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 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」＞

1. 緒　言

産業医科大学若松病院整形外科　内田　宗志ほか … 1

＜第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」＞

2. 大腿骨寛骨臼インピンジメント（FAI）に対する鏡視下手術の up to date
Current Concept of Femoroacetabular Impingement

札幌医科大学医学部整形外科　加谷　光規ほか … 3

＜第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」＞

3. Femoroacetabular Impingement（FAI）に対する観血手術の適応と実際
Indication and Procedure of Open Surgery for Treating Femoroacetabular Impingement

北里大学医学部整形外科学　福島　健介ほか … 6

＜第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」＞

4. アスリート股関節唇損傷に対する理学療法の実際
Physiotherapy for Treating Athletes with Acetabular Labral Tearing

AR-Ex 尾山台整形外科
東京関節鏡センターリハビリテーション科　竹内　大樹ほか … 11

5. 楕円形ダイレーターを用いた前十字靱帯再建術
Anatomic Single Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Rounded Rectangle Femoral Dilator

金沢大学整形外科　中瀬　順介ほか … 19

6. 当科における上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎の手術成績
Clinical Result of Surgical Treatment for Osteochondritis Dissecans of The Humeral Capitellum
旭川医科大学整形外科　入江　　徹ほか … 24

7. 投球の加速期における肩甲上腕関節内旋運動に影響する要因
～肩甲骨前傾運動および前腕回内運動との相関分析～
Kinetic Chain of Upper Extremity Joints During Acceleration Phase in Throwing Motion
中部大学生命健康科学部理学療法学科　宮下　浩二ほか … 32

8. サッカープレー中に受傷した新鮮遠位脛腓靱帯損傷に対して Suture-button を使用して治療した 1 例
Surgical Treatment Using A Suture-button Fixation for Acute Distal Tibiofibular Ligament Injury: A Case Report of Soccer Player
大手前病院整形外科　林　　宏治ほか … 38

9. スポーツで受傷した外傷性肘関節外側側副靱帯損傷に対する Suture Anchor を用いた靱帯修復術の短期治療成績
Surgical Treatment with Suture Anchor for Fresh Injuries of The Lateral Collateral Ligament of The Elbow in Athletes
愛知医科大学医学部整形外科　梶田　幸宏ほか … 43

10. 中高年者に対する前十字靱帯（ACL）再建後機能評価
Functional Evaluation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstrings Tendon with Double-bundle Technique in Patients Over 40 Years
日本大学病院整形外科　森本　祐介ほか … 47

11. 大学サッカー選手における足趾屈曲筋力が足部スポーツ障害の発生に与える影響
The Effect of the Toe Flexor Muscle Strength in College Soccer Players have on the Occurrence of Foot Sports Injuries
貴島病院本院付属クリニック　藤高　紘平ほか … 51

12. 少年野球検診で発見された上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の経過
Clinical Courses of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum Found by Medical Checkup for Child and Adolescent Baseball Players
宮崎大学医学部整形外科　石田　康行ほか … 57

13. 下肢骨格筋活動に対するベルト電極式骨格筋電気刺激法の効果
―ポジトロン断層撮影法（PET）による検証―
Effect of the Belt Electrode Skeletal Muscle Electrical Stimulation System on Lower Extremity Skeletal Muscle Activity
― Evaluation Using Positron Emission Tomography ―
金沢大学整形外科　沼田　仁彬ほか … 62

14. 2014 年度 JOSSM-USA Traveling Fellow 報告記
大阪大学整形外科　前　　達雄 …… 68

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」

緒　言

内田　宗志[1)]　Soshi Uchida　　星野　裕信[2)]　Hironobu Hoshino

股関節痛をきたすスポーツ外傷の 1 つに寛骨臼関節唇損傷があるが，この病態に関する認識と診断・治療は最近の 10 年間で急速に普及・進歩してきている．寛骨臼関節唇損傷を受傷したアスリートが早期にスポーツ復帰をするためには，迅速かつ正確な診断，病態に関する十分な理解，そして適切な治療法の選択が必要である．そこで本シンポジウムでは，アスリートにおける寛骨臼関節唇損傷の診断，治療，および理学療法に関する最新のエビデンスをそれぞれの専門家の立場から紹介していただいた．

股関節唇損傷の原因としては instability をきたす寛骨臼形成不全と impingement を伴う femoroacetabular impingement（FAI）がある．とくに近年では FAI という概念が広く認識されるようになり，寛骨臼の形態に起因する pincer type FAI では単純 X 線上の寛骨臼の後捻の指標である crossover sign がみられることがある．しかしながら，寛骨臼形成不全股にも crossover sign がみられるとの報告があり，小山らは寛骨臼形成不全股における寛骨臼後捻の指標である crossover sign と寛骨臼被覆量との関係を検討した．その結果，軽度の寛骨臼形成不全股における crossover sign は寛骨臼前外側の過剰被覆を表すのではなく，寛骨臼後方の被覆不全を表す可能性を示し，たとえ寛骨臼形成不全に crossover sign がみられても，寛骨臼前壁の骨形態が必ずしも impingement の原因にはならないとしている．

元来 FAI の治療として病態を直視下に確認したうえで関節内処置や impingement の解消を行なう surgical dislocation 法の良好な成績が報告されているが，近年では股関節鏡視下手術が低侵襲手術として全世界的に普及してきている．加谷らは FAI に対する鏡視下手術の up to date として，アスリートの FAI に対する鏡視下手術の非常に良好な治療成績と競技復帰率が報告されていること，損傷した関節唇の処置としては，その機能と安定化といった観点から修復が行なわれるべきであること，また修復不能な股関節唇に対しては再建術の優位性が証明されていることを報告した．

一方で FAI の鏡視下手術の限界として寛骨臼後方の処置が困難であることがあげられ，福島らは FAI における寛骨臼全体の要因，あるいは後方の要因の解除には全周性に寛骨臼の処置が可能な観血的手術の適応について報告した．観血的手術に関しては軟部組織侵襲の大きさや後療法の長さなど，とくに短期的結果を求めるスポーツ選手にとっては不利な点が多いことは事実であるが，鏡視下手術の限界や合併症も考慮したうえで，股関節痛の発生病態，術者の技量によって観血的手術も選択肢の 1 つとして考慮すべきであるとしている．

FAI における鏡視下手術は良好な成績が報告されている一方で，寛骨臼形成不全に対する股関節鏡視下手術による関節唇縫合術や切除術は，術後の関節症への進行や不安定性の増大のために術後成績は不良であるとの報告がある．そこで内田らは寛骨臼形成不全に対する鏡視下手術の成績不良因子として vertical center anterior（VCA）角が 12°未満，center edge（CE）角が 17°未満，Shenton 線破綻を報告した．また独自の手術法として鏡視下寛骨臼蓋形成術の術式を紹介し，良好な短期成績についても報告した．この方法の今後の長期成績が待たれ

星野裕信
〒 431-3192　浜松市東区半田山 1-20-1
浜松医科大学整形外科
TEL 053-435-2299

1）産業医科大学若松病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Wakamatsu Hospital of the University of Occupational and Environmental Health
2）浜松医科大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Hamamatsu University School of Medicine

るところである．

アスリートに対する寛骨臼関節唇損傷の保存療法におけるリハビリテーションの有効性に関する報告は少なく明確なエビデンスが示されていない．竹内らはアスリートに対する寛骨臼関節唇損傷の保存療法として core stability とともに股関節−骨盤帯−脊柱から肩甲胸郭関節までの運動連鎖による協調性に着目した保存療法や術後のリハビリテーションを紹介し，その有効性に関して報告した．

以上のようにアスリートにおける股関節唇損傷の早期復帰のためには，的確な診断のもと適切な技術で鏡視下手術を行なうことが有利であると思われるが，診断を含めた病因病態の把握，保存療法，鏡視下手術，観血的手術のどれを選択すべきかは議論のあるところであり，今後のさらなる長期成績の報告が待たれるところである．

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」

大腿骨寛骨臼インピンジメント（FAI）に対する鏡視下手術の up to date

Current Concept of Femoroacetabular Impingement

加谷　光規　Mitsunori Kaya　　山下　敏彦　Toshihiko Yamashita

● Key words
大腿骨寛骨臼インピンジメント
FAI：Up to date

●要旨
FAI に対する股関節鏡手術の up to date としていくつかのポイントに焦点をあて概説する．
FAI に対する股関節鏡手術の臨床成績に関する報告から，その治療効果に関して疑いの余地はない．患者の年齢，関節症の有無，軟骨損傷の有無などの評価により，適切な患者選択を行ない，変形の矯正不足のない適格な手術手技を心掛けることで，良好な成績は期待できる．反面，変形性関節症の予防効果や，関節軟骨損傷に対する処置，円靱帯損傷の評価など，いまだ解決されていない課題も多い．

はじめに

大腿骨寛骨臼インピンジメント（FAI）は，2003 年に Ganz らにより提唱された疾患概念で[1]，寛骨臼と大腿骨骨頭基部が衝突することにより，関節唇や関節軟骨に損傷を生じ，結果として股関節の機能障害を引き起こす病態である．FAI の病態を直視下に確認したうえで関節内処置やインピンジメントの解消を行なう surgical dislocation 法の良好な治療成績が報告されているが[2]，近年では股関節鏡視下手術が低侵襲手術として全世界に飛躍的に普及してきている．本稿では FAI に対する鏡視下手術の up to date としていくつかのポイントに焦点をあて概説する．

アスリートの FAI に対する股関節鏡手術の治療成績

スポーツ障害としての FAI の股関節鏡手術の治療成績は，レクリエーションレベルからプロフェッショナルトップアスリートまで，非常に良好な治療成績と競技復帰率が報告されている．Philippon らはプロアイスホッケー選手 28 名に股関節鏡手術を施行し modified Harris Hip Score は術前 70 点から 95 点に改善，競技復帰率が 100％であったと報告している[3]．また，Byrd らや Nho らも同様に，アスリート対する股関節鏡手術の高い競技復帰率を報告している[4,5]．FAI の股関節鏡手術の短期成績には疑いの余地はなく，現状では標準治療であると思われる（表 1）．

加谷光規
〒 060-8543　札幌市中央区南 1 条西 16 丁目
札幌医科大学医学部整形外科
TEL 011-611-2111

札幌医科大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine

表1 FAI に対する鏡視手術の治療成績

著者	経過観察(年)	症例数	mHHS		成功率
			術前	術後	
Philippon ら(2010)	2.0	28	70	95	100%
Byrd ら(2011)	2.0	116	72	96	95%
Nho ら(2011)	2.3	33	68.6	88.5	73%

股関節鏡治療の成績不良因子は？

FAI に対する股関節鏡治療の良好な成績は報告されている一方で，成績不良因子も明らかになってきている．Philippon らは手術年齢が 50 歳以上[6]，関節裂隙が 2 mm 以下である場合に治療成績が不良であると報告[7]，Larson らも関節裂隙が健側の 50%以下あるいは 2 mm 以下の場合が予後不良であったと報告した[8]．また，McCarthy らは Outerbridge Ⅲ以上の軟骨損傷を予後不良と報告している[9]．また，FAI に対する股関節鏡手術の良好な治療成績を獲得するための技術的な注意点は，股関節鏡手術にも関わらず疼痛が軽減せずに再手術を要した症例の特徴からうかがい知ることが可能で，再手術の要因として FAI 骨性要素や下前腸骨棘の矯正不足が喚起されている[10~12]．FAI に対する股関節鏡手術の成功のためには，①適切な患者選択，② FAI 変形の矯正不足，③ AIIS impingement の存在の 3 点に留意することが必要で，手術時の年齢が 50 歳以上の場合や，関節裂隙が 2 mm 以下と変形性関節症を認める場合，さらには術前検査で軟骨損傷が疑われる場合には，股関節鏡手術の適応には慎重になるべきであると思われるし，FAI 変形を適切に矯正する手術技術の習得は股関節鏡外科医に課せられた課題である(表 2)．

損傷した関節唇は修復するべきか？

股関節唇は，その sealing effect により股関節の安定化作用をもつ．この sealing effect の回復と疼痛の改善といった観点から，損傷股関節唇は修復することが望ましく，損傷した関節唇のデブリドマンと股関節唇修復術の成績を比較した臨床試験にて股関節唇縫合術の有用性が明らかになっている(表 3)[13,14]．確実な FAI 変形の矯正がなされている場合には，損傷した股関節唇のデブリドマンでも術後の股関節の機能は改善するものの，修復した症例では機能点数は 10 点程優れており，より良好な成績を得るためには，股関節唇を修復する技術を身につけるべきである．修復不能の損傷股関節唇に対しては股関節唇再建術が治療選択肢の 1 つであり，デブリドマンと股関節唇再建術の比較試験からは，股関節唇再建術の優位性が報告されている[15,16]．

表2 FAI 手術の予後不良因子

年齢が 50 歳以上
関節裂隙が 2 mm 以下
高度の軟骨損傷
FAI 変形の矯正不足
下前腸骨棘インピンジメント

FAI に対する股関節鏡治療は変形性股関節症の発生を予防できるか？

FAI に伴う股関節唇の損傷や関節軟骨の損傷は変形性股関節症を誘発すると考えられており，いわゆる一次性股関節症の多くは，FAI がその発生要因であろうと推測されている[17,18]．臼蓋形成不全の頻度が高い本邦においては，FAI の関与する割合は低いと考えられるが[19]，一次性股関節症への FAI の関与を指摘する報告も本邦の施設から報告されている[20,21]．

FAI が変形性股関節症の原因であることを示す状況証拠は溜まりつつあるが，FAI の natural history の報告に乏しいことや，唯一の回答となる FAI の股関節鏡治療の長期治療成績は今後の課題で，FAI は変形性股関節症の原因か？ に対する直接的な証拠はないというのが現状である．除痛と変形性股関節症の発生をエンドポイントとした，FAI に対する股関節鏡手術と理学療法の randomized controlled trial が英国で開始される[22]．これにより，FAI に対する股関節鏡手術の位置づけが左右されると考えられる．

表3 損傷股関節唇のデブリドマンと修復術の成績の比較

		デブリドマン	修復術
Krych ら(2014)	Hip outcome score	76.3	88.7
Larson ら(2012)	mHHS	84.9	94.3

FAI に対する股関節鏡治療の現状と将来展望

股関節鏡手術の手術手技が進歩した現在では，FAI に対する股関節鏡手術はほぼ標準治療に近づいていると考えてよい．適切な患者選択と正しい手術手技の実践により良好な治療成績が期待できる．本邦でも，FAI に対する股関節鏡手術の手術件数は今後さらに増加するものと思われる．その一方で，とくに変形性股関節症の予防効果を含めた長期成績は今後の課題であるし，股関節軟骨損傷に対する治療法や円靱帯損傷の病的意義と治療の要否など，いまだ解明されていない課題も多い．

文　　献

1) Ganz R et al：Femoroacetabular impingement：a cause for osteoarthritis of the hip. Clin Orthop Relat Res, 417：112-120, 2003.
2) Steppacher SD et al：Eighty percent of patients with surgical hip dislocation for femoroacetabular impingement have a good clinical result without osteoarthritis progression at 10 years. Clin Orthop Relat Res, 2014.［Epub ahead of print］
3) Philippon MJ et al：Arthroscopic labral repair and treatment of femoroacetabular impingement in professional hockey players. Am J Sport Med, 38：99-104, 2010.
4) Byrd JWT et al：Arthroscopic management of femoroacetabular impingement in athletes. Am J Sport Med, 39：7S-13S, 2011.
5) Nho SJ et al：Outcomes after the arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement in a mixed group of high-level athletes. Am J Sport Med, 39：14S-19S, 2011.
6) Philippon MJ et al：Hip arthroscopy for femoroacetabular impingement in patients aged 50 years or older. Arthroscopy, 28：59-65, 2012.
7) Philippon MJ et al：Outcomes following hip arthroscopy for femoroacetabular impingement with associated chondralabral dysfunction：minimum two-year follow-up. J Bone Joint Surg, 91：16-23, 2009.
8) Larson CM et al：Does arthroscopic FAI correction improve function with radiographic arthritis? Clin Orthop Relat Res, 469：1667-1676, 2011.
9) McCarthy JC et al：What factors influence long-term survivorship after hip arthroscopy？ Clin Orthop Relat Res, 469：362-371, 2011.
10) Domb BG et al：Revision hip preservation surgery with hip arthroscopy：clinical outcomes. Arthroscopy, 30：581-587, 2014.
11) Larson CM et al：Arthroscopic hip revision surgery for residual femoroacetabular impingement（FAI）surgical outcomes compared with matched cohort after primary arthroscopic FAI correction. Am J Sport Med, 42：1785-1790, 2014.
12) Ricciardi BF et al：Causes and risk factors for revision hip preservation surgery. Am J Sport Med, 42：2627-2633, 2014.
13) Krynch AJ et al：Arthroscopic labral repair versus selective labral debridement in female patients with femoroacetabular impingement：a prospective randomized study. Arthroscopy, 29：46-53, 2014.
14) Larson CM et al：Arthroscopic debridement versus refixation of the acetabular labrum associated with femoroacetabular impingement：mean 3.5-year follow-up. Am J Sport Med, 40：1015-1021, 2012.
15) Boykin RE et al：Results of arthroscopic labral reconstruction of the hip in elite athletes. Am J Sport Med, 41：2296-2301, 2013.
16) Domb BG et al：Arthroscopic labral reconstruction is superior to segmental resection for irreparable labral tears in the hip：a matched-pair controlled study with minimum 2-year follow-up. Am J Sport Med, 42：122-130, 2014.
17) Clohisy JC et al：Radiographic structural abnormalities associated with premature, natural hip-joint failure. J Bone Joint Surg Am, 93（suppl 2）：3-9, 2011.
18) Nepple JJ et al：Clinical and radiographic predictors of intra-articular hip disease in arthroscopy. Am J Sports Med, 39：296-303, 2011.
19) Mori R et al：Are cam and pincer deformities as common as dysplasia in Japanese patients with hip pain? Bone Joint J, 96B：172-176, 2014.
20) Fukushima K et al：Prevalence of radiologic findings of femoroacetabular impingement in the Japanese population. J Orthop Surg Res, 9：25-30, 2014.
21) Hashimoto S et al：Clinical importance of impingement deformities for hip osteoarthritis progression in a Japanese population. Int Orthop, 38：1609-1614, 2014.
22) Palmer AJ et al：Protocol for the Femoroacetabular Impingement Trial（FAIT）：a multi-centre randomised controlled trial comparing surgical and non-surgical management of femoroacetabular impingement. Bone Joint Res, 3：321-327, 2014.

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」

Femoroacetabular Impingement（FAI）に対する観血手術の適応と実際

Indication and Procedure of Open Surgery for Treating Femoroacetabular Impingement

福島　健介[1)]　Kensuke Fukushima　　高平　尚伸[2)]　Naonobu Takahira
内山　勝文[1)]　Katsufumi Uchiyama　　髙相　晶士[1)]　Masashi Takaso

● Key words
大腿骨寛骨臼インピンジメント，観血的手術，手術手技
Femoroacetabular impingement：Open surgery：Operative procedure

●要旨
股関節部疼痛あるいは変形性股関節症の一要因として，femoroacetabular impingement（FAI）の存在が近年注目されている．FAI の手術方法に関しては，Ganz らの外科的脱臼法に代表される観血的手術法，鏡視下手術法，観血的手技と鏡視下手技を併用した手術法があげられる．当科では原則的に FAI は股関節の形態学的異常を背景として起こる病態であり，手術治療はその形態学的異常を改善する目的で行なわれるべきと考え，そのために最も適切な方法が何かを検討して術式を選択している．本稿では当科における FAI に対する観血的手術の適応と実際につき概説する．

はじめに

Femoroacetabular impingement（FAI）は，2003 年に Ganz ら[1)]によってその概念が報告され，股関節痛の要因として，また変形性股関節症の一因として注目されている[2)]．FAI に対する手術方法は外科的股関節脱臼法（surgical dislocation of the hip；SDH），股関節鏡視下手術法，股関節鏡視下手術と観血的手技を併用した手術法に大別される．われわれは，FAI は原則的に股関節の形態的異常を背景として起こる病態であり，手術治療はその形態的異常を改善する目的で行なわれるべきと考え，そのために最も適当な方法がどの方法かを検討して術式を選択している．本稿ではとくに SDH，股関節鏡視下手術と観血的手技を併用した手術法の適応と実際につき述べる．

FAI の診断手順

FAI は大腿骨側，寛骨臼側における軽微な骨性変形を背景として股関節運動中，あるいは運動終点において繰り返し衝突動作が起こることで寛骨臼縁の関節唇および軟骨に損傷が生じる病態と説明されている．FAI は股関節の形態と引き起こす病態より，2 つのタイプに大別される．Pincer type impingement は寛骨臼側に起因するもので，多くは 30～40 歳代の女性にみられると報告されている[3)]．病理学的には寛骨臼前上方の関節唇の損傷と多くは 5 mm に満たない幅の関節軟骨損傷が認め

福島健介
〒 252-0374　相模原市南区北里 1-15-1
北里大学医学部整形外科学
TEL 042-778-8412

1）北里大学医学部整形外科学
Department of Orthopaedic Surgery, Kitasato University, School of Medicine
2）北里大学医療衛生学部
Kitasato University, School of Allied Health Sciences

図1　FAI の病態の分類と特徴的な画像所見（文献 6 より引用）

られる[4]．Cam type impingement は大腿骨側に起因するもので，多くは 20～30 歳代の男性にみられると報告されている[3]．病理学的には pincer type と比較して，より広範囲の寛骨臼前方関節唇の関節軟骨からの剝離と，広範囲ながら局所的な関節軟骨の欠損が認められる[4]．しかしながら，実際の症例はこの 2 つの混合型（mixed type か combined type と称される）であることが多い．

FAI の診断は，患者の嗜好スポーツ，仕事歴等の背景，臨床所見（臨床症状および理学所見），画像評価が総合的になされたうえで行なわれることが重要である．診断の手順としては，患者の疼痛部位，疼痛を発現する肢位，股関節の可動域，インピンジメントテストにより，股関節前方でインピンジメントが起きている（anterior impingement）のか，あるいは後方で起きている（posterior impingement）のか把握したうえで，単純 X 線写真を正しい条件で撮影し，インピンジメントが起きている原因と部位を特定し，治療方針を決定する．

