7±2.309 針、intact 群で 9.4±4.727 針で有意差を認め (p=0.005)、縫合系数が多い症例は failure 率が高かった。

考 察

近年、半月温存の重要性が述べられている。ところが、アスリートに対する半月損傷の治療の現実には、アスリートの早期復帰希望や半月にかかる過大な負荷のため成績が安定しない等の理由により切除術を選択されることが多い。そのため、アスリートの半月修復術のまとまった治療成績はほとんどない。

本研究では、スポーツ復帰率は 100% であり、術後平均 4 ヶ月でチーム練習復帰、術後平均 5.5 ヶ月でゲーム復帰が可能であった。Tegner activity scale は受傷前、術後で有意差なく、ほぼ同レベルでの復帰が可能であった。

練習復帰への判断のために全症例を対象に術後 3~4 ヶ月に仮想荷重条件下での 3D-MRI を膝屈曲角度を変えて撮像、三次元構築し、断裂部の gap が開大しないことや膝屈曲に伴う半月の正常な後方移動がみられるといった視覚的な半月機能の回復の評価を行なった。さら

に患部の疼痛の有無、筋力、関節可動域の回復等を総合判断したうえでリハビリテーションに通いながら練習復帰を許可している。練習復帰後 1 ヶ月でプレー動作の安定を確認したうえで、ゲーム復帰を許可している。

Failure 率 8.8% は Alejandro らの 17%¹³⁾、Martin らの 14.3%³⁾より低く、成績は良好であった。従来、外側半月に対して内側半月の failure 率が高いという報告や^{12,13)}、中節の radial tear の予後は不良と報告されていたが¹²⁾、損傷の部位、形態による failure 率については、一定の傾向は認めなかった。その理由として、損傷形態、部位に応じて最適な縫合法を使い分けていることがあげられる。中・後節に多い longitudinal tear や horizontal tear に対しては、後内/外側に皮切をおき、生体力学的に強度の強い縫合法である vertical suture を行なう¹⁴⁾。それを応用した double-stacked vertical divergent suture は上下に縫合をかけ、広く多くの circumferential fiber をとらえることによって断裂部の接着面積が大きくなり、また接触面の適合性も増して生物学的治癒にも有利な縫合法である⁴⁾。前節に対しては all-inside 法を単独で行ない⁷⁾、内側後角に対しては all-inside device を追加する。Radial tear に対しては tie-grip suture を選択する⁵⁾。さらには陳旧例や radial tear など縫合部に gap が存在する症例には、fibrin clot を使用するなどの工夫をしている⁶⁾。

成績に影響を与える因子の検討について、年齢や、受傷から手術までの期間、活動性 (Tegner activity scale) において有意差は認めなかった。これは従来予後不良とされてきた高齢者、陳旧例、活動性の高い患者においても¹²⁾、半月縫合の適応外とは断言できないことを示唆する。

検討項目のうち、縫合系数については有意差を認め

た。この理由として、縫合数を多く要する大きな断裂、複雑な断裂は failure の risk が高くなる可能性がある。よって、後療法の指導を徹底し、慎重に経過を観察する必要がある。また、本研究の failure 例には認められなかったが、縫合糸数が多くなることによって、デブリドマン・抜糸を必要とする、感染や縫合糸トラブルが起こる可能性が高くなる。近年われわれは、縫合技術の向上や縫合糸の素材の改良により、縫合糸数を減少させる努力を継続している。

本研究の限界は切除例や保存療法選択例といった control 群がないことと、failure が 3 例であり、成績不良因子を検討するには少ないこと、second look 評価をほとんど行なえていないため、failure の定義が厳密でなく、臨床症状での判断であることである。

前述のように、現在、われわれはスポーツ復帰時期の根拠として全症例を対象に仮想荷重 MRI を行なっている。経時的にこの解析を行なえば、これらの情報は半月縫合術後の最適な後療法の決定に寄与するであろう。

結 語

アスリーートの半月単独損傷に対する関節鏡下半月修復術 42 例の短・中期成績について報告した。受傷前とほぼ同レベルでのスポーツ復帰が可能であり、従来、半月縫合の成績に影響を与えるとされてきた、年齢、受傷から手術までの期間、活動性の因子に関して統計学的有意差を認めず、成績は良好であった。損傷部位や形態に応じた縫合方法を選択することが重要である。

文 献

- 1) Clayton RA et al : The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. *Injury*, 39 : 1338-1344, 2008.
- 2) Noyes FR et al : Treatment of meniscus tears during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 28 : 123-130, 2012.
- 3) Martin L et al : Meniscal repair in the elite athlete results of 45 repairs with a minimum 5-year follow-up. *Am J Sports Med*, 37 : 1131-1134, 2009.
- 4) Noyes FR et al : Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than twenty years of age. *Am J Sports Med*, 30 : 589-600, 2002.
- 5) 鈴木智之ほか : アスリーートの外側半月板損傷に対する治療. *臨スポーツ医*, 29 : 1027-1032, 2012.
- 6) Arnoczky SP et al : Meniscal repair using an exogenous fibrin clot. An experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg Am*, 70 : 1209-1217, 1988.
- 7) Cho JH : Arthroscopic all-inside repair of anterior horn tears of the lateral meniscus using a spinal needle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16 : 683-686, 2008.
- 8) Rodeo SA et al : Meniscal repair using the outside-to-inside technique. *Clin Sports Med*, 15 : 469-481, 1996.
- 9) Morgan CD et al : Arthroscopic meniscus repair : a safe approach to the posterior horns. *Arthroscopy*, 2 : 3-12, 1986.
- 10) Kotsovolos ES et al : Results of all-inside meniscal repair with the FasT-Fix meniscal repair system. *Arthroscopy*, 22 : 3-9, 2006.
- 11) 野崎修平ほか : 半月板手術後のリハビリテーションの要点. *臨スポーツ医*, 31 : 1166-1170, 2014.
- 12) Tenuta JJ et al : Arthroscopic evaluation of meniscal repairs. Factors that effect healing. *Am J Sports Med*, 22 : 797-802, 1994.
- 13) Alejandro E-R et al : Outcomes after repair of chronic bucket-handle tears of medial meniscus. *Arthroscopy*, 30 : 492-496, 2014.
- 14) Rankin CC et al : A biomechanical analysis of meniscal repair techniques. *Am J Sports Med*, 30 : 492-497, 2002.
- 15) Nepple JJ et al : Meniscal repair outcomes at greater than five years a systematic literature review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am*, 94 : 2222-2227, 2012.