FAI の画像診断においては，それぞれの特徴的な画像所見がどのような病態を示すのかを念頭に置く必要がある．現在のところ，FAI の病態を呈する状態として図 1 に示すような分類と特徴的な画像所見があげられている[5,6]．

股関節外科的脱臼法（surgical dislocation of the hip；SDH）

2001 年に Ganz ら[7]によって報告された SDH は直視下に寛骨臼，大腿骨を全周性に極めて良好な視野で病態を確認しながら処置が可能であり，FAI 手術治療のゴールドスタンダードと位置づけられる．本方法は，一般的に坐骨神経が近接するために股関節鏡視下手術では処置が不可能とされる寛骨臼後方の処置が可能であることに大きな利点がある．したがって，われわれは全周性の寛骨臼の過剰被覆を認める（global overcoverage）症例や寛骨臼の後方のみの突出を認める（prominent posterior wall）症例において本方法を適応としている．しかしながら，比較的大きな皮切を要すること，大転子切離に伴う術後大転子移動等の合併症とそれを予防するための免荷期間，リハビリテーションが長期にわたり必要なこと，将来的に抜釘を必要とする場合があることなどが欠点としてあげられる．Sink ら[8]は多施設における本方法の合併症の発生率は 4.8％と報告し，最も頻度が多かったものは大転子にかかわるトラブルであったと報告している．Naal ら[9]は本方法をプロフェッショナルアスリートにも適応し，長いリハビリテーション期間を要したものの 22 人の男性アスリートのうち 21 人（96％）がプロレベルに復帰し，19 人（86％）は術後のパフォーマンスレベルに満足したと報告している．

症例提示

41 歳　女性．主訴は左股関節痛．来院時は安静時痛も強く認め，歩行はほぼ不可能な状態であった．股関節屈曲，内旋，外旋角度が健側と比較して著しく低下していた．パトリックテスト陽性，anterior impingement test 陽性．日本整形外科学会股関節機能判定基準（JOA

score）は患側 48 点（健側 70 点），modified Harris Hip Score は患側 31 点（健側 64 点）と低下を認めた．単純 X 線写真では，寛骨臼外側から後方にかけての過剰被覆像と関節唇の石灰化像を認めた（図 2）．関節造影後 CT にて前方関節唇損傷も認め，寛骨臼全周にわたる処置が必要と判断し，SDH を選択した．大転子を中心とする Kocher-Langenbeck approach を用いて侵入，大腿筋膜張筋を皮切方向に切開し大転子骨切りを行なった．関節包を Z 字状に切開し，股関節を後下方に脱臼させ，寛骨臼を全周性に観察した．前方関節唇の断裂と後方関節唇の石灰化を認め，一度関節唇を寛骨臼縁より剝離を行ない，寛骨臼後方を新鮮化する程度にノミを用いて薄く切除し，金属性アンカーを用いて関節唇を再逢着し，脱臼を整復した．股関節屈曲内旋位，伸展外旋位にてインピンジメントを生じないことを確認し，大転子を再接合し閉創を行なった．術後は 6 週間免荷のうえ，屈曲角度を 90°に制限し，徐々に解除を行ない術後 9 週で大転子の完全癒合を確認して全荷重を許可した．術後，寛骨臼後外側の過剰被覆の形態的改善が得られた（図 3）とともに股関節痛は著しく改善を認め，術後 3 年の現在も状態は維持されている．

股関節鏡視下手術と観血的手術（mini-open）の合併手術

股関節鏡視下手術は軟部組織への侵襲が少なく，SDH に特有な大転子切離に伴う合併症が少なく，仮に症状が再燃，あるいは改善しなかった場合の再手術が容易であるなどの多くの利点をもち，近年 SDH に代わって FAI に対する標準的な治療になりつつある．しかしながら，術者の技量に手術成績が依存すること，長いラーニングカーブが存在すること，死角が生じることでの処置不足や医原生の軟骨損傷を生じるなどの問題点も存在する[10]．Büchler ら[11]は大腿骨側の骨軟骨形成術に関して，股関節鏡視下手術と SDH の比較を行ない，ともに有意差なく形態の改善が得られたものの SDH に比較して股関節鏡視下手術では明らかなラーニングカーブが存在したとし，股関節鏡視下手術において SDH と同等の形態改善を得るためには手技の熟練が必要と報告した．当科では，股関節前外側にインピンジメント要因が限局する場合は股関節鏡視下手術のよい適応と考えているが，そのインピンジメント要因が大きい場合，あるいは形態的に複雑でインピンジメントが起こる部位を明確に把握したい場合，mini-open による観血的手技を股関節鏡視下手術に加えている．具体的な手術手技としては，牽引手術台を用いて，牽引下で股関節鏡視下にて関節軟骨の評価，関節唇の評価と処置（必要があれば縫合），滑膜切除を行なった後に牽引を解除して，約 6 cm の modified Smith-Peterson approach を用いて筋間侵入で股関節の前方を展開し，実際に股関節を動かしてインピンジメントする部位を確認しながら骨軟骨形成術を行なっている[12]．術後後療法は股関節鏡視下手術単独症例と基本的に同様としている．Cohen ら[13]は FAI と診断された 47 股の高レベルアスリートに対して同方法で治療を行ない，95％の症例で臨床的な改善が得られ，55％の症例で病前のスポーツレベルに回復したことを報告し，本法は良好な視野の下で術中に可動域を確認しながら骨軟骨形成が行なえること，手術時間が短く，出血量も少ないことを利点としてあげている．前述のように股関節鏡視下手術には長いラーニングカーブが存在することから，本法はそのラーニングカーブを埋める効果もあ

図２　41 歳　女性
左寛骨臼の外側から後方にかけての過剰被覆と関節唇の石灰化像を認める．

図３　左：SDH 術後 X 線写真　右：術前 X 線写真
寛骨臼の過剰被覆の形態的改善が得られている．

図4 21歳 女性
0歳時に腸骨骨髄炎の既往あり，著しい骨盤変型を認める．寛骨臼後捻を伴った寛骨臼形成不全，大腿骨前方の骨性突出を認めた．

図5 術後X線写真
股関節鏡視下手術にmini-openを併用して直視下に骨軟骨形成を行なった．

るとわれわれは考えている．

症例提示(本症例は厳密にはFAIにあたらない)

21歳 女性．主訴は左股関節痛．空手家であり，国際大会出場レベル．0歳時にMRSA髄膜炎，腸骨骨髄炎の既往あり．歩行は可能だが，長時間の座位は疼痛のため不可能であった．股関節屈曲，内旋角度が健側と比較して著しく低下していた．Patrick test陽性，anterior impingement test陽性．JOA scoreは患側78点(健側96点)，modified Harris Hip Scoreは患側56点(健側92点)と低下を認めた．単純X線写真では，CE角20°と寛骨臼形成不全と寛骨臼の後捻，大腿骨前方に骨性突出を認めた(図4)．本症例は屈曲内旋角度の低下とその際の疼痛が認められ，インピンジメント要因が前方にのみ認められること，寛骨臼側，大腿骨側ともに変形が認められインピンジメントする部位が股関節鏡視下では把握が難しいと判断し，股関節鏡視下手術とmini-openを用いた大腿骨側骨軟骨形成術を施行した．直視下にインピンジメントする部位を確認しながら骨軟骨形成を行なった(図5)．術後股関節屈曲，内旋可動域は著しく改善し，疼痛も改善を認めた．

結　　語

FAIに対する観血的手術の適応と実際について概説した．股関節痛の発生病態，術者の技量によって，観血的手術は常に手術治療の一選択肢として考慮されるべきであると考える．

文　　献

1) Ganz R et al：Femoroacetabular impingement：a

cause for osteoarthritis of the hip. Clin Orthop Relat Res, 417：112-120，2003.
2）Tanzer M et al：Osseous abnormalities and early osteoarthritis; the role of hip impingement. Clin Orthop Relate Res, 429：170-177，2004.
3）Ganz R et al：The etiology of osteoarthritis of the hip：an integrated mechanical concept. Clin Orthop Relat Res, 466：264-272，2008.
4）Beck M et al：Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage：femoroacetabular impingementas a cause of early osteoarthritis of the hip. J Bone Joint Surg Br, 87：1012-1018，2005.
5）Tannast M et al：Femoroacetabular impingement：radiographic diagnosis--what the radiologist should know. AJR Am J Roentgenol, 188：1540-1552，2007.
6）福島健介ほか：単純 X 線像による FAI の診断．関節外科，30：1326-1332，2011.
7）Ganz R et al：Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. J Bone Joint Surg Br, 83：1119-1124, 2001.
8）Sink EL et al：Multicenter study of complications following surgical dislocation of the hip. J Bone Joint Surg Am, 93：1132-1136，2011.
9）Naal FD et al：Surgical hip dislocation for the treatment of femoroacetabular impingement in high-level athletes. Am J Sports Med, 39：544-550，2011.
10）Harris JD et al：Complications and reoperations during and after hip arthroscopy：a systematic review of 92 studies and more than 6,000 patients. Arthroscopy, 29：589-595，2013
11）Büchler L et al：Arthroscopic versus open cam resection in the treatment of femoroacetabular impingement. Arthroscopy, 29：653-660, 2013.
12）峯岸洋次郎ほか：RAO 後生じた前方インピンジメントに対し，鏡視下手技と mini-open での観血的手技の併用にて手術的加療を行った 1 例．Hip Joint，39：124-127, 2013.
13）Cohen SB et al：Treatment of femoroacetabular impingement in athletes using a mini-direct anterior approach. Am J Sports Med, 40：1620-1627, 2012.

第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「アスリート寛骨臼関節唇損傷の診断・治療の up to date」

アスリート股関節唇損傷に対する理学療法の実際

Physiotherapy for Treating Athletes with Acetabular Labral Tearing

竹内 大樹[1)] Hiroki Takeuchi
綿貫 誠[2)] Makoto Watanuki
内田 宗志[3)] Soshi Uchida
青山 倫久[1)] Michihisa Aoyama
林 英俊[2)] Hidetoshi Hayashi

● Key words
股関節唇損傷，理学療法，アスリート

●要旨
アスリートにおける股関節唇損傷は関節唇への一過性や繰り返し反復されるメカニカルストレスによって発症するといわれている．
アスリートの股関節唇損傷に対する保存療法におけるリハビリテーションの有効性に関する報告は少なく，明確なエビデンスがいまだに確立されていない．術後後療法に対する報告は少ないながらも散見され，スポーツへの復帰率が高く概ね良好な結果が示されている．
アスリートの股関節唇損傷に対する保存療法リハビリテーションおよび手術療法リハビリテーションプログラムを紹介するとともに，実施するうえでの key point や注意点を解説する．

はじめに

アスリートにおける股関節唇損傷は，femoroacetabular impingement（以下 FAI）や寛骨臼形成不全（以下 DDH）などの骨形態異常に起因され，関節唇への一過性や繰り返し反復されるメカニカルストレスによって発症する[1)]．

股関節唇は静的機能として関節面積の増加と関節体積の増加，動的機能として吸引効果とシーリング効果が報告されている[2)]．ゆえに，股関節唇損傷が生じると股関節機能の低下とともに安定性の低下も生じる．アスリート股関節唇損傷における手術成績は良好である．リハビリテーションは術中所見，術後期間，身体機能を含めた術後経過，外科的修復過程に合わせたテーラーメイドのプログラムが必要となる．

背　景

アスリートの股関節唇損傷に対する保存療法の効果に

竹内大樹
〒158-0082 東京都世田谷区等々力 4-13-1
AR-Ex 尾山台整形外科東京関節鏡センター
TEL 03-5758-3007

1）AR-Ex 尾山台整形外科東京関節鏡センターリハビリテーション科
AR-Ex Medical Corporation Oyamadai Orthopaedics Clinic Tokyo Arthroscopy Center Department of Rehabilitation
2）AR-Ex 尾山台整形外科東京関節鏡センター整形外科
AR-Ex Medical Corporation Oyamadai Orthopaedics Clinic Tokyo Arthroscopy Center Department of Orthopedics
3）産業医科大学若松病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Wakamatsu Hospital of the University of Occupational and Environmental Health

ついては報告が少なく，いまだに確立していない治療方法である．Yazbek らはプロサッカー選手や柔術家を含む股関節唇損傷例 4 名に対し，筋力トレーニングを中心とした理学療法を行ない全例で股関節症状改善を認めたと報告し[3]，Emara らは男女のアスリート 37 例に対しストレッチや姿勢指導を行なった結果，そのうち 33 例の股関節機能が改善したと報告している[4]．しかしながらいずれもケースレポートもしくはケースシリーズのエビデンスレベル 4 の報告であり，どのような要因が症状改善に寄与したのかは不明である．また上記報告も含めた保存療法の systematic review では，いずれの報告もエビデンスレベルは低く[5]，現時点では股関節唇損傷に対する保存療法の有効性は認められていない．

術後リハビリテーション

アスリートの FAI に対する鏡視下手術の術後成績の報告は多数されており，術後 2 年間で約 80～90 % が術前レベルへ復帰している（表 1）．

術後リハビリテーション内容とその成績に関しても多くの報告がされている．リハビリテーション内容は，いずれも処置を行なった関節唇や関節包の治癒過程段階に従って，Phase 分割され，各々 Phase で目標が設定されている[6]．

当院でも同様な形態を取り，リハビリテーションプログラムを遂行している（図 1）．

アスリートにおいては患部の外科的修復に焦点を置くのみでなく，患部外や体力減少を最小限にするなどスポーツ復帰への考慮がポイントとなる．

以下にリハビリテーションの key point と留意点を挙げ，プログラムを紹介する．

1．荷重管理

1 週目より flat foot bearing で荷重を開始する．イニシャルコンタクト（踵接地期）では股関節に剪断力が生じるため踵接地を制限し，1～2 週は flat foot とする．3 週目よりイニシャルコンタクトを許可し 1/3 荷重，4 週目より 2/3 荷重で満 4 週で全荷重とする（図 2）．しかし荷重プロトコルにとらわれることなく疼痛状況などにより医師と理学療法士がコミュニケーションを綿密にし，適宜荷重管理を変化させることが後のスムーズなリハビリテーションの進行に対しポイントとなる．

2．関節可動域

癒着および拘縮予防のため持続的他動運動（CPM）を術後翌日より，関節可動域運動は他動にて開始する．関節唇修復部位や外科的処置部位などへのストレス軽減のため屈曲は 3 週まで 90°，伸展は 2 週まで 0°，外転は 3 週まで 45°，内転は 3 週まで 0°，外旋は 3 週まで制限し，内旋は癒着防止のため，早期より疼痛範囲内で実施する（図 3）．

関節可動域運動は股関節の動きに連動して骨盤帯の運

表 1　FAI に対する鏡視手術の治療成績

著者	例数	スポーツ種目	復帰例数	復帰率
Philippon（Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2007）	45	ホッケー 24，ゴルフ 6，フットボール 5，ダンス 2，野球 2	42	93 %
Philippon（J Pediatr Orthop 2008）	16	ダンス 5，バレーボール 3，スケート 2，スキー 2，野球 2，ほか 2	16	100 %
Brunner（Am J Sports Med 2009）	45	自転車，サッカー，エアロビクス，水泳，ジョギング，ハイキング	37	82 %
Kang（Clinics in Orthopaedic Surgery 2009）	41	テコンドー 12，ゴルフ 5，サッカー 4，体操 3，ほか	29	70 %
Philippon（Am J Sports Med 2010）	28	アイスホッケー（NHL） 28	28	100 %
Singh（Arthroscopy 2010）	24	オーストラリアンフットボール	23	96 %
Byrd（Am J Sports Med 2011）	200	ランニング，フットボール，サッカー，バスケット，バレーボール，エアロビクス，ダンス，スノーボード，体操，レスリング，クロスカントリー，ほか	181	90 %

Labral Repair Refixation/ Osteochondroplasty / Rim Trimming. Plication to Close Capsule

関節鏡視下股関節唇縫合術　骨軟骨形成術 RIMi Trimming　関節包縫合

Patient Checklist

Weight Bearing荷重
FFWB
(Flat Foot Weight Bearing)
２週間

CPM
０～２週間
４時間／日

腹臥位でのストレッチ
２時間以上／日

回旋止めブーツ:
術後１５日まで装着

ブレッドソー装具
0-105°
術後１５日

関節可動域制限：

屈曲: 0-120
術後0から 14~21日
伸展:　１週　0°
１４～２１日以降
0°以上
外旋: 0°
0～ 14-21日
内旋：制限なし
外旋： 0-45
2~4週以降疼痛範囲で

Modalities:
Active Release
Ultrasound, E-stim
as needed after 3wk

Time Lines:
Week 1= POD 1-7
Week 2=POD 8-14
WEEk 3=POD15-21

Phase I 保護と可動	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
Ankle Pump	•												
アイソメトリック	•	•											
軟部組織マッサージ	•	•	•	•									
抵抗のないエアロバイク	•	•	•	•									
瘢痕組織のモビリゼーション	•	•	•	•	•								
他動可動域訓練	•	•	•	•	•								
CIRCUMDUCTION	•	•	•	•	•	•	•	•					
他動ストレッチ Quad HS Piriform	•	•	•	•	•	•	•	•					
Quadrup Rocking		•	•										
Phase Ⅱ: Stabilization 安定化	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
セクション1 (SEC1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
丸椅子股関節回旋運動		•	•										
腹臥位回旋運動 ハムストリング		•	•										
腹臥位大臀筋 プログレッション		•	•										
仰向け屈曲訓練		•	•										
立位で内旋位での外転訓練			•	•	•								
側臥位での中臀筋訓練			•	•	•	•							
ブリッジの訓練メニュー			•	•	•	•							
他動ストレッチング 屈曲 膝腱靭帯			•	•	•	•							
水中訓練開始				•	•	•	•						
プランク					•	•	•						
他動可動域訓練					•	•	•						
エアロバイク 抵抗					•	•	•	•					
セクション2 (SEC2) 歩行とCKC 訓練	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
松葉杖歩行訓練／荷重をあげる			•	•	•								
バランストレーニング				•	•	•							
両足 膝 1／3スクワット					•	•	•						
レッグプレス					•	•	•						
Pilates					•	•	•						
Ellioptical machine						•	•	•					
セクション3 (SEC3): 機能訓練	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
Functional Activity							•	•	•	•	•		
Running Progression							•	•	•	•	•		
Skating Progression							•	•	•	•	•		
Golf Progression							•	•	•	•	•		
Dance Progression							•	•	•	•	•		
Phase Ⅲ 筋力強化 Strengthening	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
Single Leg Closed Cain Progression								•	•				
Balance Squats								•	•				
Lateral Step Downs, Lunge								•	•	•	•	•	
Single 1/3 Knee Bends									•	•	•	•	
Slide to Side lateral movement									•	•	•	•	
Forward Box Lunge									•	•	•	•	
Phase IV Rreturn to Sports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
Functional Sports Test											•		
Multi-Place Agility Plyometrics											•	•	•
Sports Specific Drills											•	•	•

図１　FAI リハビリテーションプロトコル

動が引き出されているかがポイントとなる．連動された動きが制限されていると股関節前面に挟まれるような違和感を患者は訴えるので注意が必要となる．

３．肩甲帯および骨盤帯との運動連鎖

股関節の動きに伴う骨盤帯の関与は種々の報告がされている[7]．関節可動域練習や動作練習などにおいて股関節–骨盤–脊柱さらには肩甲帯が連動して動作遂行がなされることが関節唇修復部位や外科的処置部位などへのストレス軽減，疼痛出現の抑制に大きく関与している．リハビリテーションスタッフは股関節–骨盤–脊柱の適切な連動性を確保するため，股関節の可動域はもとより胸郭機能，脊柱アライメント，体幹機能など患者の全身的機能評価が重要となる．

４．リハビリテーション

a．Phase 1：保護と可動（術後 1～4 週）

Phase 1 におけるリハビリテーションの目的は，組織修復の保護，疼痛と炎症症状の軽減，筋力低下の予防，関節拘縮の予防，運動連鎖の確保となる．

大腿四頭筋・ハムストリングス・股関節内外転筋の等尺性収縮による筋力トレーニング，core stabilization，関節拘縮予防のため circumduction，疼痛自制範囲で股関節–骨盤帯–脊柱の運動連鎖を意識した四つ這い運動を

Post ope	荷重量
1W	Flat Foot Bearing（踵接地歩行禁）
2W	↓
3W	1/3 PWB（踵接地歩行許可）
4W	2/3 PWB
4W～	FWB

図２　荷重プロトコル

	1W	2W	3W	4W
Flex	90° →		Free →	
Exte	0° ≧ →	Free →		
Abd	45° ≧ →		Free →	
Add	0° ≧ →		Free →	
ER			Free →	
IR	Full range →			

図３　関節可動域プロトコル

図４　Phase 1　リハビリテーション
a, b：Circumduction（関節拘縮予防・関節包癒着予防）
c ：股関節周囲筋 Isometric 筋力トレーニング
d ：四つ這い運動

行なう（図 4）．また，関節拘縮予防のため病棟では腹臥位を術後翌日から可及的早期に取らせることは非常に効果的である．

術後早期のため，炎症症状由来の疼痛がリハビリテーションの阻害要因となることがある．常に医師と綿密な連携を取り，NSAIDs などの投薬も念頭に入れる．

この時期は積極的なトレーニング時期ではなく，組織保護しながらも関節拘縮を予防し運動連鎖などの身体機能を確保する時期となる．

デスクワークなどの軽作業は術後 3～4 週をめどに復帰させる．連続座位時間は 30 分程度とし，適宜立位や歩行などの活動を短時間取らせる．

b．Phase 2 Section 1：安定化（術後 2～8 週）

Phase 1 から Phase 2 への移行基準は Phase 1 にて疼痛なし，関節可動域が健側の 85％以上の獲得，全荷重歩行の遂行の 3 つとしている．

Phase 2 は Section を 3 つに分け，詳細なプログラム設定がされており，トレーニングの負荷量を増加させていく期間としている．

そのうち Section1 は組織修復の保護，疼痛症状の減

図５　Phase ２　リハビリテーション

少，関節可動域の回復を目的とする．

ブリッジ・プランクなどを中心とした core stabilization，股関節内旋運動，股関節外転筋・ハムストリングス・大殿筋の等張性運動による筋力トレーニングを行なう（図 5）．

Hodges らは下肢の運動に先行して腹横筋の活動が生じると報告しており，core stabilization は腹横筋などのローカル筋群の機能獲得を図る[8]．股関節周囲筋筋力トレーニングにおいても腹横筋をはじめとしたローカル体幹筋群の機能評価を行ない，股関節-体幹の筋群協調的機能の獲得を図る．

c．Phase 2 Section 2：歩行＆閉鎖性運動連鎖（CKC）

疼痛症状の消失，関節可動域制限の除去，正常歩行の獲得を目的とする．正常歩行の獲得を念頭に体重負荷運動，バランス運動など神経筋コントロールを強調した運動を行なう． 体重を負荷とするスクワットは 1/3 までとし過負荷とならぬよう注意を払う．

d．Phase 2 Section 3：機能練習

筋力増強とともに筋バランスの正常化を目的とする．疼痛症状が消失しており身体機能と活動量とのバランスを考慮しなければならない時期である．活動範囲の増大に伴う，過用や股関節周囲筋のスパズムに由来する疼痛症状を避けなければならない．

リハビリテーションは筋力トレーニングを中心に設定されている．また，この時期より各スポーツ種目における復帰メニューを開始していく（表 2）．

e．Phase 3：筋力強化

Phase 2 から Phase 3 への移行基準は他動関節可動域が疼痛を伴うことなく左右対称，股関節屈筋筋力が健側

表２　各スポーツ種目における復帰プログラム

Running Progression

Stage	Jog/Walk	Sets-Time	Frequency
1	1 min/4 min	4 sets=20 min	4-5 times/w
2	2 min/3 min	4 sets=20 min	4-5 times/w
3	3 min/2 min	4 sets=20 min	4-5 times/w
4	4 min/1 min	4 sets=20 min	4-5 times/w
5	5 min jogging	2 sets=10 min	4-5 times/w

Golf Progression

Stage	Program	量	Frequency
1	Putt, Short approach 1/2 swing	バケツ 1 杯	1 times/1～2 w
2	8/9 Iron 3/4 swing	バケツ 1 杯	1 times/2 w
3	Iron Full swing，カート使用	9 Hole	1 times/2 w
4	Full Round, 18 Hole 歩行許可	18 Hole	——

Ballet/Dance Progression

Stage	Program	Frequency
1 (0～2W)	セラバンドを用いて足関節 4 方向 Training	4-5 times/w
2 (4W)	Bar Lesson（健側脚での安定性獲得） 片脚バランス ＝Tendu	4-5 times/w
3 (5W)	Stretch, Pike, V-stretch	4-5 times/w
4 (5W)	両脚 Squat=Pile	4-5 times/w
5 (6W)	さまざまな肢位での片脚活動 股関節外旋＋挙上	4-5 times/w
6	Sports test	——
7	Jump（Sports test 実施後）	——

Skating Progression

Stage	Program	Time	Frequency
1	パットをつけないで脚を交差させながら前後方向に進む	20～30 min	4-5 times/w
2	パットをつけて方向を変えてスタート／ストップを行う	20～30 min	4-5 times/w
3	スポーツ特性に適合したドリル	——	——
4	Sports test	——	——
5	フルコンタクト許可／チーム合流	——	——

図6　Phase 3　リハビリテーション

の 60%以上・その他の股関節周囲筋筋力が健側の 70%以上，正常歩行の獲得の 3 つとしている．

目的はスポーツ復帰を前提とした積極的な筋力強化，心肺機能の改善および神経-筋協調性の改善とする(図 6)．

Phase 3 から Phase 4 へ移行する段階で，疼痛症状の消失，正常関節可動域，適切な筋力が獲得されたことを条件としてファンクショナルテスト(スポーツテスト)を実施する．スポーツテストの結果により復帰に向け，スポーツ種目競技特性を踏まえた特異的なトレーニングを開始していく．

f. スポーツテスト

スポーツ復帰における特異的リハビリテーションに移行する前段階として実施する[6]．

4 つの項目からなる functional test で股関節周囲筋力，バランス能力，関節可動域を総合的に評価する内容となっている(図 7)．

合計得点は 20 点であり 17 点を合格点とする．実施時期は医師とリハビリテーションスタッフとが協議し決定する．得られた結果を詳細に分析し，以後のスポーツ復帰に向けた特異的リハビリテーションに反映させる．

g. Phase 4：スポーツ復帰

Phase 3 から Phase 4 への移行基準は他動自動ともに関節可動域が疼痛を伴うことなく左右対称，股関節屈筋筋力が健側の 85%以上回復，すべての動作において体幹のコントロールを保つことが可能の 3 つとしている．

目的はスポーツ復帰と再発予防とする．この時期はスポーツ復帰段階となりスポーツ現場での活動が多くなるため，スポーツ現場スタッフとの情報共有がポイントとなる．

具体的にはアジリティードリル，プライオメトリクス，スポーツ特性ドリルをシンプルに，ゆっくり，短時間から開始していく(図 8)．

スポーツ復帰の基準は外科的処置部位の組織修復を考慮し，12 週以降を遵守し 16 週を目標とする．しかしながらスポーツ復帰に関しては，選手個々の競技種目，筋力，周囲の環境が大きく異なるため，それぞれの選手個々に応じたテーラーメイドの対応が必要となる．

5．スポーツ復帰における pitfall

急激な活動量の増大や身体機能不全，無理な早期復帰は内転筋痛や腰痛症，鼡径部痛症候群などの疼痛発生，股関節唇損傷の再発を招く危険性がある．疼痛の再発予防をしながら，スムーズにスポーツに復帰させるためには，医師とリハビリテーションスタッフとの情報の共有だけでなく，スポーツ現場のメディカルスタッフ，指導者との情報共有が極めて重要なポイントとなる．

ま　と　め

アスリート股関節唇損傷における術後成績は良好である．しかしながらリハビリテーションプログラムにおいて各 Phase に詳細な到達基準が設定されており，リスク管理および目標を遵守することを徹底した，綿密なリハビリテーションの遂行が必要である．また，リハビリ

SPORT TEST MANEUVERS

＊手術日：　年　月　日　＊測定日：　年　月　日

合計得点　/ 20

Pass line 17

ONE THIRD KNEE BENT	SIDE-TO-SIDE LATERAI AGILITY	DIAGONAL SIDE-TO-SIDE AGILITY	FOR-WARD BOX LUNGE
測定器具	測定器具	測定器具	測定器具
1.チューブ 2.椅子または壁 3.ストップウォッチ 4.メトロノーム	1.チューブ 2.マーカー（テーピングなど） 3.ストップウォッチ 4.メトロノーム	1.チューブ 2.マーカー（テーピングなど） 3.ストップウォッチ 4.メトロノーム	1.チューブ 2.Box Lunge用の踏み台 3.ストップウォッチ 4.メトロノーム
測定方法	測定方法	測定方法	測定方法
1. 患側下肢でチューブを踏み、そのチューブを片手で持つ。 2. 壁または椅子でもう一方の手を支える。 3. チューブ抵抗下でsingle knee bentを行う。 4. knee bentは１秒で膝を曲げて、１秒で膝を伸ばす。 5. 上記のリズムで３分間行う。	1. 患者の肩幅を測定し、その1.5倍の距離にマーカーを引く。 2. 患者の骨盤帯にチューブを巻く。 3. 検者は手術側からチューブを引っ張る。 4. 手術側が軸足としてSide Stepを行う。 5. Side Stepは１Step１秒のリズムで１００秒間行う。	1. 患者の肩幅を測定し、その1.5倍の距離に左右45°斜め方向にマーカーを引く。 2. 患者の骨盤帯にチューブを巻く。 3. 検者は手術側からチューブを引っ張る。 4. 手術側が軸足として左右45°方向にSide Stepを行う。 5.Side Stepは１Step１秒のリズムで１００秒間行う。	1. Box Lunge用の踏み台を用意する。 2.患者の骨盤帯にチューブを巻く。 3.チューブ抵抗下で患側を踏み出してBox Lungeを行う。 4.Box Lungeは１Step１秒のリズムで行う。
採点方法	採点方法	採点方法	採点方法
30秒続けられると１ポイント ３分間続けられると６ポイント（満点）	20秒続けられると１ポイント 100秒続けられると５ポイント（満点）	20秒続けられると１ポイント 100秒続けられると５ポイント（満点）	30秒続けられると１ポイント ２分間続けられると４ポイント（満点）
合計得点	合計得点	合計得点	合計得点
／６	／５	／５	／４

Copyright © Ar-ex Group and Wakamatsu Hospital for University of Occupational and Environmental Health Japan

図７　スポーツテスト

図８　Phase 4　リハビリテーション

テーションスタッフは外科的修復過程に合わせ，プログラムを構築していく必要がある．それとともに障害を引き起こしたスポーツ特性や動作パターン，さらには身体機能評価を全身的に行い，再発防止につなげるアプローチが要求される．選手をスムーズにスポーツ復帰させるためには，スポーツ特性を理解したうえでスポーツ現場との綿密な情報交換が重要となる．

文　　献

1) Dy CJ et al：Tensile strain in the anterior part of the acetabular labrum during provocative maneuvering of the normal hip. J Bone Joint Surg Am, 90：1464-1472, 2008.
2) Seldes RM et al：Anatomy, histologic features, and vascularity of the adult acetabular labrum. Clinic Orthop Relat Res, 382：232-240, 2001.
3) Yazbek PM et al：Nonsurgical treatment of acetabular labrum tears：a case series. J Orthop Sports Phys Ther, 41：346-353, 2011.
4) Emara K et al：Conservative treatment for mild femoroacetabular impingement. J Orthop Surg, 19：41-45, 2011.
5) Wall PD et al：Nonoperative treatment for femoroacetabular impingement：a systematic review of the literature. PM R, 5：418-426, 2013.
6) Wahoff M et al：Orthopaedic Knowledge Update：Sports Medicine 4. Sports Medicine AAOS, 273-281, 2010.
7) Bohannon RW et al：Relationship of pelvic and thigh motion during unilateral and bilateral hip flexion. Phys Ther, 65：1501-1504, 1985.
8) Hodges PW et al：Contraction of the abdominal muscle associated with movement of the lower lomb. Phys Ther, 77：132-142, 1997.

楕円形ダイレーターを用いた前十字靱帯再建術

Anatomic Single Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Rounded Rectangle Femoral Dilator

中瀬 順介 Junsuke Nakase
沼田 仁彬 Hitoaki Numata
高田 泰史 Yasushi Takata
大橋 義徳 Yoshinori Ohashi
大島 健史 Takeshi Oshima
土屋 弘行 Hiroyuki Tsuchiya

● Key words
前十字靱帯再建術，解剖学的 1 束再建術，楕円形骨孔

●要旨
目的：楕円形ダイレーターを用いた前十字靱帯（ACL）再建術の骨孔位置と術中合併症の評価を行なった.
方法：楕円形ダイレーターを用いて ACL 再建術を行なった 32 名（平均年齢 26.4 歳）を対象とした．大腿骨骨孔位置は 3DCT を用いて Quadrant 法で評価し，脛骨骨孔位置の評価には，術中ガイドピン挿入時に撮影した膝関節正面，側面像のレントゲン写真を用いた．また，術中に生じた合併症について調査した．
結果：大腿骨骨孔位置は大腿骨長 24.8%，大腿骨高 32.1%，脛骨骨孔位置は前方から 39.7%，内側から 44.1%であった．骨孔後壁の部分破損が 1 例に生じたが，その他の重篤な合併症は発生しなかった.
考察：楕円形ダイレーターを用いた ACL 再建術において大腿骨・脛骨骨孔ともに ACL 解剖学的付着部内であり，重篤な合併症は発生しなかった.

はじめに

前十字靱帯（ACL）再建術後の良好な膝関節機能の獲得および臨床成績の向上には，解剖学的再建術が必要といわれ[1]，非解剖学的 ACL 再建術は術後成績不良の主な原因の 1 つと報告されている[2]．安田らの解剖学的 2 重束 ACL 再建術の報告以降[3]，従来の 1 束 ACL 再建術と 2 重束 ACL 再建術を比較し，2 重束再建術の良好な臨床成績が報告されている[4]．その一方で，1 束 ACL 再建術と比べ，2 重束 ACL 再建術では手術手技が煩雑で手術時間が長くなるという欠点が存在する[5]．そのため，近年，大腿骨，脛骨それぞれの解剖学的 ACL 付着部の中央に骨孔を作製する解剖学的 1 束 ACL 再建術が注目され，臨床成績において 2 重束 ACL 再建術と遜色ない結果も報告されている[6]．われわれは，2010 年からナビゲーションシステムを併用した解剖学的 1 束 ACL 再建術に取り組み，比較的良好な膝関節安定性や臨床成績が得られたが[7]，移植腱の直径が 8 mm 未満の症例で術後に回旋不安定性を呈する症例が数例発生した．この結果は，Mariscalco らの報告と一致し[8]，解剖学的 1 束 ACL 再建術の問題点であると考えた.

中瀬順介
〒 920-8641 金沢市宝町 13-1
金沢大学整形外科
TEL 076-265-2374
金沢大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa University Hospital

図１　オリジナル移植腱計測器

図２　オリジナルダイレーター

近年，ACL 大腿骨付着部に関する詳細な解剖学的報告がなされ，ACL の付着部は楕円形あるいは半月状であることが明らかにされてきている[9,10]．また，われわれは扁平な形状をした内側ハムストリング腱（半腱様筋腱，薄筋腱）を 4 重折りにすると正円ではなく，楕円形に近くなることに着目した．大腿骨骨孔を楕円形にすることで，これまでの正円形骨孔による解剖学的 1 束 ACL 再建術よりも解剖学的に近似した ACL を再建することができると考えた．さらに，正円形に比べて楕円形のほうが ACL 付着部内に大きな断面積の移植腱を挿入することが可能になると考え，オリジナルの移植腱計測器（図 1）と楕円形ダイレーター（図 2）を作製し，楕円形ダイレーターを用いた解剖学的 1 束 ACL 再建術を開発した．本研究は，楕円形ダイレーターを用いた解剖学的 1 束 ACL 再建術の安全性を確認するために，骨孔位置と術中合併症を調査することを目的とした．

対象と方法

2013 年 7 月～2014 年 8 月に楕円形ダイレーターを用いて解剖学的 1 束 ACL 再建術を施行した 32 例（男性 20 例，女性 12 例）を対象とした．手術時平均年齢は 26.4 ± 11.3 歳（13～61 歳）であった．複合靱帯損傷例や再手術例は除外した．

術　式

腱の採取

脛骨粗面内縁から約 1.5 cm 内側に約 4 cm の斜め皮切を加え，縫工筋腱膜を切開し，半腱様筋腱と薄筋腱を同定した．まず，半腱様筋腱のみを採取し，4 重折りにした断面積が小さい場合（楕円形計測器を用いて 6×9 mm 以下）には，薄筋腱の採取も追加した．

大腿骨骨孔作製部位のマーキング

ACL 大腿骨付着部の観察は，膝関節屈曲 90°での内・外側膝蓋下ポータルから行ない，ACL 付着部の中央をマーキングした．ACL 付着部の同定には骨性指標である lateral intercondylar ridge，大腿骨外顆後方軟骨部などを指標とした．

大腿骨骨孔の作製

大腿骨長軸に対して 45°でガイドピンが刺入可能な位置で，内側半月板直上に内側ポータルを追加した．膝関節を屈曲 120°以上とし，追加した内側ポータルからマーキングした部位へ先端の直径が 3.5 mm のガイドピン（RetroButton Drill Pin. Arthrex 社）を刺入し，大腿部外側の皮膚まで貫通させた．その後，直径 6 mm のドリルを用いて深さ 15 mm まで over drill を行なった．その後，移植腱と同サイズのオリジナルダイレーターをガイドピン越しに挿入し，深さ 15 mm までダイレーションを行なった．鏡視下で lateral intercondylar ridge の方向と楕円形の長軸方向を合わせて，さらに膝関節側面レ

図３　左　ダイレーション時鏡視所見
右　術中膝関節側面Ｘ線像　楕円の長軸方向を確認

図４　術後正面Ｘ線像

図５　大腿骨骨孔中心位置の評価方法（数値は本研究の平均値）

ントゲン写真でダイレーターの回旋を確認した（図３）.

脛骨骨孔の作製

ACL の付着部と外側半月板前節を指標として，解剖学的 ACL 付着部内でやや前内側寄りになるようにガイドピンを刺入した．膝関節正面および側面レントゲン写真で確認後，脛骨骨孔は従来通り正円形で移植腱と同径までドリリングした.

移植腱の固定

大腿骨側は，TightRope（Arthrex 社），脛骨側は Double Spike Plate と Screw（Smith & Nephew 社）も用いて，膝関節屈曲 20°で 40 N の張力を加えながら固定した（図４）.

評価方法

1. 大腿骨骨孔中心位置

全症例に対して術後約１週で CT を撮影し，３次元に再構築した後，大腿骨を長軸方向に半割した画像を作製した．Bernard らの報告に準じた Quadrant 法を用いて大腿骨長（FL）と大腿骨高（FH）をそれぞれ百分率で表示した（図５）[11]．大腿骨骨孔中心は，楕円形の長軸，短軸の交差点と定義した.

2. 脛骨骨孔中心位置

術中に脛骨へガイドピンを挿入した際に撮影した膝関節正面と側面のレントゲン写真を用いて，内側および前方からの位置を百分率で表示した（図６）.

3. 術中合併症

術中合併症は，Lubowitz の報告に準じて，以下の５つの有無について評価した[12]．1）骨孔後壁の破損，2）ガイドワイヤー刺入に伴う神経・血管損傷，3）大腿骨内顆医原性損傷，4）膝関節屈曲に伴うガイドワイヤー折損，5）移植腱挿入困難.

結　　果

大腿骨骨孔位置の中心は FL が 24.8±6.8%，FH が 32.1±4.9%で，脛骨骨孔位置の中心は内側から 44.1±2.3%，前方から 39.7±3.6%であった.

骨孔後壁の部分破損を１例に認めたが，その他の術中合併症は発生しなかった.

図６　脛骨骨孔中心位置の評価方法（数値は本研究の平均値）
左　膝関節正面　内側からの割合を計測
右　膝関節側面　前方からの割合を計測

考　　察

われわれが開発した楕円形ダイレーターを用いた解剖学的１束 ACL 再建術は，大腿骨骨孔，脛骨骨孔中心を解剖学的付着部内に作製することが可能であり，手術中に重大な合併症は発生せず安全な術式であった．さらにダイレーターを用いることの利点としては，熱の発生による骨への影響が少ないことや骨を圧縮することができるために骨温存・骨孔拡大の防止に有利な可能性があると考えている[13,14]．これらの点については今後検討予定である．

本研究での大腿骨骨孔，脛骨骨孔中心位置は，ともに従来報告されている ACL 付着部内であった．Piefer らによる systematic review では，大腿骨側 ACL 付着部の中心は，FL が 28.5%，FH が 35.2%と報告されている[15]．本研究の結果（FL：24.8%，FH：32.0%）に比べるとやや浅く低い位置となるが，われわれは大腿骨骨孔内で移植腱は浅く低い方向へ圧迫力を受け，その方向で腱骨移行部の固着部が完成すると考えているため[16]，本研究の骨孔位置は理想的な位置であったと考えている．同様に脛骨骨孔に関しても，Lorenz らは前内側線維束の中心は内側から 48%，前方から 41%の位置で，後外側線維束の中心位置は内側から 50 %，前方から 52 %であったと報告している[17]．われわれは，移植腱の骨孔内での変位や固着位置を考慮して，ACL 解剖学的付着部内のやや前方，内側寄りに骨孔を作製したいと考えている．今回の結果（内側から 44.1%，前方から 39.7 %）は，われわれがめざしている脛骨骨孔の位置であった．

術中合併症として１例に大腿骨骨孔後壁に部分的な破損が生じた．開口部のみの軽微な破損であり，固定性に問題ないと判断し，従来通りの固定法を行なった．この症例では，ガイドピン挿入時に膝関節の屈曲角度が不十分であったと考えており，膝関節を 120°以上屈曲することで避けられる合併症と考えている．

本研究では，術後臨床成績の評価をしていないことが問題点としてあげられる．今後は本術式開発の目的であった回旋不安定性の評価を含めた臨床成績の報告や，MRI を用いた移植腱と骨孔壁間隙の評価などを調査予定にしている．

結　　語

楕円形ダイレーターを用いた解剖学的１束 ACL 再建術において，重大な術中合併症は発生せず，大腿骨・脛骨ともに骨孔位置は解剖学的付着部内であった．

文　　献

1) Freddie F et al：Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction：a changing paradigm. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, DOI 10.1007/s00167-014-3209-9.
2) Kamath GV et al：Revision anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med, 39：199-217, 2011.
3) Yasuda K et al：Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon graft. Arthroscopy, 20：1015-1025, 2004.

4) Aglietti P et al：Comparison between single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction：a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. Am J Sports Med, 38：25-34, 2010.
5) Karlsson J et al：Anatomic single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction, part 2：clinical application of surgical technique. Am J Sports Med, 39：2016-2026, 2011.
6) Sastre S et al：Double-bundle versus single-bundle ACL reconstruction using the horizontal femoral position：a prospective, randomized study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 18：32-36, 2010.
7) 中瀬順介ほか：前十字靱帯解剖学的一束再建術前後の不安定性評価　ナビゲーションシステムを用いた検討．中部整災誌，56：195-196, 2013.
8) Mariscalco MW et al：The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction：a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network（MOON）Cohort Study. Arthroscopy, 29：1948-1953, 2013.
9) Sasaki N et al：The femoral insertion of the anterior cruciate ligament：discrepancy between macroscopic and histological observations. Arthroscopy, 28：1135-1146, 2012.
10) Smigielski R et al：Ribbon like appearance of the midsubstance fibers of the anterior cruciate ligament to its femoral insertion site：a cadaveric study including 111 knees. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, DOI 10.1007/s00167-014-3146-7.
11) Bernard M et al：Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. Am J Knee Surg, 10：14-21, 1997.
12) Lubowitz JH：Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket：pitfalls and solutions. Arthroscopy, 25：95-101, 2009.
13) Petersen W et al：Technique of anatomical footprint reconstruction of the ACL with oval tunnels and medial portal aimers. Arch Orthop Trauma Surg, 133：827-833, 2013.
14) Gokce A et al：Does bone impaction technique reduce tunnel enlargement in ACL reconstruction? Int Orthop, 33：407-412, 2009.
15) Piefer JW et al：Anterior cruciate ligament femoral footprint anatomy：systematic review of the 21st century literature. Arthroscopy, 28：872-881, 2012.
16) Nakase J et al：Grafted tendon healing in femoral and tibial tunnels after anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Surg（Hong Kong）, 22：65-69, 2014.
17) Lorenz S et al：Radiologic evaluation of the insertion sites of the 2 functional bundles of the anterior cruciate ligament using 3-dimensional computed tomography. Am J Sports Med, 37：2368-2376, 2009.

当科における上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎の手術成績

Clinical Result of Surgical Treatment for Osteochondritis Dissecans of The Humeral Capitellum

入江 徹[1)] Toru Irie　三好 直樹[1)] Naoki Miyoshi
奥山 峰志[1)] Takashi Okuyama　研谷 智[1)] Satoshi Togiya
後山 恒範[2)] Tsunenori Usiroyama　島崎 俊司[3)] Shunji Shimazaki

● Key words
肘離断性骨軟骨炎，治療成績，外側型

●要旨
目的：上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎手術例の治療成績を検討した．
方法：44 例（平均年齢 13 歳）に対して，分離前期までに骨釘移植術，分離後期以降に骨軟骨移植術を行なった．骨軟骨移植術では外側壁の欠損の有無に応じて骨軟骨柱移植もしくは骨軟骨ブロック移植を選択した．術前後の疼痛，スポーツ活動レベル，骨軟骨移植術におけるドナー膝の状況，成績不良例を調査した．
結果：経過観察期間 2 年 0 ヵ月において，疼痛は 40 例で消失し，スポーツ活動は 39 例で完全復帰していた．ドナー膝に自覚的愁訴が残った症例はなく，成績不良例は 5 例であった．
結論：当科の治療方針により良好な結果が得られたが，成績不良例も存在し病期や病型を適確に分類して術式を選択することが重要である．

はじめに

われわれは，上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎（以下，小頭部 OCD）に対して，病変部の不安定性や部位，上腕骨小頭外側壁の欠損に着目して治療を行なってきた．本研究の目的は，小頭部 OCD 手術例に対する治療成績を検討し，治療方針について評価することである．

材料と方法

はじめに，当科における小頭部 OCD の治療方針について説明する．

まず病期分類を決定する．単純 X 線像により透亮期，分離期，遊離期に分類する．さらに分離後期以降を，MRI 画像による high signal intensity interface や関節面の欠損，軟骨性遊離体の有無によって，分離前期と後期，遊離期に細分類する．最終的に術中に病変部を視

入江 徹
〒 078-8510 旭川市緑が丘東2条 1-1-1
旭川医科大学整形外科
TEL 0166-68-2511

1）旭川医科大学整形外科
Department of Orthopaedics, Asahikawa Medical University
2）市立札幌病院整形外科
Department of Orthopaedics, Sapporo City Hospital
3）とくひろ整形外科クリニック
Tokuhiro Orthopaedic Clinic
※ 本論文の要旨を，第 86 回日本整形外科学会学術集会で報告した．

図1 病期分類決定までのシェーマ

診，触診にて判断し，病変部の不安定性のないものを分離前期，病変部が不安定なものを分離後期と診断して病期を決定する(図1)．分離前期までを保存療法の適応とし，保存療法に抵抗する場合や早期の復帰を希望する場合には骨釘移植術を行なう．分離後期以降では，膝からの自家骨軟骨移植術を行なう[1]．

骨釘移植術においては，術中に病変部が安定していると判断しても，病変部の早期治癒を期待して骨釘移植を行なう．肘頭から自家皮質骨を採取して骨釘を作製し，病変部へ移植する．初期には病変部の中央に1本の骨釘を移植していたが，現在は病変部全体に複数本の骨釘を移植している．

骨軟骨移植術においては，戸祭の分類[2]にしたがって術中所見により病変部位を中央型と外側型に分類する．中央型，および外側型で外側壁が残存している場合には骨軟骨柱移植を選択し，Arthrex 社製 Osteochondral Autograft Transfer System(OATS)を用いてできるだけ1本の骨軟骨柱で再建する．外側型で外側壁が欠損しており骨軟骨柱移植で対応できなければ，骨軟骨ブロック移植を選択する．大腿骨内顆より関節面非荷重部と皮質骨を一塊にして採取し病変部にプレスフィットさせて固定するが，安定性に不安があれば吸収性スクリューを用いて内固定する(図2)．

後療法は，術後より肘をギプスシーネ，膝をニーブレースで外固定し，疼痛の軽減をみながら除去する．骨軟骨ブロック移植術では，肘再建部の安定性に不安があればシーネは3週間継続する．術後3ヵ月で，痛みがなく単純X線像で骨癒合が得られMRI画像で関節面の再建が良好なことを確認後，投球動作を開始させる．

2000年9月より2012年8月まで当科で手術を行なった小頭部OCD 59例のうち，1年以上の経過観察が可能であった44例を対象とした．手術時年齢は10〜17歳(平均13歳)，全例男児，スポーツ種目は野球が39例で，その他バドミントン，サッカー(ゴールキーパー)，バレーボールであった．術中所見により最終的に決定した病期分類は，分離前期8例，後期14例，遊離期22例，病変部位分類は，中央型30例，外側型14例であった．選択した術式は，骨釘移植術が7例，骨軟骨移植術が37例，そのうち骨軟骨柱移植術が33例，骨軟骨ブロック移植術が4例であった．骨軟骨柱移植術における移植柱は，本数が1〜3本(平均1.3本)，サイズが5〜10 mm(平均9.3 mm)であった．

日本整形外科学会肘機能評価基準(スポーツ障害)における疼痛項目(なし〜高度の7段階評価)，スポーツ活動レベル項目(低下なし〜継続不可の5段階評価)，関節可動域の術前後の変化，骨軟骨移植術後における膝採取部の状況，成績不良例(疼痛が残存した症例や再手術を行なった症例)について，後ろ向きに調査した．

統計学的検討は，Mann-Whitney U 検定を用い有意水準5%以下とした．

結　　果

術後の経過観察期間は，1〜5年5ヵ月(平均2年0ヵ月)であった．疼痛項目は，術前が0〜30点(平均16.9点)，術後が20〜30点(平均29.1点)で，有意に改善し

図２　骨軟骨移植術のシェーマ

表１　当科の治療成績と過去の報告例

	術式	症例数	経過観察期間	疼痛消失例	スポーツ復帰例
当科の結果	全体	44	2年0ヵ月	40（91%）	39（89%）
	骨釘移植術	7	1年11ヵ月	5（71%）	4（57%）
	骨軟骨移植術	37	2年1ヵ月	35（95%）	35（95%）
骨釘移植術	辻野 ほか[5]	43	2年6ヵ月	32（74%）	40（93%）
	戸祭[6]	16	1年3ヵ月	14（88%）	12（75%）
骨軟骨移植術	山崎 ほか[7]	45	1年2ヵ月	35（78%）	35（78%）
	Iwasaki et al[8]	19	3年9ヵ月	18（95%）	17（89%）

た．全例で，術前と比較し術後に疼痛が改善した．術式別でみると，骨釘移植術で術前 5〜30 点（平均 18.6 点），術後 20〜30 点（平均 27.1 点），骨軟骨移植術で術前 5〜30 点（平均 16.5 点），術後 20〜30 点（平均 29.6 点）で，それぞれ有意に改善した．術後の疼痛の有無でみると，骨釘移植術 7 例中 5 例で消失，2 例で残存しており，骨軟骨移植の 35 例中 33 例で消失，2 例で残存した（表 1）．

スポーツ活動レベル項目は，術前が 0〜30 点（平均 12.0 点），術後が 20〜30 点（平均 29.2 点）で，有意に改善した．全例でスポーツに復帰し，スポーツ活動レベルが低下した症例はなかった．術式別でみると，骨釘移植術で術前 5〜20 点（平均 14.0 点），術後 20〜30 点（平均 27.5 点），骨軟骨移植術で術前 0〜30 点（平均 11.3 点），術後 20〜30 点（平均 29.6 点）で，それぞれ有意に改善した．最終経過観察時に，骨釘移植術 7 例中の 4 例，骨軟骨移植術 37 例中の 35 例で完全復帰した（表 1）．

関節可動域は，屈曲が術前 115〜145°（平均 133.3°），術後 120〜150°（平均 138.0°），伸展が術前 −45〜15°（平均 −9.6°），術後 −30〜20°（平均 −2.3°）で，それぞれ有意に改善した．術式別でみると，骨釘移植術では屈曲が術前 115〜145°（平均 137.9°），術後 135〜145°（平均 141.4°），伸展が術前 −20〜5°（平均 −0.7°），術後 −15〜10°（平均 −1.4°）で，有意な変化はなかった．骨軟骨移植術では，屈曲が術前 115〜145°（平均 132.3°），術後 120〜145°（平均 137.3°），伸展が術前 −45〜15°（平均 −11.4°），術後 −30〜20°（平均 −2.4°）で，それぞれ有意に改善した．

骨軟骨移植術後の 35 例において，採取膝に自覚的愁訴が残った症例はなかった．そのうち 4 例で second look surgery を施行し，骨軟骨移植片採取部は線維性組織で充填されていることを確認した（図 3）．

復帰可能ではあったが，疼痛が残存したり再手術が必要となった症例が 5 例あり，成績不良例とした．骨釘移植術後に疼痛が残存した 2 例，骨軟骨柱移植術後に疼痛が残存した 2 例，骨軟骨ブロック移植術後に再手術を行

なった１例であった(表2).

症例を供覧する.

成績良好例

症例１：13歳投手　分離後期／中央型

骨軟骨柱移植術後２年,疼痛なく完全復帰した(図4).

症例２：12歳野手　遊離期／外側型

図３　骨軟骨移植術後の膝関節鏡所見
A　骨軟骨柱移植術後１年４ヵ月
B　骨軟骨ブロック移植術後９ヵ月

骨軟骨ブロック移植術後２年，疼痛なく完全復帰した(図5).

成績不良例

症例３：13歳捕手　分離前期

病変部が安定していると判断し,骨釘移植術を施行した.

術後１年，復帰可能であったが疼痛が残存し，病巣部切除術を追加した.

症例４：11歳捕手　分離前期

病変部が安定していると判断し,骨釘移植術を施行した.

術後１年，復帰可能であったが疼痛が残存し，骨軟骨柱移植術を追加した（図6).

症例５：12歳投手　遊離期／外側型

大きな病変に対して外側壁が残存していると判断し骨軟骨柱移植術を施行した.

術後２年，疼痛が残存したが野手として復帰し，追加手術を希望しなかった（図7).

症例６：14歳野手　分離後期／中央型

大きな病変に対して，骨軟骨柱移植術を施行した.

術後いったん疼痛は消失し復帰したが，１年で痛みが

表２　成績不良例のまとめ

症例	病期分類	選択した術式	内容	反省点
3	分離前期	骨釘移植術	病変部の治癒不全	不安定性の判断不足 骨釘の本数が不足
4	分離前期	骨釘移植術	病変部の治癒不全	不安定性の判断不足 骨釘の本数が不足
5	遊離期	骨軟骨柱移植術	骨軟骨柱の圧潰	外側壁の判断不足
6	分離後期	骨軟骨柱移植術	骨軟骨柱境界部での 軟骨層の剥離	骨軟骨境界部の 術中損傷疑い
7	分離後期	骨軟骨ブロック移植術	吸収性スクリューの折損	スクリューの強度不足

図４　症例１：13歳投手　分離後期／中央型
A　術前の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
B　術中所見
C　骨軟骨柱移植術後
D　術後２年の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）

図５　症例２：12 歳野手　遊離期／外側型
　　A　術前の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
　　B　術中所見
　　C　骨軟骨ブロック移植術後（矢印：吸収性スクリュー）
　　D　術後２年の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）

図６　症例４：11 歳捕手　分離前期
　　A　術前の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
　　B　術中所見（矢印：病変部中央に移植した骨釘）
　　C　骨釘移植術後の単純Ｘ線正面像
　　D　術後１年の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）

図７　症例５：12 歳投手　遊離期／外側型
　　A　術前の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
　　B　術中所見
　　C　骨軟骨柱移植術後
　　D　術後２年の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）

再燃した．

骨軟骨柱境界部で軟骨層の剝離が疑われ，再度，骨軟骨柱移植術を行なった（図 8）．

症例 7：13 歳捕手　分離後期／外側型

大きな病変に対して両膝から採取した骨軟骨ブロック移植術を施行した．

術後，疼痛なく完全復帰したが吸収性スクリューの折損が疑われたため，術後 9ヵ月でスクリューの抜去を行なった（図 9）．

図８　症例６：14 歳野手　分離後期／中央型
　　Ａ　術前の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
　　Ｂ　骨軟骨柱を２本移植した
　　Ｃ　術後１年の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
　　Ｄ　術後１年のＭＲＩ矢状断Ｔ２強調像（矢印：軟骨層の剝離が認められる）

図９　症例７：13 歳捕手　分離後期／外側型
　　Ａ　術前の単純Ｘ線正面像（45°屈曲位）
　　Ｂ　術中所見
　　Ｃ　骨軟骨ブロック移植術後
　　Ｄ　術後９ヵ月の単純Ｘ線正面像（矢印：骨軟骨ブロック外側部に骨びらんが認められる）

考　　察

当科の小頭部 OCD 手術症例に対する治療結果をまとめると，91％で疼痛が消失し，89％がスポーツへ完全復帰していた(表１)．

術式別に検討すると，骨釘移植術では過去の報告と比較して結果は不良であった(表１)．骨釘移植術の症例は少なく，そのうち２例で病変部の治癒が得られず痛みが残存した(表2)．骨釘移植術と骨軟骨移植術の適応を分ける指標として病変部の不安定性が重要と考えており，術前の画像所見を参考としながら最終的には術中所見で判断している．すなわち，術中所見で病変部が周囲関節軟骨と連続しており触診で動揺性のないものを分離前期，病変部の連続性がない，もしくは触診で動揺性を認めたものを分離後期と決定した．しかし，術前の画像診断と術中の病変部の所見が解離する症例も存在し[1)]，症例４では術前診断は分離後期であったが術中に分離前期と判断し，骨釘移植術を選択した．病変部の動揺性の判断が十分でなかった可能性が考えられ，判断に迷うようであれば重症な病期と捉えて骨軟骨移植を選択することも考慮された．また，症例3，4ともに小頭の中央部から外側にかけての比較的広範な病変に対して，病変部の中央に骨釘１本を移植した．術後の画像所見では病変部の外側部は修復されたが中央部の修復が得られなかった．骨釘が病変部を捉えきれていなかった可能性が考えられ，その後の症例では複数本の骨釘を移植するようにしている．

骨軟骨移植術では，過去の報告と比較しても良好な結果であった(表１)．当科では，早期の確実なスポーツ復帰と将来的な変形性関節症の発生予防のためには，強固で解剖学的な再建をめざす必要があると考えて治療を

行ない，その臨床成績を報告してきた[3,4]．骨軟骨柱移植術では，できるだけ1本の骨軟骨柱での再建をめざすが，1本で再建しきれない際には複数本の骨軟骨柱を追加するようにしている．また，外側型で外側壁が欠損している場合は骨軟骨柱移植術では安定した再建が困難であると考え，骨軟骨ブロック移植術を選択して外側壁と関節面を同時に再建している．しかし，この治療方針によっても3例の成績不良例が存在したため，その要因を検討した(表2)．症例5では，術中に外側壁が残存していると判断して2本の骨軟骨柱移植を行なったが，術後に腕橈関節の適合性が不良となり痛みが残存し，骨軟骨柱の圧潰が疑われた．骨軟骨ブロック移植術は骨軟骨移植術に比較すると膝採取部の欠損が大きくなるため，外側壁を温存できれば可及的に骨軟骨柱移植術を試みようとした結果，外側壁の判断が甘くなった可能性が考えられた．判断に迷うようであれば，重症な病型と捉えて骨軟骨ブロック移植術を選択するべきと考えた．症例6では，外側壁は残存しており2本の骨軟骨柱移植を行なったが，病変部の形状から骨軟骨柱を少し重ねるように移植せざるを得なかった．術後，いったん疼痛が消失したが再燃し，画像上2本の骨軟骨柱の境界部で軟骨層の剝離を生じたことが疑われた．術中に骨軟骨柱の骨軟骨境界部に損傷を加えてしまっていた可能性が否定できず，移植片の取り扱いをより慎重に行なう必要があると考える．症例6，7ともに2本の骨軟骨柱を移植していることから，複数本の骨軟骨移植柱術の成績が不良となる可能性も考慮される．骨軟骨柱移植術33例の本数の内訳は，1本が25例，2本が6例，3本が2例であった．1本の25例，2本の6例のうち症例6，7を除く4例，3本の2例の成績は良好であった．複数本の症例の数が少なく単純な比較はできないが，移植骨軟骨柱の本数の問題よりも前述のような技術的な問題の影響が大きいと考えた．

症例7では，非常に大きな病変に対して骨軟骨ブロック移植術を行なった．膝採取部のsecond look surgeryの経験から連続した関節面の採取を10 mmまでに留めることにしており，それを超える大きさの欠損であったため両膝から移植片を採取した．骨軟骨ブロックが1つであればプレスフィット形状のトリミングと吸収性スクリューにより安定した固定が可能である．しかし，移植片が2個となると形成が技術的に難しくなり，各移植片への負荷が吸収性スクリューに集中して折損を生じたことが考えられた．このような場合には，吸収性スクリューでは強度が不足で，より強度のある金属製スクリューを導入することも検討するべきである．

これら骨釘移植術および骨軟骨移植術の成績不良例から学んだこととして，競技期間の短い小・中学生の野球少年を確実に復帰させるためには，病期や病型を適確に分類して術式を選択することが重要であると思われた．また，複数個の移植片を要する大きな病変に対しては，まだ技術的に改良の余地が残されている．症例6のように骨軟骨移植片を重ねて移植する必要がある場合，移植片の大きさや数，配置について慎重に検討する必要がある．症例7のように外側壁が欠損し関節面の欠損が20 mmまでであれば両膝からの骨軟骨ブロック移植で対応できたが，それより大きな病変に対しては肋軟骨移植術など他の術式の導入を検討する必要がある．

骨軟骨移植術後の膝採取部の経過については，術後に自覚的愁訴が残った症例はなく，全例においてスポーツ活動への支障はなかった．また4例で施行しえたsecond look surgeryにおいて，骨軟骨柱移植および骨軟骨ブロック移植ともに，骨軟骨移植片採取部は膝関節手術後における骨軟骨柱採取部と同様な修復形態を呈していた．短～中期における経過は問題がないものと捉えているが，他覚的な機能評価や画像的評価については十分な検討ができておらず，対象が若年者であることからも慎重な経過観察が必要と考える．

本研究の問題点として，まず追跡率が74.6%と低いことがあげられる．天候や距離など北海道特有の事情もあり遠方からの通院が困難となった症例や，中学野球終了時に手術を受け高校入学後に練習を休めなくなり受診ができなくなったと思われる症例が多くを占めた．長期経過が不明な疾患であり，術後も定期的な経過観察が必要であることを術前に十分説明して治療に臨んでいるが，より啓発に努める必要がある．他の問題点として，病変部の詳細な画像評価を行なっていないことがあげられる．全例において最終経過観察時まで単純X線検査を施行し，新たな関節症性変化の発生は認めなかった．しかし術後1年以降のMRIによる評価は，全例には実施されていない．今後，長期の画像評価も加えて治療成績を検討してゆく必要がある．

結　　語

1. 当科で手術を行なった小頭部OCD 44例において，40例で痛みが消失し，39例でスポーツに完全復帰した．
2. 骨釘移植術の2例，骨軟骨柱移植術の2例で疼痛が残存し，骨軟骨ブロック移植を行なった1例で再手術を行なった．
3. 小頭部OCDの治療において，病期や病型を適確に分類して術式を選択することが重要である．

文　献

1）入江　徹ほか：肘離断性骨軟骨炎に対する術前病型診断の検討．日肘会誌，12：93-94，2005.
2）戸祭正喜：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する自家骨軟骨柱移植術．In：落合直之ほか，ed．新 OS NOW．メジカルビュー社，東京：23：96-104, 2004.
3）後山恒範ほか：肘離断性骨軟骨炎に対する膝自家骨軟骨移植術の治療成績．整スポ会誌，25：217-226, 2005.
4）三好直樹ほか：外側型肘離断性骨軟骨炎に対して骨軟骨ブロック移植術を行った3例．臨床整形外科，42：731-737, 2007.
5）辻野昭人ほか：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する骨釘移植術の適応．整スポ会誌，25：212-216, 2005.
6）戸祭正喜：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎症例に対する骨釘移植術．日肘会誌，13：63-64，2005.
7）山崎哲也ほか：離断性骨軟骨炎に対する軟骨移植術の現状 離断性骨軟骨炎に対する自家骨軟骨柱移植術の治療成績．別冊整形外科，54：91-100, 2008.
8）Iwasaki N et al：Autologous osteochondral mosaicplasty forosteochondritis dissecans of the Elbow in teenage athletes. J Bone Joint Surg Am, 91：2359-2366, 2009.

投球の加速期における肩甲上腕関節内旋運動に影響する要因
～肩甲骨前傾運動および前腕回内運動との相関分析～

Kinetic Chain of Upper Extremity Joints During Acceleration Phase in Throwing Motion

宮下　浩二[1)]　Koji Miyashita　　小林　寛和[2)]　Hirokazu Kobayashi
越田専太郎[3)]　Sentaro Koshida

● Key words
Throwing motion：Upper extremity：Kinetic chain

●要旨
投球動作の加速期における角度変化量を指標に，肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾および前腕回内の相関を分析した．大学野球投手 24 名を対象に投球時の関節角度を三次元動作解析した．肩外旋角度，肩甲上腕関節外旋角度，肩甲骨後傾角度および前腕回外角度を算出した．加速期における肩甲上腕関節外旋角度，肩甲骨後傾角度，胸椎伸展角度の角度変化量を求め，各関節の角度変化量の相関を分析した．肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾の角度変化量の間に有意な負の相関があった．肩甲上腕関節内旋と前腕回内の角度変化量の間にも有意な負の相関があった．加速期における肩甲上腕関節内旋運動は，肩甲骨や前腕の運動と連動していることが確認された．

は じ め に

投球障害肩の予防やリハビリテーションでは，投球動作における肩甲上腕関節の運動分析を要する．投球動作は全身の運動連鎖によって成り立っており[1)]，各関節相互の連動 linkage と補完 supplement が重要となる[2)]．とくに上肢では，隣接する関節の機能が相互に影響し合っている．しかし，投球の加速期における肩甲上腕関節の運動について，肩甲骨や前腕との連動から分析はされていない．

そこで本研究では，肩甲上腕関節の運動に影響する肩甲骨（肩甲胸郭関節）や前腕（橈尺関節）の運動を分析するため，投球動作の加速期における角度変化量を指標に，肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾および前腕回内の相関を分析した．

対象と方法

1．対象

本研究の対象は大学野球投手 24 名とした．平均年齢（±標準偏差）は 20.4±1.6 歳，身長 178.4±4.9 cm，体重 73.1±5.0 kg，野球歴 11.0±1.8 年であった．全員右投げであった．選定の条件として測定時に肩や肘関節に疼痛がないこととした．全員，本研究の趣旨に同意した．本研究は中部大学生倫理審査委員会の承認を得た．

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/FAX 0568-51-9162
E-mail kmiyashita@isc.chubu.ac.jp

1）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
2）日本福祉大学健康科学部
Faculty of Health Science, Nihon Fukushi University
3）了徳寺大学健康科学部
Faculty of Health Science, Ryotokuji University

図1　ランドマークと基本肢位

2．投球動作の撮影

投球動作の撮影は大学の実験室内および硬式野球部室内練習場で行なった．対象にはスパッツとソックスおよびスパイクシューズを着用させ，上半身裸とした．直径1 cmの反射マーカーを第7頚椎棘突起，第8胸椎棘突起に貼付した．また右肩峰，右上腕遠位端背側面，右前腕遠位端背側面に，ウレタン素材のテーピング用パッドを20 cmの棒状に裁断して貼付した．このパッドの両端にも反射マーカーを貼付した．肩峰のパッドは肩峰の形状に沿って前後方向に，上腕と前腕は各長軸と直交するように棒状のパッドを位置させた(図1)．上腕のパッドは上腕三頭筋遠位の腱部分で筋収縮に伴う変化がほとんど生じない部位を選定した．また前腕パッドは橈骨および尺骨の遠位部で骨が触知できる伸筋支帯の部位とし，筋収縮に伴う影響を最小限にした．なお，動作中のたわみを防止するために，かつパッドの軽量化を妨げないようにパッドの裏面全面にテープで裏打ちした．さらに関節運動に影響がない程度の強さで伸縮性テーピング(日東電工社製ニトリートEBH50)および電工用ビニールテープを併用することでパッドのずれを防止した．このパッドの安定性や再現性は基本的な動作(肩関節90°外転位での外旋運動や肩関節屈曲運動)により確認した[3]．

対象の周囲に3台のハイスピードカメラ(フォーアシスト社製IEEE1394b高速カメラFKN-HC200C)を設置した．コマスピードは1/200秒とし，3台のカメラを同期して撮影した．対象に十分にウォーミングアップさせた後に標的に向けて全力投球させた．対象本人が判断した「最も良い投球動作」を選択し，分析した．PC画像に対して，1/200秒ごとに各反射マーカーをプロットした．DKH社製三次元ビデオ動作解析システムFrame-DIAS Ⅳを用いてdirect linear transformation method[4]により各反射マーカーの三次元座標値を得た．分析した位相は，ワインドアップ期以降の左足部接地からリリースまでとした．肩全体の最大外旋時(MER)からリリース時までを加速期とした．

3．関節角度の算出方法

得られた座標値からMERを算出するために肩全体の外旋角度(肩外旋角度)を算出した(図2)．この角度は，体幹に対して前腕が成す角度で，肩全体の外旋角度であり，見かけ上の肩外旋角度となる．この角度は以下の方法を用いて算出した[3]．まず，右手関節(前腕に貼付したパッドの中点)，右肘関節(上腕に貼付したパッドの中点)，右肩(肩峰に貼付したパッドの中点)の3点からなる平面の法線ベクトルと，右肘関節，右肩，第1腰椎棘突起の3点からなる平面の法線ベクトルを算出した．次にこの2つの法線ベクトルの内積を求め，その余弦から2つの平面の成す角度を算出した．外旋方向への運動をプラス，内旋方向への運動をマイナスとして表記した．各角度表記については，図1の肢位を基本肢位とし，この時の角度を0°とした．

肩外旋角度からMERを算出した後，肩甲上腕関節外旋角度，肩甲骨後傾角度，胸椎伸展角度を求めた．各角度は以下の方法により算出した[3]．各角度表記については，図1の肢位を基本肢位とし，この時の角度を0°とした．

A．肩甲上腕関節外旋角度

肩甲骨と上腕骨で生じる外旋角度であり，肩甲上腕関節における外旋角度を示す(図2)．肩峰のパッド両端の点(マーカー)と上腕のパッドの外側端の点の3点から

図２　各関節角度の算出方法

成る平面の法線ベクトルと，上腕のパッドの両端と肩峰のパッドの後方端の３点から成る平面の法線ベクトルを算出し，肩外旋角度と同様に算出した．外旋運動をプラス，内旋運動をマイナスとした．

Ｂ．肩甲骨後傾角度

肩甲骨が後方に傾斜する角度であり，主に肩甲胸郭関節の矢状面上での運動を示す(図２)．肩峰に貼付したパッドの後方端と同パッドの中点および第７頚椎棘突起の３点から成る平面の法線ベクトルと，第７頚椎棘突起と肩峰のパッドの中点および第８胸椎棘突起の３点から成る平面の法線ベクトルを算出し，肩外旋角度と同様に算出した．後傾運動をプラス，前傾運動をマイナスとした．

Ｃ．前腕回外角度

上腕遠位端のパッドに貼付した両端のマーカーと前腕パッドの外側に貼付したマーカーの３点から成る平面の法線ベクトルと，前腕パッドの両端のマーカーと上腕パッドの外側に貼付したマーカーの３点から成る平面の法線ベクトルを算出し，肩外旋角度と同様に算出した(図２)．回外運動をプラス，回内運動をマイナスとした．

以上の各角度を算出した後，加速期における関節の角度変化量を算出した．これは，加速期の間にみられた最大値と最小値の差から算出した最大角度変化量とした．

４．統計処理

各関節の角度変化量をもとに1)肩甲上腕関節と肩甲骨，2)肩甲上腕関節と前腕の相関についてピアソンの相関関係を用いて統計学的に分析した．危険率5%未満を有意とした．

５．対象ごとの分析

各対象について，肩甲上腕関節と肩甲骨，前腕の角度変化量の特徴を画像を用いて比較し，代表的なパターンを比較した．

結　　果

１．各関節の角度変化量の相関

肩甲上腕関節の角度変化量と肩甲骨の角度変化量の間には有意な負の相関がみられた($r=-0.57$, $p<0.01$)(図３)．肩甲上腕関節の角度変化量と前腕の角度変化量の間には有意な負の相関がみられた($r=-0.68$, $p<0.01$)(図４)．

２．代表的な対象の投球動作と関節角度変化

図５～７は代表的な対象のグラフを示す．図５に対象Ａの関節角度変化のグラフと連続写真を示す．肩甲上腕関節内旋運動が肩甲骨前傾運動や前腕回内運動よりも大きくなっていた．

図６の対象Ｂについては，肩甲骨前傾運動や前腕回内運動の角度変化量のほうが肩甲上腕関節内旋運動の変化量より大きくなっていた．

一方，図７の対象Ｃは，対象Ｂと同様に肩甲骨前傾や前腕回内運動の角度変化量が多いが，対象Ｂとは異なり，肩甲上腕関節は加速期間中，外旋方向に運動をしていた．

図３　肩甲上腕関節内旋運動の角度変化と肩甲骨前傾運動の角度変化の相関

図４　肩甲上腕関節内旋運動の角度変化と前腕回内運動の角度変化の相関

図５　対象Ａの各関節角度の変化
縦軸に関節角度，横軸に時間を示し，ステップ脚の足部接地からリリース後１コマまでの時間となる．破線で肩全体の外旋角度，実線で肩甲上腕関節外旋角度の変化を示す．上方への変化が外旋，下方への変化が内旋を示す．二重線が肩甲骨後傾角度を示し，上方が後傾，下方が前傾になる．二重破線が前腕回外角度を示し，上方が回外，下方が回内を示す．

考　　察

肩と手を結ぶ上肢軸で回転する肩内旋運動と前腕回内運動の連動については，Marshall ら[5]は「long axis rotation」として概念を提示している．肩を複合体としてとらえれば，この概念に肩甲骨前傾も加えて考えることができる．Kibler ら[6]は運動連鎖の視点から，肩甲胸郭関節と肩甲上腕関節の連動に関する概念を提示し，肩甲骨の機能の重要性を示した．本研究では，肩関節内旋運動と肩甲骨前傾運動には有意な負の相関が示され，肩甲上腕関節と肩甲骨の間に連動性が確認された．つまり投球の加速期において，肩甲骨前傾運動が制限されると肩甲上腕関節の内旋運動が大きくなると考えられる．Burkhart ら[7]をはじめ，多くの研究で肩甲骨アライメントの異常や機能低下を投球障害肩の発生要因としている．今回の結果からも，機能低下等により肩甲骨運動が制限された場合，肩甲上腕関節の運動が大きくなり，その結果肩甲上腕関節に加わるストレスが増大することが推察される．投球障害の予防やリハビリテーションにおいては肩

図６　対象Ｂの各関節角度の変化
グラフの見方は図５と同様である

図７　対象Ｃの各関節角度の変化
グラフの見方は図５と同様である

甲上腕関節に加わるストレスの軽減のために肩複合体としての機能向上が必要となる[6~8]．

また，肩関節内旋運動と前腕回内運動の間にも相関が示され，両関節の連動性が確認された．この関係は負の相関であり，肩甲上腕関節内旋運動が減少すると，前腕回内運動が補完のために強まることを示している．

Morehouse ら[1]の示す運動連鎖の概念から考察すると，肩の内旋運動が十分に行なわれない場合，前腕回内運動に関与する筋に加わる負担は増加し，肘の障害を誘発する可能性を示している．しかし，この連動性の順序は，下位関節から徐々に上位関節に至る一方向性のみの連動の考察となる．一方，Steindler[9]による「運動連鎖」の考

え方のように open kinetic chain や closed kinetic chain の視点から考えると，ボールに力を加える手に直結する前腕の回内運動が十分にできないと肩甲上腕関節内旋運動の増加により補うことも考えられる．野球選手によくみられるような前腕の回内・回外可動域制限を生じた場合，投球の加速運動において肩甲上腕関節内旋運動を強める可能性があり，前腕の可動域制限は結果として投球動作を通じて，投球障害肩の発生要因になりうると考えられる．

一方，肩甲骨と肩甲上腕関節の連動パターンは選手個々により差が大きく，多様性を示した．主に加速運動の主体となる関節によって大きく類型化され，肩甲上腕関節内旋運動が主となるパターンか，肩甲上腕関節以外の肩甲骨や前腕の運動により加速するパターンに大別された．つまり，A のように肩甲上腕関節内旋運動が加速運動の主体となっている場合や，対象 B のように肩甲骨や前腕の運動によって加速が行なわれている場合などであった．さらに，上記のようなパターンに類型化されない特殊なパターンもあった．この代表が対象 C であり，決して加速期間中に上腕骨が外旋方向に運動したわけではなく，肩甲骨前傾運動が上腕骨の内旋方向への運動より大きく，相対的に肩甲上腕関節では外旋運動が生じていたということである．この対象は加速運動を肩甲骨と前腕の運動のみで行なっていることを示している．われわれは，肩複合体を構成する肩甲上腕関節，肩甲骨，胸椎の運動を個別に分析し，加速期における加速運動の主体となる関節を対象ごとに示して，各パターンの割合を提示してきた[10]．今回は肩甲上腕関節，肩甲骨，前腕の角度変化をもとに分析したが，今までの報告と同様に対象ごとにパターンは異なっていた．そして今回の結果より，対象により加速運動における各関節の運動パターンは異なるものの，相互に負の相関関係の中で連動していることが明らかとなった．

結　　語

大学野球投手 24 名を対象に，投球の加速期における肩甲上腕関節内旋運動と肩甲骨前傾運動・前腕回内運動の角度変化量に関する相関を分析した．肩甲上腕関節内旋と肩甲骨前傾および前腕回内の間には有意な負の相関がみられた．肩甲骨前傾や前腕回内の運動制限は肩甲上腕関節の運動を増すことが示唆された．また，肩甲骨と肩甲上腕関節の連動のパターンは選手個々により差が大きく，対象により関節運動の連動は多様であることが示された．

文　　献

1）Morehouse LE et al：Kinesiology. Mosby, St. Louis：117-129, 1950.
2）Kibler WB：Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. Clin Sports Med, 14：79-85, 1995.
3）Miyashita K et al：Glenohumeral, scapular, and thoracic angles at maximum shoulder external rotation in throwing. Am J Sports Med, 38：363-368, 2010.
4）Abdel-Aziz YI et al：Direct linear transformation from comparator coordinates in close-range photogrammetry. In：Proceedings American Society of Photogrammetry Symposium on Close-Range Photogrammetry, ed. American Society of Photogrammetry Symposium on Close-Range Photogrammetry, Falls Church, VA：1-19, 1971.
5）Marshall RN et al：Long-axis rotation：the missing link in proximal-to-distal segmental sequencing. J Sports Sci, 18：247-254, 2000.
6）Kibler WB et al：Pathomechanics of the throwing shoulder. Sports Med Arthrosc, 20：22-29, 2012.
7）Burkhart SS et al：The disabled throwing shoulder：spectrum of pathology Part Ⅲ：The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. Arthroscopy, 19：641-661, 2003.
8）Pappas AM et al：Biomechanics of baseball pitching. Am J Sports Med, 13：216-222, 1985.
9）Steindler A：Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions. Charles C Thomas, Springfield：5-8, 1955.
10）宮下浩二ほか：投球動作における肩複合体の運動様式の分類．整スポ会誌，30：113-118, 2010.

サッカープレー中に受傷した新鮮遠位脛腓靱帯損傷に対して Suture-button を使用して治療した１例

Surgical Treatment Using A Suture-button Fixation for Acute Distal Tibiofibular Ligament Injury：A Case Report of Soccer Player

林　宏治[1)] Koji Hayashi　　田中　康仁[2)] Yasuhito Tanaka

● Key words
新鮮遠位脛腓靱帯損傷，シューチャーボタン，サッカー
Acute distal tibiofibular ligament injury：Suture-button：Soccer

●要旨
新鮮遠位脛腓靱帯損傷に対する手術療法に関してこれまで強固な内固定と早期スポーツ復帰の両立は困難であった．今回，サッカープレー中の新鮮遠位脛腓靱帯損傷受傷症例に対し suture-button を使用して治療を行なった．手術はプレートによる腓骨整復内固定に続いて，suture-button による脛腓間固定を行なった．さらに完全断裂していた前下脛腓靱帯と部分断裂していた三角靱帯を可及的に修復した．術後７週で全荷重，術後 15 週で完全スポーツ復帰が可能となった．suture-button は新鮮遠位脛腓靱帯損傷の早期スポーツ復帰を可能にする有用な器具であると考えられた．

はじめに

足関節捻挫は最も頻度の高いスポーツ外傷の１つである．足関節捻挫にて発生する新鮮遠位脛腓靱帯損傷は，発生頻度が低く診断が比較的難しいことから陳旧化することが多く[1)]，手術療法に関しても損傷部位の固定性維持と早期スポーツ復帰を両立させることが困難であることから治療に難渋しやすいという特徴がある．今回，サッカープレー中に受傷した新鮮遠位脛腓靱帯損傷に対して，早期スポーツ復帰を目的に suture-button を使用して治療した症例を経験したので報告する．

症　例

症例：18 歳，男性，大学１回生，体育会サッカー部所属．

既存障害：特記すべき事項なし．

現病歴：サッカープレー中，ヘディングによる接触プレーの着地時に足関節を捻挫した．変形が強く歩行困難であることから，近医へ救急搬送された．足関節後方脱臼を認めたため（図 1），徒手整復後にギプスシーネ固定を受け，翌日に当院を紹介受診した．

術前画像所見：単純 X 線像では，足関節脱臼は整復されているものの，遠位脛腓間と足関節内果関節面の開大を認めた（図 2）．CT 像では，腓骨骨折線が距腿関節面におよぶ様子が確認されたが，後果骨折は認めなかっ

林　宏治
〒 540-0008　大阪市中央区大手前 1-5-34
大手前病院整形外科
TEL 06-6941-0484

1）大手前病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Otemae Hospital
2）奈良県立医科大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

た(図 3). MRI 像では，前下脛腓靱帯の完全断裂，後下脛腓靱帯の部分断裂が確認された(図 4).

術前診断：Lauge-Hansen 分類 PE 型 Stage 4.

手術所見：腫脹が高度であったため，腫脹が軽減した受傷 9 日目に手術を施行した．手術は，① 腓骨の整復内固定，② 脛腓間固定，③ 前下脛腓靱帯修復，④ 三角靱帯修復，⑤ 足関節鏡の順に行なった.

① 縦骨折部を皮質骨スクリュー 3 本にて固定後，斜骨折部を整復のうえで LCP Distal Fibula Plate（DePuy Synthes 社）にて内固定した.

② 関節面より 3 cm 近位のレベルで，プレートを介して脛腓間を ZIP TIGHT（BIOMET 社）を使用し足関節中間位にて締結固定すると，同部の不安定性はほぼ消失した.

③ 前下脛腓靱帯は靱帯中央部で完全断裂していたが，靱帯骨付着部が脛骨側と腓骨側ともほぼ完全に温存されていたので，2 号 FiberWire（Arthrex 社）糸を使用して Kirchmayer 法にて修復した（図 5).

④ 三角靱帯損傷は表層のみの軽度であったが，2 号 FiberWire（Arthrex 社）糸を使用して Kirchmayer 法にて修復した.

⑤ 前内側ポータルを使用して足関節鏡を施行した．脛腓間の不安定性は外旋・底背屈のストレス下でも認めなかった．距骨滑車前方の中央から内側にかけて関節軟骨損傷を認めたが，損傷が ICRS 分類 Grade Ⅱであったため放置した（図 6).

術後経過：足関節中間位でのギプス固定後，術後 2 週目から可動域訓練を開始した．荷重歩行は，術後 4 週目から部分的に開始し，術後 7 週目で全荷重歩行を許可した．スポーツ復帰は，術後 10 週目から段階的に開始し，術後 15 週目で対人プレーを含めた完全スポーツ復帰が可能となった.

最終経過観察時（術後 6 ヵ月）身体所見：自覚症状は無く，足部外がえしストレス下でも疼痛や不安定性は誘発されなかった. 自動可動域は底屈/背屈(患側・健側)＝70・70/20・20 と，制限を認めなかった.

図 1　受傷時単純 X 線像
腓骨骨幹部骨折と足関節後方脱臼を認める.

図 2　術前単純 X 線像
a：足関節脱臼は整復されている.
b：遠位脛腓間と足関節内果関節面の開大を認める.

図３　術前 CT 像
a：腓骨骨折は距腿関節レベルにまで及んでいる（矢印）.
b：後果骨折は認めない.

図４　術前 MRI 像（T2 強調画像）
前下脛腓靱帯の完全断裂（矢印），
後下脛腓靱帯の部分断裂（矢頭）
を認める.

最終経過観察時（術後 6ヵ月）画像所見：単純 X 線像では，荷重時および外がえしストレス時ともに遠位脛腓間と足関節内果関節面の開大を認めなかった（図 7）. CT 像でも，遠位脛腓間と足関節内果関節面の開大を認めず，腓骨の良好な整復位での骨癒合が確認できた.

考　　察

遠位脛腓靱帯は，前下脛腓靱帯，骨間脛腓靱帯，後下脛腓靱帯によって構成される．実験的研究および組織構造の観察から，遠位脛腓間の安定性には前下脛腓靱帯が最も関与し[2]，骨間脛腓靱帯の関与は小さいと考えられている[3]．一方，遠位脛腓靱帯損傷の典型的な受傷肢位である足部外がえし位，下腿内旋位，足関節背屈位，踵骨外反位では，前下脛腓靱帯と骨間脛腓靱帯が主に損傷され，後下脛腓靱帯は最後に損傷される[4]．したがって，新鮮遠位脛腓靱帯損傷の修復では，syndesmosis（靱帯結合）の前方および中央要素の修復が重要である.

これまで syndesmosis の内固定材料としては，金属性スクリュー，吸収性スクリュー，ステープルが用いられてきたが，腓骨の生理的動きを許容したうえでの内固定維持はいずれの方法でも困難であるため一定の見解が得られていない．その中でこれまでのゴールデンスタンダードであった金属性スクリューによる内固定では，強固な固定性が得られる反面，術後約 8～12 週間のスクリュー留置を要するため[5]，早期スポーツ復帰が困難であることと，スクリュー抜去後の不安定性出現が問題であった.

これらの欠点を補う内固定材料として suture-button がある．この方法は，1991 年 Seitz らによって初めて報告されていたが[6]，実際に欧米で普及してきたのはデバイスが開発された近年になってからである[7]．日本では

図５　術中所見
a：実質部での完全断裂を認め（矢印），脛腓間前方の連続性が断たれている．
b：脛腓間前方が，前下脛腓靱帯により被覆されている（矢印）．

図６　足関節鏡視像
距骨滑車前方の中央から内側かけて関節軟骨損傷を認める（矢印）．

平成 26 年 1 月から ZipTight（BIOMET 社），4 月から TightRope（Arthrex 社）の 2 種類のデバイスが使用可能となったが，これまでに本邦での臨床報告はない．

suture-button の利点は，金属性スクリューと同等の内固定性と脛腓間の生理的運動の許容であり，欧米ではすでにこの利点による早期スポーツ復帰と良好な治療成績が報告されている[8]．

バイオメカニクス研究によると，スクリュー固定と single suture-button 固定による比較では，外旋トルクを加えても両群間に差がなかったとする報告がある一方で[9]，single suture-button 固定では十分でなく，腓骨後方から脛骨前方外側部位に刺入する anatomic suture-button 固定によってより強固な動的安定性が得られるとする報告がある[10]．

本症例では後下脛腓靱帯の損傷は軽度であったが，前下脛腓靱帯と骨間脛腓靱帯はほぼ完全断裂の状態であった．しかし，前下脛腓靱帯の修復が可能であったことで，single suture-button 固定でも十分な動的安定性が得られたものと考えられる．一方で，前下脛腓靱帯の修復が困難な場合は anatomic suture-button 固定を考慮する必要性はあると考えられる．いずれにしても，suture-buttonによる内固定性は短期的には金属性スクリューと同等であり，中期的にも抜釘を要さずにその固定性が維持できることが証明されたことから，新鮮遠位脛腓靱帯損傷に対する suture-button による内固定法は有用な方法であるものと考えられた．

文　　献

1）Williams GN et al：Syndesmotic ankle sprains in athletes. Am J Sports Med, 35：1197-1207, 2007.
2）Beumer A et al：Effects of ligament sectioning on the kinematics of the distal tibiofibular syndesmosis：a radiostereometric study of 10 cadaveric specimens based on presumed trauma mechanisms with suggestions for treatment. Acta Orthop, 77：531-540, 2006.
3）鈴木大輔ほか：足部・足関節の捻挫と周辺傷害―スポーツ復帰までの道―Ⅰ．足部・足関節捻挫で傷害される靱帯の機能解剖　遠位脛腓靱帯の解剖と機能．関節外科，33：15-20, 2014.
4）Brosky T et al：The ankle ligaments：consideration of syndesmotic injury and implications for rehabilitation. J Orthop Sports Phys Ther, 21：

図７　最終経過観察時単純Ｘ線像（a：荷重時足関節正面像，b：外旋ストレス撮影）
いずれも遠位脛腓間と足関節内果関節面の開大を認めない.

197-205, 1995.
5) Schepers T：To retain or remove the syndesmotic screw：a review of literature. Arch Orthop Trauma Surg, 131：879-883, 2011.
6) Seitz WH Jr et al：Repair of the tibiofibular syndesmosis with a flexible implant. J Orthop Trauma, 5：78-82, 1991.
7) Thornes B et al：Suture-button syndesmosis fixation：accelerated rehabilitation and improved outcomes. Clin Orthop Relat Res, 431：207-212, 2005.
8) Schepers T：Acute distal tibiofibular syndesmosis injury：a systematic review of suture-button versus syndesmotic screw repair. Int Orthop, 36：1199-1206, 2012.
9) Thornes B et al：Suture-endobutton fixation of ankle tibio-fibular diastasis：a cadaver study. Foot Ankle Int, 24：142-146, 2003.
10) Teramoto A et al：Comparison of different fixation methods of the suture-button implant for tibiofibular syndesmosis injuries. Am J Sports Med, 39：2226-2232, 2011.

スポーツで受傷した外傷性肘関節外側側副靱帯損傷に対する Suture Anchor を用いた靱帯修復術の短期治療成績

Surgical Treatment with Suture Anchor for Fresh Injuries of The Lateral Collateral Ligament of The Elbow in Athletes

梶田 幸宏 Yukihiro Kajita 岩堀 裕介 Yusuke Iwahori

● Key words
スーチャーアンカー，肘関節外側側副靱帯損傷，スポーツ外傷
Suture anchor：Collateral ligament injury of the elbow：Sports injury

●要旨
スポーツで受傷した外傷性肘関節外側側副靱帯損傷に対して suture anchor を用いた靱帯修復術を行なったので報告する．対象は 6 例 6 肘，平均年齢 22.8 歳（14〜42 歳），スポーツ種目はサッカー 4 例，バスケット・スノーボードが各 1 例であった．検討項目は anchor 数，最終観察時の可動域，JOA score，MRI による靱帯修復状態，動揺性の有無とした．anchor 数は平均 2.2 本，平均可動域は伸展 −0.8°，屈曲 140°，回内 85.0°，回外 86.7°，平均 JOA score は 98.0 点，全例 MRI では靱帯修復状態は良好であり動揺性は認めなかった．suture anchor を用いた確実な固定により，全例でスポーツ復帰が可能となり良好な臨床成績が得られた．

はじめに

肘関節外側側副靱帯（以下 LCL）の機能不全は，スポーツ活動のみならず日常生活動作にも支障をきたす．そのためわれわれは外傷性肘関節 LCL 損傷に対しては手術療法を積極的に行なっている．今回，スポーツ活動で受傷した外傷性肘関節 LCL 損傷に対して suture anchor を用いた靱帯修復術を行なったので報告する．

対象と方法

対象はスポーツ活動中の外傷後に MRI で LCL 損傷を確認できた症例（図 1），また当院初診時に透視下徒手ストレス撮影を局所麻酔もしくは伝達麻酔下に行ない，10° 以上の内反動揺性を認めた症例で（図 2），かつスポーツの継続希望がある症例とした．対象となったのは 6 例 6 肘で平均年齢 22.8 歳（14〜42 歳），スポーツ種目はサッカー 4 例，バスケット・スノーボードが各 1 例で受傷から手術までの待機期間は平均 6.3 日（2〜13 日），平均術後経過観察期間は 10.3ヵ月（9〜13ヵ月）であった．

手術方法は全身麻酔または伝達麻酔で体位は仰臥位で施行した．術中の不安定性評価では O'Driscoll stage[1] は stage 1 が 1 例，stage 2 が 1 例，stage 3A が 1 例，stage 3B が 3 例，肘関節後外側回旋不安定症（以下

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

図１　手術適応とした肘関節単純 MRI（T2 強調脂肪抑制），冠状断像（A）と横断像（B）で LCL の上腕骨付着部からの剥離所見が確認される．

図２　手術適応と判断した症例の透視下徒手ストレス検査，ストレス前（A）と比較してストレス後（B）において約 20°の内反動揺性を認めている．

PLRI）を呈した症例は 3 例であった．LCL 直上を約 5 cm 程度皮膚切開し LCL の損傷部を露出し，2.8 mm Suture Anchor（TWINFIX™ Suture Anchor．Smith &Nephew．アメリカ）または 1.4 mm Soft Anchor（JuggerKnot™ Soft Anchor．BIOMET．アメリカ）を用いて LCL 修復を行なった．また 3 例で Regan 分類 type 2 の鉤状突起骨折を認め，cannulated headless screw を用いて同時に内固定を行なった．

後療法は肘屈曲 90°，回内外中間位で術後 2 週間のギプス固定を行なったあと，介助下での自動可動域訓練を開始し，術後 3 ヵ月からスポーツへ部分復帰を許可，術後 6 ヵ月で透視下徒手ストレス検査と MRI で LCL の修復状態を確認してからスポーツへ完全復帰を許可した．検討項目は LCL 修復に用いた suture anchor 数，最終観察時のエコー下または透視下の徒手ストレス検査における不安定性の有無，肘関節可動域，日本整形外科学会肘機能評価法（以下 JOA score），スポーツ復帰状況とした（表 1）．

結　　果

使用した suture anchor 数は 2.8 mm TWINFIX™ Suture Anchor を 2 例で使用しそれぞれ 1 本，1.4 mm JuggerKnot™ Soft Anchor は 4 例で使用し平均 2.8 本

表 1 各症例の概要

症例	年齢（歳）	性別	スポーツ種目	合併損傷	PLRI	O'Driscoll stage	アンカー/本数	経過観察期間（月）	最終観察時	
									伸展/屈曲（°）	JOA score（点）
1	29	男性	サッカー	鈎状突起骨折	+	3B	TF/1	12	0/125	96
2	22	男性	サッカー		−	2	JK/4	10	− 5/140	96
3	15	男性	バスケットボール	鈎状突起骨折	+	3B	TF/1	12	0/145	100
4	42	男性	スノーボード		−	1	JK/3	10	0/150	100
5	14	男性	サッカー		−	3A	JK/2	9	0/130	96
6	15	男性	サッカー	鈎状突起骨折	+	3B	JK/2	9	0/150	100

JOA score：日本整形外科学会肘機能評価法 PLRI：肘関節後外側回旋不安定症 TF：TWINFIX™ Suture Anchor JK：JuggerKnot™ Soft Anchor

(2〜4 本)であった．最終観察時，徒手ストレス検査で全例不安定性は認めず．平均可動域は伸展 −0.8°(−5〜0°)，屈曲 140°(125〜150°)，回内 85.0°(80〜90°)，回外 86.7°(80〜90°)，平均 JOA score は 98.0 点(96〜100 点)，全例で受傷前と同等レベルにスポーツ復帰が可能となった．

考　　察

肘関節の LCL は，内側側副靱帯(以下 MCL)と比較すると構造的に薄く，骨性の安定性が脆弱であるため，LCL の不全は容易に肘関節の不安定性を惹起し，スポーツ活動のみならず，日常生活にも障害を生じる[2]．

ほかに MCL 損傷などの合併損傷のない単独の外傷性肘関節 LCL 損傷は保存療法を選択する場合があるが，保存療法にて十分な安定性が獲得できなかった場合，長期間のスポーツからの離脱やレベルダウンの原因となるという報告[3]や，PLRI に移行し不安感や反復性脱臼になりパフォーマンスに影響を及ぼすという報告[4]がある，PLRI を呈する症例は，内反肘もしくは生理的外反が失われた症例に多いとの報告[5]があるが，今回そのような解剖学的にリスクのある症例は認めなかった．

一方手術による靱帯修復術は確実に支持性が得られ，早期にリハビリが開始できるため社会復帰，スポーツ復帰が早いという利点があり活動性の高い患者においては靱帯修復術を勧める報告[6]があり，その治療成績も良好である．われわれもスポーツ活動を行なうような活動性の高い患者の外傷性肘関節 LCL 損傷に対して LCL 修復術を行ない，比較的早期にスポーツ復帰が可能となり不安定性は残存しなかった．しかし LCL 修復術の長期成績はまだ報告が少ないため今後も慎重な経過観察が必要である．

また今回われわれは 6 例中 4 例の靱帯修復に JuggerKnot™ Soft Anchor を用いた．本 suture anchor はすべて縫合糸素材であるため，挿入時に慎重な扱いが必要であり，術後 X 線にて anchor 脱転の評価ができないが，術後 MRI を用いた修復靱帯の評価がしやすいこと，またドリル径が細いため suture anchor を多数挿入必要であり，多くのコストがかかるものの従来の anchor に比べて LCL の foot print fixation による解剖学的な修復を行なうことが可能となるなどの長所がある．肘関節の靱帯損傷に対する本 suture anchor の使用報告は少ないものの，他関節の靱帯縫合の報告においては従来の suture anchor と比べて遜色のない報告が散見されている[7,8]．今回のわれわれの外傷性肘関節 LCL 損傷に対する使用経験でも臨床成績は満足するものであり肘の靱帯修復においても有用であると考えられた．

結　　語

スポーツ活動で受傷した外傷性肘関節 LCL 損傷 6 例 6 肘に対して suture anchor を用いた靱帯修復術を施行し確実に支持性が得られ，全例でスポーツ復帰が可能となり良好な臨床成績が得られた．

文　　献

1) O'Driscoll SW et al：The unstable elbow. Instr Course Lect, 50：89-102, 2001.
2) 堀井恵美子：アスリートの肘損傷　病態と治療方針

スポーツにおける肘脱臼の病態と治療 2. 肘外側側副靱帯損傷の治療．臨スポーツ医，28： 553-557, 2011．
3）Kim BS et al：Ligamentous repair of acute lateral collateral ligament rupture of the elbow. J Shoulder Elbow Surg, 22：1469-1473, 2013.
4）Imatani J et al：Acute posteolateral rotatory subluxation of the elbow joint. Am J Sports Med, 25：77-80, 1997．
5）今谷潤也ほか：外側側副靱帯損傷―新鮮後外側回旋不安定症症例の治療― . 日手会誌，23：5-9,2006.
6）月村泰規ほか：アメリカンフットボール選手における新鮮肘関節外側側副靱帯損傷の治療経験．日臨スポ会誌，16：408-413, 2008．
7）Brown CA et al：Biomechanical comparison of an all-soft suture anchor with a modified Broström-Gould suture repair for lateral ligament reconstruction. Am J Sports Med, 42：417-422, 2014．
8）Park MJ et al：Use of suture anchors and new suture materials in the upper extremity. Hand Clin, 28：511-518, 2012．

中高年者に対する前十字靱帯（ACL）再建後機能評価

Functional Evaluation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstrings Tendon with Double-bundle Technique in Patients Over 40 Years

森本　祐介[1)]　Yusuke Morimoto　　後藤　文聖[1)]　Bunsei Goto
洞口　　敬[1)]　Takashi Horaguchi　　徳橋　泰明[2)]　Yasuaki Tokuhashi

● Key words
中高齢者，ACL 再建，機能評価

●要旨
屈筋腱を用いた解剖学的二重束前十字靱帯（ACL）再建を行なった患者に対し 40 歳以上とそれ未満での術後臨床成績・運動機能を比較した．

方法：屈筋腱を用いた解剖学的二重束 ACL 再建を行なった 40 歳未満の症例 15 例，40 歳以上の症例 9 例を対象とした．検討項目は前方移動距離，膝伸展・屈曲筋力，Lysholm knee score，運動機能評価（hop distance，timed hop）とした．

結果：前方移動距離・膝伸展屈曲筋力では両群間に有意差はなかったが，Lysholm knee score で 40 歳以上が有意に低い値であった．運動機能評価は両群間で有意差はなかった．

結論：40 歳以上の ACL 再建術は術後 1 年でスポーツ復帰可能なレベルの運動機能回復が得られていると考えられた．

はじめに

近年，スポーツ人口の増加に伴い中高齢者のスポーツ活動が盛んになっている．それに伴い中高齢者が前十字靱帯（ACL）損傷を受傷するケースが多くなっている．以前は若年者のスポーツ選手にのみ手術適応があるとされ若年期に ACL 損傷と診断されたにもかかわらず再建術を受けなかった場合や，中高齢者なので手術適応ではないと判断された例もあり 2 次的に半月板損傷や変形性膝関節症を引き起こし来院するケースも散見される．その一方，近年では ACL 再建術の研究やアスレチックリハビリテーションの進歩や理解が進んだことにより中高年者が手術を受けることが多くなってきている．

これまで 40 歳以上の ACL 再建術は術後成績が良好で術後筋力回復やスポーツ復帰も良好であるとの報告がされてきた[1,2)]，しかし，実際の運動能力が回復したかについては不明な点も多い．以前より運動機能の評価として hop test が用いられてきた[3)]．

本研究の目的は，屈筋腱を用いた解剖学的二重束 ACL 再建を行なった患者に対し 40 歳以上とそれ未満での術後臨床成績・運動機能を比較し 40 歳以上の患者の運動能力の回復について評価することである．

仮説：40 歳以上の ACL 再建患者も 40 歳未満の患者と同様に運動機能が回復している．

症例と方法

2010 年から当院で ACL 損傷と診断され屈筋腱を用いた解剖学的二重束 ACL 再建を行なった患者 134 例を対

森本祐介
〒 101-8309　東京都千代田区神田駿河台 1-6
日本大学病院整形外科
TEL 03-3293-1711

1）日本大学病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nihon University Hospital
2）日本大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nihon University School of Medicine

表１ 患者内訳

	40 歳以下	40 歳以上	p 値
症例数	15 例	9 例	—
年齢	22 歳（15～37 歳）	49 歳（40～62 歳）	—
合併損傷と処置	半月板縫合 2，切除 3	半月板縫合 3，切除 2	N.S.
術前 KT-1000	7 mm（2～10 mm）	5 mm（0～9 mm）	N.S.
術前回旋不安定性	全例 ＋	全例 ＋	N.S.
術前 Tegner activity score	7（4～9）	4（2～6）	0.001
術後 Tegner activity score	7（3～9）	4（3～6）	0.001

中央値（範囲）

象とした．そのなかから術後 1 年以上の経過観察が可能であった 40 歳未満の症例を 15 例（全症例のなかから無作為に抽出した）と 40 歳以上の症例 9 例，計 24 例を対象とした．40 歳未満の 15 例は中央値で年齢が 22 歳（15～37 歳）で 2 例に半月板縫合を 3 例に半月板切除を ACL 再建と同時に行なった．40 歳以上の 9 例は中央値で年齢 49 歳（40～62 歳）で 3 例に半月板縫合，2 例に半月板切除を同時に行なっている（表 1）．40 歳未満例と 40 歳以上例の術前術後の Tegner activity score はそれぞれ中央値は 7（4～9）と 7（3～9），4（2～6）と 4（3～6）であった．

除外項目は，他の靱帯の手術や軟骨損傷に対する手術を行なっているもの，および変形性膝関節症に対する処置を行なっているもの再々建例，両側罹患例とした．

手術は屈筋腱を用いた解剖学的二重束 ACL 再建術を行なった．

まず関節鏡で ACL 損傷を確認したのち脛骨粗面内側の皮切から半腱様筋腱を採取した．半腱様筋腱の長さや太さが不十分な場合は薄筋腱も採取した．採取した腱は二つ折りまた三つ折りとし，end-button CL（Smith & Nephew Endoscopy）を用いて移植腱を作製した．大腿骨孔の作製は accessory anteromedial portal よりレジデントリッジの後方に作製した．脛骨側骨孔は AM 線維と PL 線維の foot print に作製した．脛骨側の移植腱の固定は Double spike plate（DSP）を用いて AM 線維は膝関節 20°屈曲で 30N の張力をかけて固定，PL 線維は膝関節伸展位で 30N の張力をかけて固定した．

術後は 2 週間シーネ固定としその後可動域訓練開始．術後 3 週以降に部分荷重から徐々に全荷重を許可した．ジョギングは術後約 3ヵ月，スポーツ復帰は術後 9ヵ月以降を目標にリハビリを行なった．

術後の評価は術後 3ヵ月，6ヵ月，9ヵ月，12ヵ月，18ヵ月，24ヵ月で KT-1000（MED metric, Co. Ltd., San Diego, CA, USA）を用いた脛骨前方移動距離，Cybex（Lumex, Ronkonkoma, NY, USA）を用いた膝伸展・屈曲筋力，

図１ 運動機能評価
A：Hop distance, B：Timed hop
（文献３より引用）

Lysholm knee score を測定し運動機能評価として hop distance, timed hop（図 1）を術後 6ヵ月以降で同時に行なった．このなかで，術後 1 年での KT-1000 を用いた脛骨前方移動距離の manual Max 患健差，Cybex を用いた角速度 60°での膝伸展・屈曲筋力の％ BW 患健比，Lysholm knee score，hop distance・timed hop[3] を 3 回ずつ計測し平均値の患健比を算出し検討項目とした．hop distance は片足で幅跳びを行ないその距離を測定，timed hop は 6 m の距離を片足で跳びその時間を測定した．

両群間の比較には Mann-Whitney U 検定および χ^2 検定を，結果に対しては Mann-Whitney U 検定を用いて検討し，有意水準は 5％とした．

結　　果（表２）

脛骨前方移動距離の患健差は 40 歳未満群で 1 mm（−3～6）40 歳以上群で 2 mm（−1～4）であり両群間に有意差はなかった．膝伸展屈曲筋力の％ BW 患健比は

表2 結果

	40歳以下(N=15)	40歳以上(N=9)	
前方移動距離(mm)	1(−3〜6)	2(−1〜4)	N.S.
伸展筋力(%)	90(67〜108)	86(49〜102)	N.S.
屈曲筋力(%)	93(58〜109)	93(78〜122)	N.S.
Lysholm knee score*	100(90〜100)	90(80〜100)	p=0.035
hop distance	0.91(0.86〜1.03)	0.89(0.82〜0.98)	N.S.
timed hop	1.03(0.94〜1.18)	1.01(1.00〜1.34)	N.S.

(中央値(範囲), *:p=0.05)

40歳未満群で伸筋90%(67〜108%), 屈筋93%(58〜109%), 40歳以上群では伸筋86%(49〜102%), 屈筋93%(78〜122%)であり両群間に有意差はなかった. Lysholm knee scoreは40歳未満群で100点(90〜100点), 40歳以上群で90点(80〜100点)であり40歳以上で有意に低い値であった(p=0.035). 運動機能評価としてのhop distance, timed hopの患健比は40歳以下群でそれぞれ0.91(0.86〜1.03), 1.03(0.94〜1.18), 40歳以上群ではそれぞれ0.89(0.82〜0.98), 1.01(1.00〜1.34)であり両群間に有意差はなかった.

考　　察

近年のACL再建術における術後脛骨前方移動距離は良好な成績が報告されている[1,4,5]. 40歳以上の症例においても同様に良好な成績が報告されている[1,2,6]. 本研究の40歳以上群では2 mm(−1〜4)であり諸家の報告の0.7±1.8〜1.7±2.0 mmと比較してもほぼ同等の結果であった.

Iriuchishimaらの報告では筋力と年齢の検討で年齢が術後成績の不良因子になると報告している[7]. 一方, Kuechleら[2]の報告では, 40歳以上の26例にBiodexを用いた筋力評価を行なった結果, 患健比が80%以上の例が全患者の73〜96%であり術後臨床評価も含めて良好であると報告している. 本研究では諸家の報告に比べ40歳以上群の筋力評価はやや低い値となっていたが40歳未満群と比較すると統計学的な有意差は認められず良好な筋力回復と考えられた.

これまでの報告では40歳以上の患者に対するLysholm knee scoreの結果は良好であるとする報告が多い[1,2,8,9]. Ostiら[6]は30歳以下の症例と50歳以上の症例で術後1年の時点でLysholm knee scoreを比較した結果92点と89点で統計学的有意差はないと報告している. 本研究では40歳未満群のLysholm knee scoreは100点(90〜100点), 40歳以上群で90点(80〜100点)であり両群間に有意差を認めたが40歳以上群の値は緒家の報告と比較しても同等の値であり満足のいく結果であった.

われわれが渉猟しえた範囲では, 40歳以上の症例を集めた報告のなかでhop distanceやtimed hopによる評価を行なったものはなかった. 機能評価としてのhop distanceやtimed hopは実際の運動機能を計るうえで有用と考えられており[3], 術後患肢の運動機能が回復したかをみるには有用と考えられる. 若年者を交えたArakiらの報告では平均25.2 ± 12.1歳の患者10例に対し二重束ACL再建を行なった群でhop distanceの健患比は89.9 ± 15.2%であり[4], Luiらの報告では平均26.4歳の患者17例に対し二重束ACL再建を行なった群でhop distanceの健患比は80 ± 20%であった[10]. 本研究の40歳未満群の結果は91%(86〜103%)と良好であり40歳以上群でも89%(82〜98%)と良好な結果が得られていた.

以上より40歳以上でACL再建を受けた例の術後1年での臨床評価, 筋力回復, 運動機能評価は良好に回復しておりスポーツ復帰も可能なレベルであった. しかし, 本研究は症例数が少ないことや筋力や機能テストの値自体を評価していないため絶対値が低くても患健比が高く出る可能性が考えられた. 今後は症例を増やした検討や安全にスポーツを続けて行くうえで筋のトルク値がスポーツ活動におよぼす影響について検討する必要があると考えられた.

結　　語

1. 屈筋腱を用いた解剖学的二重束ACL再建を行なった患者に対し40歳以上とそれ未満での術後臨床成績・運動機能を比較した.
2. 40歳以上の患者では術後1年での膝機能の回復は良好と考えられた.

文　献

1) Marquass B et al：The use of hamstrings in anterior cruciate ligament reconstruction in patients over 40 years. Arch Orthop Trauma Surg, 127：835-843, 2007.
2) Kuechle DK et al：Allograft anterior cruciate ligament reconstruction in patients over 40 years of age. Arthroscopy, 18：845-853, 2002.
3) Noyes FR et al：Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. Am J Sports Med, 19：513-518, 1991.
4) Araki D et al：A prospective randomised study of anatomical single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction：quantitative evaluation using an electromagnetic measurement system. Int Orthop, 35：439-446, 2011.
5) Asagumo H et al：Anatomic reconstruction of the anterior cruciate ligament using double-bundle hamstring tendons：surgical techniques, clinical outcomes, and complications. Arthroscopy, 23：602-609, 2007.
6) Osti L et al：Surgery for ACL deficiency in patients over 50. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 19：412-417, 2011.
7) Iriuchishima T et al：Age as a predictor of residual muscle weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 20：173-178, 2012.
8) Heier KA et al：An analysis of anterior cruciate ligament reconstruction in middle-aged patients. Am J Sports Med, 25：527-532, 1997.
9) Plancher KD et al：Reconstruction of the anterior cruciate ligament in patients who are at least forty years old. A long-term follow-up and outcome study. J Bone Joint Surg Am, 80：184-197, 1998.
10) Lui PP et al：A randomized controlled trial comparing bone mineral density changes of three different ACL reconstruction techniques. Knee, 19：779-785, 2012.

大学サッカー選手における足趾屈曲筋力が足部スポーツ障害の発生に与える影響

The Effect of the Toe Flexor Muscle Strength in College Soccer Players have on the Occurrence of Foot Sports Injuries

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

● Key words
足趾屈曲筋力，足部スポーツ障害，サッカー

●要旨
目的：大学サッカー選手における，足趾屈曲筋力と足部スポーツ障害発生との関連を検討することを目的とした．
方法：調査期間は 2005～2013 年の 9 年間とし，対象は調査期間中に在籍した大学サッカー選手 159 名とした．足趾屈曲筋力を測定し，足部スポーツ障害発生選手と非発生選手とで比較した．
結果：足部スポーツ障害発生足群の足趾屈曲筋力が非発生選手の非利き足群よりも有意に小さかった（発生足群 17.5±3.2 kg，非利き足群 18.6±2.1 kg，$p < 0.05$）．
考察：足趾屈曲筋力が小さいことによって，足底腱膜や足部軟部組織に過度な牽引ストレスがかかることにより，足底腱膜炎や扁平足障害といった足部スポーツ障害が発生したのではないかと考えられた．

はじめに

サッカー競技は下肢のスポーツ傷害（外傷およびスポーツ障害）の発生頻度が高いと報告されている[1~3)]．スポーツ傷害発生の予防につなげることを目的に，先行研究において，プロサッカーチーム[3)]や発育期のサッカー選手[4)]に対する傷害発生調査や身体的要因の検討が行なわれている．

スポーツ障害は overuse を基盤に，柔軟性やアライメ

藤高紘平
〒581-0013　八尾市山本町南 1-3-4
ノーブル山本ビル 3F
貴島病院本院付属クリニック
TEL 072-999-9914
E-mail fujitaka1102@yahoo.co.jp

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

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

足部アーチは荷重による衝撃[9]や重心移動[10]により変化すると報告されている．そのため，われわれは先行研究において，足部スポーツ障害の発生と足部アーチ高や足部アーチ変化に関連が認められたことを報告した[11]．足部アーチは骨構造，靱帯組織，筋組織（後脛骨筋，長短腓骨筋，長母趾屈筋，長趾屈筋，母趾内転筋などの足底筋群），腱組織で構成されている．よって，スポーツ障害の発生に対して，足趾屈曲筋力の影響が生じるのではないかと考えられる．

そこで本研究の目的は，大学サッカー選手における，足趾屈曲筋力と足部スポーツ障害発生との関連を検討することとした．

対象と方法

1）対象

2005年4月～2013年3月の9年間に，大学サッカーチームに4年間在籍した（途中退部選手は除く），男子サッカー選手159名（入学時の平均身長176.1±8.2 cm，平均体重67.1±6.9 kg）を対象とした．本研究を行なうに際し，ヘルシンキ宣言に則りチームにおけるスタッフ・選手に説明し同意を得た．

2）研究デザイン

対象の大学サッカー選手に対して，入学時に足趾屈曲筋力を測定し，在籍期間中（各選手4年間）の足部スポーツ障害の発生を調査した．足部スポーツ障害を発生した選手と，発生しなかった選手（以下，非発生選手）とで足趾屈曲筋力の比較を行なった．また，足部スポーツ障害を発生した選手と非発生選手とで足部外傷の既往，足部スポーツ障害の既往の比較を行なった．

3）足部スポーツ障害発生の調査

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

4）足趾屈曲筋力の測定（図1）

入学時にメディカルチェックとして足趾屈曲筋力を測定した．村田ら[12]による足趾把持筋力測定器に準じてデジタル握力計（竹井機器工業社製）を用いた測定器を作製し，座位姿勢にて測定した．測定方法は母趾から第5趾が足趾把持バーにかかるように確認し，代償動作が生じないように下腿の固定ボードにて下腿部を固定して実施した．第5趾が足趾把持バーにかからない選手においては，母趾側から順に足趾が足趾把持バーにかかるようにして実施した．十分な休息をはさみながら，3回計測し，その中の最大値を代表値とした．

5）足部外傷既往，足部スポーツ障害既往の調査

入学時に，大学入学以前の足部外傷既往と足部スポーツ障害既往のアンケート調査を行なった．足部外傷既往と足部スポーツ障害既往は，サッカー活動中に発生したものとし，1週間程度チーム練習に復帰できなかった，

測定機器　　測定方法

図1　足趾屈曲筋力

あるいは1試合以上試合を欠場する結果となったものとした.

6）検討方法

足部スポーツ障害発生選手と非発生選手とで足趾屈曲筋力の比較を行なった．比較を行なう際の群分けとして，足部スポーツ障害を発生した選手の発生側の足趾屈曲筋力を発生足群とし，足部スポーツ障害を発生した選手の非発生側の足趾屈曲筋力を非発生足群とした．また，選手自身がサッカー競技中に好んでボールをキックする側の足を利き足として，非発生選手の利き足側の足趾屈曲筋力を利き足群，非利き足側の足趾屈曲筋力を非利き足群とした．また，足部スポーツ障害発生選手を各疾患群に分割して足趾屈曲筋力を比較した．さらに，足部スポーツ障害発生選手と非発生選手における足部の外傷とスポーツ障害の既往の有無を比較し，両者の足趾屈曲筋力を比較した.

7）統計学的分析

統計学的分析として，足部スポーツ障害発生選手と非発生選手の足趾屈曲筋力の比較には対応のない t 検定，足部スポーツ障害発生選手を各疾患群に分割しての足趾屈曲筋力の比較には Mann-Whitney U test を行なった．足部外傷既往や足部スポーツ障害既往の有無の比較には χ^2検定を行ない，既往の有無に区分しての足趾屈曲筋力の比較には Mann-Whitney U test を行なった．統計解析には SPSS Ver.11.0（SPSS Japan Inc. 社）を用いて行ない，有意水準を5%未満とした.

結　　果

1）対象群の抽出結果

足部スポーツ障害を発生した選手は32名，障害件数は34件（足底腱膜炎15件，扁平足障害9件，後脛骨筋腱炎4件，有痛性外脛骨障害3件，腓骨筋腱炎2件，踵部痛1件）であった．足部スポーツ障害を発生した選手32名の内，両側足部にスポーツ障害を発生した選手が1名認められ，足部スポーツ障害の発生足群は33足で足部スポーツ障害発生選手の非発生足群は31足であった．また，足部スポーツ障害の発生足群において，利き足が7足，非利き足が26足であった.

2）足部スポーツ障害発生選手と非発生選手における足趾屈曲筋力の比較（表1）

足部スポーツ障害発生選手の発生足群における利き足と非利き足の足趾屈曲筋力の比較，足部スポーツ障害発生選手の非発生足群における利き足と非利き足の足趾屈曲筋力の比較において，統計学的に有意な差は認められなかった.

足部スポーツ障害の発生足群は非発生選手の非利き足群よりも，足趾屈曲筋力が有意に小さかった（足部スポーツ障害の発生足群 17.5±3.2 kg，非発生選手の非利き足群 18.6±2.1 kg，$p < 0.05$）．また，足部スポーツ障害の発生足群は非発生選手の利き足群よりも，足趾

表1　足部スポーツ障害発生選手と非発生選手における足趾屈曲筋力の比較

		スポーツ障害発生選手				非発生選手	
		発生足群（n=33）		非発生足群（n=31）		利き足群（n=127）	非利き足群（n=127）
		利き足（n=7）	非利き足（n=26）	利き足（n=25）	非利き足（n=6）		
足趾屈曲筋力(kg)	足部スポーツ障害(n=33)	17.8±3.4	17.4±3.2	17.7±2.6	18.1±2.6	18.6±2.5	18.6±2.1
		17.5±3.2*1,*2		17.8±2.5			
	足底腱膜炎（n=15）	16.4±3.7*3,*4		17.1±2.7			
	扁平足障害（n=9）	17.0±1.5*3,*4		17.3±1.3			
	後脛骨筋腱炎（n=4）	20.2±2.0		21.0±1.4			
	有痛性外脛骨障害（n=3）	20.3±3.4		20.2±2.0			
	腓骨筋腱炎（n=2）	19.6±2.3		18.0±2.8			
	踵部通（n=1）	16.6		17.5			

＊1；発生足群と非利き足群の比較，$p < 0.05$ by Unpaired t-test
＊2；発生足群と利き足群の比較，$p < 0.05$ by Unpaired t-test
＊3；発生足群と非利き足群の比較，$p < 0.05$ by Mann-Whitney U test
＊4；発生足群と利き足群の比較，$p < 0.05$ by Mann-Whitney U test

屈曲筋力が有意に小さかった(足部スポーツ障害の発生足群 17.5±3.2 kg，非発生選手の利き足群 18.6±2.5 kg，$p < 0.05$)．足部スポーツ障害発生選手における発生足群と非発生足群における足趾屈曲筋力の比較，非発生選手における利き足群と非利き足群の足趾屈曲筋力の比較において，統計学的に有意な差は認められなかった．足底腱膜炎発生足群(16.4±3.7 kg)，扁平足障害発生足群(17.0±1.5 kg)の足趾屈曲筋力は非発生選手(利き足群 18.6±2.5 kg，非利き足群 18.6±2.1 kg)よりも有意に小さかった($p < 0.05$)．その他の疾患と非発生選手における足趾屈曲筋力の比較において，統計学的に有意な差は認められなかった．

3）足部スポーツ障害発生選手と非発生選手における足部外傷既往および足部スポーツ障害既往の比較(表２)

足部スポーツ障害の発生足群において，足部外傷既往ありは３足，足部スポーツ障害既往ありは４足，既往なしは 26 足であった．足部外傷既往と足部スポーツ障害既往における，足部スポーツ障害の発生足群と足部スポーツ障害発生選手の非発生足群との比較，足部スポーツ障害発生選手(発生足群および非発生足群)と非発生選手(利き足群および非利き足群)との比較において，統計学的に有意な差は認められなかった．足趾屈曲筋力の比較において，足部スポーツ障害既往が認められた足部スポーツ障害発生足群(16.2±2.3 kg)は，既往なしの非発生選手(利き足群 19.3±2.2 kg，非利き足群 18.6±2.1 kg)よりも有意に小さかった($p < 0.05$)．

考　　察

足部スポーツ障害の発生は非利き足に多く発生し，足部スポーツ障害を発生した選手は非発生選手よりも足趾屈曲筋力が有意に小さく，足底腱膜炎や扁平足障害を発生した選手の足趾屈曲筋力は非発生選手よりも有意に小さかった．また，足部スポーツ障害の発生足群と非発生足群，足部スポーツ障害発生選手(発生足群および非発生足群)と非発生選手(利き足群および非利き足群)における，足部外傷や足部スポーツ障害の既往の有無に区分しての発生数において差は認められなかった．既往の有無に区分しての足趾屈曲筋力の比較において，足部スポーツ障害既往が認められた足部スポーツ障害発生足群は，既往なしの非発生選手(利き足群および非利き足群)よりも有意に小さかった．

先行研究において，足趾屈曲筋力は性別，年齢の影響を受け[13,14]，姿勢制御，歩行速度との関連が強いと報告されている[15]．そのため，足趾屈曲筋力トレーニングによって，若年健常者では身体運動機能(50 m 走，垂直跳び，反復横跳び)の向上[16,17]，姿勢制御能の改善[15,18,19]が得られることが報告されている．しかし，本研究のように足趾屈曲筋力とスポーツ障害との関連を前向きに調査した報告は，われわれが掌握した限り認められない．

足部スポーツ障害の発生については，足部アーチ機能低下，足部内在筋や外在筋の筋力低下，overuse，サーフェイス，靴などが要因として考えられる．とくにサッカー競技については，特殊なスパイクシューズを使用するため，足底と接地面が衝突する外力[20]が発生し，症状の悪化をまねきやすい[21]と報告されている．本研究にて発生件数が多かった足底腱膜炎の発生メカニズムとしては，足底腱膜に過度な牽引ストレスがかかることによって[22]，足底腱膜付着部一部線維の断裂と修復の繰り返しなどにより発生すると報告されている[23]．また，扁平足障害は，不良アライメントとしての足アーチの低下，場合により著しい足部アーチの低下は認められなくとも足部アーチ構造の機能不全がもたらす諸症状であるとされている[24]．

足部スポーツ障害発生選手の発生足群における，利き足と非利き足の足趾屈曲筋力の比較において，統計学的に有意な差は認められなかった．しかし，足部スポーツ

表２　足部スポーツ障害発生選手と非発生選手における足趾屈曲筋力の比較

	スポーツ障害発生選手				非発生選手			
	発生足群 (n=33)		非発生足群 (n=31)		利き足群 (n=127)		非利き足群 (n=127)	
	n	足趾屈曲筋力(kg)	n	足趾屈曲筋力(kg)	n	足趾屈曲筋力(kg)	n	足趾屈曲筋力(kg)
足部外傷既往あり	3	16.3±6.1	4	19.5±1.7	14	18.2±1.4	9	17.9±2.7
足部スポーツ障害既往あり	4	16.2±2.3*1, *2	2	18.5±1.6	8	18.0±2.1	12	19.7±2.0
既往なし	26	17.3±2.9	25	17.7±3.5	105	19.3±2.2	106	18.6±2.1

＊１；発生足群と非利き足群の比較，$p < 0.05$ by Mann-Whitney U test
＊２；発生足群と利き足群の比較，$p < 0.05$ by Mann-Whitney U test

障害の発生が非利き足に多く発生していたことについては，サッカー競技中に非利き足がキック動作やターン動作の軸足となる頻度が多くなり，非利き足に軸足としての足部への荷重負荷や頻度が増加する可能性が示唆された．サッカー競技中における非利き足への影響については，さらなる調査が必要と考えられる．

本研究にて測定した足趾屈曲筋群である，長趾屈筋，長母趾屈筋，短母趾屈筋は足底腱膜と呼ばれる深筋膜で包まれている．この足底腱膜は踵骨から足趾まで付着しており，足趾屈筋群が収縮することにより足部アーチの保持に関与する[25,26]．足趾屈曲筋群が足部アーチ保持に関与することで，荷重時の衝撃緩衝[25]や足部剛性[22,27]に働く．よって，足趾屈曲筋力が小さいことによって，足底腱膜が衝撃緩衝や足部剛性に働く力が不十分なため，足底腱膜や足部軟部組織に過度な牽引ストレスが加わるのではないかと考えられる．

足底腱膜の巻き上げ作用は，足趾が伸展することにより，足底腱膜が巻き上げられアーチの挙上に関与することである[28]．足趾の筋力低下がみられる場合には，足部アーチの剛性を維持することができずに中足趾節関節の過伸展を引き起こし，巻き上げ作用を過度に生じさせ，足底腱膜にかかる牽引ストレスを増加させる[22]ことも報告されている．

以上のことから，足趾屈曲筋力が小さいことによって，足底腱膜や足部軟部組織に過度な牽引ストレスが加わることにより，足底腱膜炎や扁平足障害が発生したのではないかと考えられた．

本研究の限界としては，一大学サッカーチームの検討であるため，足部スポーツ障害発生例が少ないことである．障害発生例が少なくなったことで，発生した足部スポーツ障害の全疾患についての，疾患ごとの検討が難しくなった．したがって，足部スポーツ障害のさまざまな疾患の発生と足趾屈曲筋力との関連を検討していくには，より長期的で対象を増やした調査が必要になってくると考えられた．

結　　語

1. 大学サッカー選手において，足趾屈曲筋力と足部スポーツ障害発生との関連を検討した．
2. 足部スポーツ障害を発生した選手と非発生選手とで，足趾屈曲筋力の比較を行なった．
3. 足部スポーツ障害を発生した選手の足趾屈曲筋力が非発生選手よりも有意に小さかった．また，足底腱膜炎や扁平足障害を発生した選手の足趾屈曲筋力は非発生選手よりも有意に小さかった．

文　　献

1）Agel J et al：Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries：national collegiate athletic association injury surveillance system, 1988-1989 through 2002-2003. J Athl Train, 42：270-277, 2007.
2）Yard EE et al：The epidemiology of United States high school soccer injuries, 2005-2007. Am J Sports Med, 36：1930-1937, 2008.
3）関　純ほか：外傷・障害の発生頻度―トップレベル（J）．In：財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会，ed. 選手と指導者のためのサッカー医学，金原出版，東京：109-119, 2005.
4）藤井康成ほか：第二次成長期サッカー選手におけるメディカルチェック結果の検討．臨スポーツ学，20：703-709, 2003.
5）Bahr R et al：Understanding injury mechanisms：a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med, 39：324-329, 2005.
6）小川宗宏ほか：足関節と足部のスポーツ障害とメディカルチェックのポイント．整形・災害外科，53：1609-1613, 2010.
7）藤高紘平ほか：大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害の関係．関西臨床スポーツ医・科学研究会誌，17：17-19, 2007.
8）鳥居　俊：足底腱膜炎発症時の足部縦アーチの検討．整スポ会誌，29：1-4, 2009.
9）鈴木良平：歩行と足. 整形外科, 39：257-262, 1988.
10）鈴木良平：足のバイオメカニクスと歩行解析．日整会誌，65：75-86, 1987.
11）藤高紘平ほか：荷重による足部アーチの変化が足部スポーツ障害の発生に与える影響：大学サッカーチームの 8 年間の前向き研究．整スポ会誌，34：77-81，2014.
12）村田　伸ほか：足把持力測定の試み：測定器の作成と測定値の再現性の検討，理療科，17：243-247, 2002.
13）Endo M et al：Effects of age and gender on toe flexor muscle strength. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 57：392-397, 2002.
14）Menz HB et al：Plantarflexion strength of the toes：age and gender differences and evaluation of a clinical screening test. Foot Ankle Int, 27：1103-1108, 2006

15）半田幸子ほか：足趾把握筋力の測定と立位姿勢調節に及ぼす影響の研究, 人間工学, 40：139-147, 2004.
16）井原秀俊ほか：足指・足底訓練が筋力・筋反応・バランス能に及ぼす効果. 整スポ会誌, 15：268, 1995.
17）宇佐波政輝ほか：足趾屈筋群の筋力増強が粗大筋力や動的運動に及ぼす影響―足趾把握訓練を用いて―. 九州スポーツ学会誌，6：81-85, 1994.
18）井原秀俊ほか：スポーツ選手の足機能間の相関および姿勢制御能との関連．整外と災外，55：238-241, 2006.
19）木藤伸宏ほか：高齢者の転倒予防としての足指トレーニング効果．理学療法学，28：313-319, 2001.
20）草木雄二ほか：足底筋膜炎に対する的確・迅速な臨床推論のポイント．理学療法，28：265-270, 2011.
21）杉本和也：特集　靴と足の障害 スパイクシューズと足の障害―サッカー，ラグビー，野球―．関節外科，31：52-57, 2012.
22）草木雄二ほか：痛み―有痛性疾患の理学療法プログラム 足底筋膜炎．理学療法，23：1：390-395, 2006.
23）矢部裕一朗：靴と足の障害 靴と中・後足部の障害．関節外科，31：44-51, 2012.
24）島津　晃ほか：扁平足障害の診断と治療．関節外科，6：47-51, 1987.
25）R.Cailliet, 荻島秀男訳：足と足関節の痛み．第3版，医歯薬出版，東京：203-210, 2004.
26）横江清司：足底腱膜炎．In：日本臨床スポーツ医学会学術委員会，ed．ランニング障害．文光堂，東京：155-157, 2003.
27）Hicks JH：The mechanics of the foot. Ⅰ. The Joints. J Anat, 87：345-357, 1953.
28）Hicks JH：The mechanics of the foot. Ⅱ. The plantar aponeurosis and the arch. J Anat, 88：25-30, 1954.

少年野球検診で発見された上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の経過

Clinical Courses of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum Found by Medical Checkup for Child and Adolescent Baseball Players

石田 康行[1)] Yasuyuki Ishida　帖佐 悦男[1)] Etsuo Chosa
河原 勝博[1)] Katsuhiro Kawahara　山口 奈美[1)] Nami Yamaguchi
長澤 誠[2)] Makoto Nagasawa

● Key words
検診，離断性骨軟骨炎，臨床経過
Medical checkup：Osteochondritis dissecans：Clinical course

●要旨
検診による小頭離断性骨軟骨炎（小頭 OCD）発見率の報告はみられるが，その経過に関する報告は少ない．検診後の経過を報告する．2010～2012 年の検診で小頭 OCD と診断された 16 肘を対象とした．5 年生 6 肘，6 年生 10 肘，初期 14 肘，進行期 1 肘，終末期 1 肘であった．保存療法で治癒 6 肘，外側広範型から中央型へ改善し復帰 3 肘，外側広範型で復帰 1 肘，手術 6 肘であった．中央型の手術成績は良好だが，外側広範型は安定しない．外側から修復する保存療法は病巣縮小の意義が大きい．他医で外側広範型のまま復帰を許可された例が存在した．治療方針の啓発，中央型で復帰した例には病巣剝離のリスクを説明したうえでの経過観察が必要と考えた．

はじめに

本邦において少年野球は盛んで，選手は小学生よりチームに所属し多くの試合，練習を行なっている．成長期に適切な管理，指導がなされず野球肘を発症する選手が多くみられる．野球肘の中でも上腕骨小頭離断性骨軟骨炎（以下，小頭 OCD）は，早期発見できれば保存療法で治癒するが長期の投球禁止が必要である．また，発見が遅れると手術が必要となり，適切な治療がなされても，ADL（activities of daily living）上障害を引き起こすことがある．

近年，早期発見，早期治療の重要性が指摘され[1)]，全国各地で少年野球検診が行なわれている[2~4)]．超音波診断装置による小頭 OCD の発見率の報告は散見されるが，発見後の経過に関する報告は少ない．今回，検診で発見された小頭 OCD の経過を調査し，その問題点を検討したので報告する．

対象と方法

2010 年よりシーズンオフの 12 月の特定日に，当科へ来院してもらう形式で小学生の希望者に少年野球検診を行なってきた．身体所見，上腕骨小頭への超音波検査による一次検診を行ない，異常者は保護者の同意を得て，できる限り当日に二次検診を行なった．二次検診では，肘異常者には両側の肘関節 4 方向（正面，側面，45°屈曲位正面，45°屈曲位斜位）の単純 X 線撮影を行ない評価した．2010，2011，2012 年の宮崎県少年野球検診受診者 990 肘（2010 年 218 肘，2011 年 329 肘，2012 年 443

石田康行
〒 889-1692 宮崎市清武町木原 5200
宮崎大学医学部整形外科
TEL 0985-85-0986

1）宮崎大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Miyazaki
2）高千穂町国民健康保険病院
National Health Insurance, Takachiho Town Hospital

肘）中，二次検診にて小頭 OCD と診断されたのは 27 肘（2.7％）（2010 年 6 肘，2.8％，2011 年 11 肘，3.3％，2012 年 10 肘，2.3％）であった．その内，他医での加療を希望し以後当科受診歴がなかった 5 肘，当科での加療を自己中止した 6 肘を除いた 16 肘を対象とした．性別は全例男児で 5 年生 6 肘，6 年生 10 肘であった．ポジションは投手 9 肘，捕手 3 肘，投手兼捕手 2 肘，野手 2 肘であった．小頭 OCD の病期[5]は X 線写真より初期 14 肘，進行期 1 肘，終末期 1 肘であった．初期の 2 肘，終末期の 1 肘の計 3 肘に肘痛に認め，13 肘は肘痛を認めていなかった．初期の 14 肘の内訳は外側広範型 7 肘，中央型 2 肘，外側限局型 5 肘であった．経過観察期間は 15～39 ヵ月，平均 23.3±9.5 ヵ月であった．小頭 OCD 発見後の経過を調査した．

結　　果

保存療法で治癒例 6 肘，手術例 6 肘，完全治癒せず復帰し手術に至っていない例 4 肘であった．

保存療法治癒例 6 肘は全例初期で，投球禁止期間は 3～16 ヵ月（平均 11.5±5.4 ヵ月）であった．

手術例 6 肘は外側広範型のまま指示に従わず復帰し，広範囲に骨軟骨片が剥離した例に対する骨軟骨移植術 1 肘，他医で加療し外側広範型のまま復帰し，疼痛が残存していた例に対する骨軟骨固定術 1 肘，検診時に終末期であった 1 肘と，中央型で復帰した 2 肘と，外側広範型が中央型に改善し復帰した 1 肘に対する鏡視下郭清術 4 肘であった．

完全治癒せずに復帰し手術に至っていない 4 肘は，他医で加療し外側広範型のまま復帰していた 1 肘と，当科で保存療法を行ない外側広範型から中央型へ改善したが完全修復に至らず骨端線が閉鎖した 3 肘であった（図 1）．

最終経過観察時，伸展 −5°，屈曲 125°に満たない例を可動域制限残存例とすると，2 肘に認めた．1 肘は外側広範型の骨軟骨片が剥離した初診時終末期例で伸展 −10°，屈曲 120°，1 肘は指示に従わず投球開始し外側広範型の骨軟骨片が剥離した骨軟骨移植術例で伸展 −35°，屈曲 120°であった．2 肘とも外側広範型が剥離した例であった．

症 例 提 示

症例 1；保存療法治癒例

小学 6 年，男児，投手兼内野手．

野球検診で初期の外側広範型の小頭 OCD を指摘された．保存療法を行ない，外側より修復し，保存療法後 15 ヵ月で完全修復した．保存療法後 24 ヵ月で屈曲 140°，伸展 5°で投手として完全復帰している（図 2）．

症例 2；中央型となり復帰し骨軟骨片が剥離し鏡視下郭清術となった例

小学 6 年，男児，投手兼内野手．

野球検診で初期の外側広範型小頭 OCD を指摘された．保存療法を行ない 12 ヵ月後外側部が修復し，中央型となった．右肘痛なく可動域は屈曲 140°，伸展 7°であった．骨端線閉鎖前であり，保存療法の継続で完全治癒する可能性があること，この状態で復帰すると骨軟骨剥離の危険性があることを説明するも，投球復帰を希望した．投球開始 3 ヵ月後，右肘痛が再発し当科受診．遊離体を認め，鏡視下郭清術を行なった．術後 9 ヵ月で右

図 1　臨床経過

図２　症例１
a：初診時，外側広範型初期　b：保存療法８ヵ月後
c：保存療法 12ヵ月後，外側より修復　d：保存療法 15ヵ月後，完全修復

図３　症例２
a：初診時，外側広範型初期　b：保存療法 12ヵ月後，中央型へ改善
c：投球開始後３ヵ月，骨軟骨剥離　d：術後９ヵ月後

肘痛なく，屈曲 140°，伸展 7°で野球に完全復帰している（図 3）.

症例 3；指示に従わず外側広範型で復帰し骨軟骨移植術となった不良例

小学 6 年，男児，投手兼内野手.

野球検診で初期の外側広範型小頭 OCD を指摘された．保存療法を開始．6ヵ月後より自己判断で投球開始していた．7ヵ月後の外来受診時は，右肘痛なく，屈曲 140°，伸展 5°であった．投球により骨軟骨剥離の危険性を説明し，保存療法継続を指示したが投球を行なっていた．12ヵ月後右肘痛を認め，屈曲 120°，伸展 −35°の可動域制限認め，X 線写真，CT 検査にて広範囲な骨軟骨片の剥離を認めた．骨軟骨移植術を行なったが術後 12ヵ月で右肘痛はないものの，屈曲 120°，伸展 −35°と可動域制限が残存した（図 4）．右投げから左投げに変更し，野球に復帰したが反省すべき症例であった.

考　　察

症状が出現してから来院し発見される症例と違い，検診では症状が出現する前に評価ができるため，初期に発見されやすい[6]．骨端線が開存した小頭 OCD の初期，進行期では保存療法で障害なく治癒する可能性が高いため，骨端線が開存した小頭 OCD の治療原則は保存療法である[7]．当科での保存療法は罹患肘に負担がかかる投球，打撃，体育動作の禁止である．3ヵ月ごとに X 線写真，超音波検査の画像評価を行なっている．手術が必要なのは骨端線開存例の終末期と骨端線閉鎖例であり，当科では症例に応じて鏡視下郭清術，骨軟骨固定術，骨軟骨移植術を行なっている（図 5）.

中央型の手術成績は良好だが，広範囲な外側型は治療成績が安定しないといわれる[8]．骨端線閉鎖前の外側広範型は，外側から修復するため，仮に完全修復しなくても中央型に移行することから病巣範囲縮小の意義が大き

図４　症例３
a：初診時，外側広範型初期　b：保存療法７ヵ月後，修復傾向
c：保存療法 12ヵ月後，広範囲な骨軟骨剥離　d：術後 12ヵ月後，関節症性変化あり

図５　当科での治療方針

い．外側広範型に対する保存療法はより重要である[9]．しかし，今回，他医で加療し外側広範型のまま復帰した例が２肘存在した(図１)．治療方針の統一化，地域の医師への啓発活動が必要と考えた．

保存療法で完全修復することが理想であるが，長期の投球禁止が必要である．保存療法で疼痛がなくなると早期の復帰を希望する例が存在する．当科では骨端線残存例では，保存療法で改善する可能性が高いこと，手術療法より保存療法で修復したほうが治療成績が良好であること[7]を十分説明し，完全修復まで原則として投球を許可していない．とくに外側広範型では手術成績が安定せず，関節症変化が進行することがあること[8,10,11]や，今回の結果のように外側広範型の骨軟骨剥離例は成績不良であることから，最低でも保存療法による中央型への改善をめざしている[9]．中央型へ改善後，骨端線が閉鎖し症状が残存する場合は手術を行なうが，症状が消失もしくは軽微である場合は病巣剥離のリスク説明したうえで完全修復に至らない状態で投球を許可している．復帰後，定期的な経過観察を行ない，疼痛が出現したら手術を行なう方針としている．手術となっても病巣部が縮小した中央型であることが多く，成績が安定した鏡視下郭清術で対応できる．

少年野球検診の目的は小頭 OCD の早期発見，早期治療により後遺障害なく治癒させることである．今回，保存療法単独での治癒例は６肘(37.5％)であったが可動域制限なく回復した例は 14 肘(87.5％)であった．検診の意義があったものと考える．

今後の課題として，検診で小頭 OCD 発見後に適切な治療がなされるように，選手が他医での加療を希望した際は，他医への紹介状に当科での治療方針を参考として添付する方針である．治療者への啓発活動として，地方会等での報告を行なっていきたいと考えている．

また，ドロップアウト例をなくすために，地域の医師，治療者との連携，選手，保護者，指導者との信頼関

係の構築が必要である．十分な病状説明，選手の立場に立った治療方針を検討していきたい．

結　　語

1. 2010，2011，2012 年の少年野球検診で小頭 OCD と診断され，当科で観察できた 16 肘の経過を調査した．
2. 保存療法で治癒 6 肘，外側広範型から中央型に改善して復帰 3 肘，外側広範型のまま復帰 1 肘，手術 6 肘であった．
3. 他医での指示で外側広範型で復帰した例を 2 肘に認めた，治療方針の統一化，医師への啓発活動が必要と思われた．
4. 中央型で復帰した例は，骨軟骨片剥離の危険性があり十分な経過観察が必要と思われた．

文　　献

1）柏口新二ほか：どうして少年の野球肘検診が必要なのか．整スポ会誌，33：3-6, 2013.
2）石田康行ほか：宮崎県における少年野球検診の実際．整スポ会誌，33：7-11, 2013.
3）山本智章ほか：子どもに笑顔を－野球手帳を用いた成長期野球肘の予防．整スポ会誌，33：12-18, 2013.
4）森原　徹ほか：京都府における小学生の投球障害肩・肘に対する早期発見・治療の取り組み．整スポ会誌，33：19-26, 2013.
5）岩瀬毅信ほか：上腕骨小頭骨軟骨障害．In 柏木大治，ed. 肘関節の外傷と疾患　整形外科 MOOK 54．金原出版，東京：26-44, 1988.
6）柏口新二ほか：スポーツによる骨軟骨障害の予防．BONE，19：407-412, 2005.
7）松浦哲也ほか：少年野球肘に対する検診と予防，整スポ会誌，31：53-60, 2011.
8）松浦健司ほか：肘骨軟骨柱移植術に対する骨軟骨柱移植術の治療成績．日肘会誌，13：69-70, 2006.
9）石田康行ほか：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の治療．関節外科，33：39-43, 2014.
10）石田康行ほか：橈骨頭亜脱臼を伴う上腕骨小頭部離断性骨軟骨炎の 2 症例．日肘会誌，17：97-100, 2010.
11）大歳憲一ほか：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する自家骨軟骨柱移植術．日肘会誌，14：29-33, 2007.

下肢骨格筋活動に対するベルト電極式骨格筋電気刺激法の効果
―ポジトロン断層撮影法（PET）による検証―

Effect of the Belt Electrode Skeletal Muscle Electrical Stimulation System on Lower Extremity Skeletal Muscle Activity
―Evaluation Using Positron Emission Tomography―

沼田　仁彬　Hitoaki Numata　中瀬　順介　Junsuke Nakase
大島　健史　Takeshi Oshima　高田　泰史　Yasushi Takata
土屋　弘行　Hiroyuki Tsuchiya

● Key words
Muscle activity：Positron emission tomography：Belt electrode skeletal muscle electrical stimulation

●要旨
ベルト電極式骨格筋電気刺激法（B-SES）の下肢骨格筋活動に対する効果をポジトロン断層撮影法（PET）を使用して検証した．健常男性 12 名を対象とし，電気刺激群とコントロール群に分け FDG-PET を撮影した．関心領域を各骨格筋に設定し，半定量的指標として筋間糖代謝の比較が可能な標準化集積値（SUV）を用いて骨格筋代謝を検討した．

電気刺激群で，大・中・小殿筋，大腿四頭筋，縫工筋，ハムストリングスの平均 SUV が有意に高値であった．FDG-PET を骨格筋活動の評価に応用することで，深部筋を含めた下肢の多くの骨格筋で同時に評価できた．B-SES によって殿部から下肢にかけて多くの骨格筋代謝が生じていた．

はじめに

下肢の外傷や手術後にスポーツ復帰をめざす際に障害となるものの１つに下肢筋力の低下があげられる．長期間の活動低下により筋量や筋断面積の減少が認められ，筋力は筋量や筋断面積に比例するため筋委縮に伴い筋力が低下する[1]．下肢の外傷や手術後では一定期間の免荷やギブス固定を余儀なくされることもあり，これまで筋力低下を防ぐことは難しいと考えられていた．そこで，筋力低下を防ぐために荷重や関節運動を必要としない状態で，骨格筋収縮を行なうことができる電気的筋刺激機器が注目を集め，大腿四頭筋に関する有用性が報告されている[2]．しかし，従来の電極は，直径数 cm のプラスとマイナスの２極間で刺激を行なうため対象とする骨格筋が限定されてしまい，下肢全体を一度に刺激することは不可能であった．また，刺激に対する痛みが強く必要な刺激強度に達しないため効果的な筋肥大獲得が困難であった[3]．そこで，近年注目を集めているのが，ベルト電極式骨格筋電気刺激法（belt electrode skeletal muscle electrical stimulation ; B-SES）である（図１）．これはベルト型の電極を下肢周囲に一度に巻きつけることで，大

沼田仁彬
〒 920-8641　金沢市宝町 13-1
金沢大学整形外科
TEL 076-265-2374

金沢大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa University Hospital

図1 ベルト電極式骨格筋電気刺激法（B-SES）
腰部・両大腿遠位部・両足関節部に装着

腿四頭筋・ハムストリングス・前脛骨筋・下腿三頭筋など下肢全体の骨格筋を一度に刺激および収縮させることができ，また，刺激に対する痛みを大幅に軽減させることが可能になったと報告されている[4]．しかし，実際にどの骨格筋が活動しているかは証明されていない．評価方法としては，これまで骨格筋の研究は主に筋電図が用いられていたが，筋電図では四肢深部筋については評価することができず，また，下肢全体を一度に観察することは不可能であった．そこでわれわれは下肢深部筋を含めたすべての下肢骨格筋を同時に評価可能なポジトロン断層撮影法（positron emission tomography ; PET）に注目した．PET は生体内に放射性の代謝物質やその類似化合物を投与し，その物質の代謝過程を画像化する核医学検査法である．[^{18}F]fluorodeoxyglucose（FDG）はグルコースの OH 基を放射性同位元素である^{18}F に置換した構造をもち，グルコースと同じように体内に吸収される．この性質を利用して，臨床ではがんの局所診断や脳血流量の計測などに利用されることが多いが，また一方では運動時の全身骨格筋の糖代謝を観察することができ[5,6]，FDG-PET によって測定された糖代謝は筋活動強度と高い相関を示し，筋活動量を測定する指標としての信頼性が確認されていて[7,8]，骨格筋活動の観察に用いられている[9~11]．

本稿では B-SES による下肢骨格筋代謝の影響について FDG-PET を用いて観察したので報告する．

対象と方法

本研究は金沢大学医学部倫理審査委員会ならびに金沢先進医学センター倫理委員会の承認を受け，被験者には本研究の目的を説明し，文書で同意が得られた者を対象とした．

PET-CT の撮影に関して，すべての被験者に対し検査 6 時間前から絶食を指示し，検査前日から日常生活動作以外の運動は禁止した．また，すべての被験者の血糖値を測定し，正常範囲内あることを確認した．撮影は Discovery PET/CT 690（GE Healthcare，Milwaukee，WI，USA）を用い，撮影時間は約 40 分であった[12]．

健常男性ボランティア 12 名（平均年齢 24.3 ± 3.7 歳）を対象とし，AUTO Tens PRO Rehabili Unit（ホーマーイオン研究所，東京）を用いて B-SES を施行した後に PET-CT を撮影した電気刺激群 6 名と，安静後に撮影したコントロール群 6 名の 2 群に分類した．電気刺激群は，B-SES を腰部・両大腿遠位部・両足関節部に装着し，20 Hz の強縮を繰り返し行ない（5 秒刺激，2 秒休止），出力強度は痛みに耐えうる最大値とした．また電気刺激群では，プレコンディショニングとして 1 日 20 分の B-SES を 3 日間連続で行ない，測定当日に 10 分間 B-SES を施行後，トレーサーを経静脈的に投与し，再び 10 分間 B-SES を行なった後に PET-CT 撮影を行なった．コントロール群は，プレコンディショニングを行なわず，測定当日も B-SES を施行せず安静後にトレーサーを経静脈的に投与し PET-CT 撮影を行なった．トレーサーとしてブドウ糖の誘導体を放射性同位元素のフッ素 18 で標識したフルオロデオキシグルコース（[^{18}F]FDG 37MBq）を用いた．

関心領域（regions of interest ; ROI）に関しては，単純 CT 画像上で筋の同定が可能と判断した主動作筋の大腰筋，大殿筋，中殿筋，小殿筋，大腿直筋，外側広筋，中間広筋，内側広筋，縫工筋，大腿二頭筋，半腱様筋，半膜様筋，前脛骨筋，ヒラメ筋，腓腹筋に設定した．体幹，骨盤，大腿，下腿の 4 つの部位に分類し，各筋が同定しやすいように決定したスライスでそれぞれの骨格筋を同定し，左右それぞれ骨格筋横断面積全体を ROI に設定した（図 2）．体幹は第 4 腰椎上縁レベル，骨盤は臼蓋上縁レベル，大腿は大腿骨小転子下縁から顆部の中点レベル，下腿は脛骨近位 1/3 レベルでのスライスを使用し，各筋の同定には単純 CT を用い，1 人の習熟した核医学診療科医が骨格筋の同定および面積測定を行なった後に，同一スライスで PET-CT 画像と単純 CT 画像を重ねて FDG の集積を評価した．

各 ROI における糖代謝は，半定量的指標として筋間糖代謝の比較に用いることが可能であるとされる標準化集積値（standardized uptake value ; SUV）を用いて評価した[13]．SUV は投与した放射性同位体が体内に均一に分布し，かつ排泄されていないとした場合の放射濃度を 1 とし，それぞれの組織の集積がその何倍に相当するかということで局所集積の度合いを表現するものである．SUV の算出は，SUV＝{放射能濃度/（放射能投与量/体重）}×相互校正係数とし[14]，両側の SUV の平均値を，

図２　関心領域（regions of interest）
a　体幹（L4 椎体上縁レベル）　b　骨盤（臼蓋上縁レベル）
c　大腿（大腿骨小転子下縁から顆部の中点レベル）　d　下腿（脛骨近位 1/3 レベル）

(左側の SUV 平均値×左側筋面積＋右側の SUV 平均値×右側筋面積)/(左側筋面積＋右側筋面積)で算出した．

各 ROI における SUV の平均値を使用し，電気刺激群とコントロール群間の 2 群間で骨格筋の糖代謝を比較検討した．統計学的検討には Mann-Whitney's U test を用い，有意水準は 0.05 未満とした．

結　　果

2 群間で年齢，身長，体重，BMI において有意差はなかった(表 1)．コントロール群(図 3)と電気刺激群(図 4)の特徴的な PET-CT 像を示す．電気刺激群ではコントロール群と比較して，大殿筋，中殿筋，小殿筋，大腿直筋，外側広筋，中間広筋，内側広筋，縫工筋，大腿二頭筋，半腱様筋，半膜様筋で有意に平均 SUV が高値であった．また，統計学的に有意差はなかったが，大腰筋，前脛骨筋，ヒラメ筋，腓腹筋でも電気刺激群では SUV の平均値が高値であった(表 2)．

表１　症例内訳

	コントロール群 (n=6)	電気刺激群 (n=6)	p 値
年齢（歳）	26.5±4.1	22.0±1.2	0.06
身長（cm）	170.6±3.8	172.2±2.5	0.48
体重（kg）	67.8±9.0	63.0±3.7	0.30
BMI(kg/m^2)	23.3±2.9	21.2±0.8	0.18

考　　察

超音波検査や筋力測定から，前十字靱帯(ACL)再建術後に B-SES を施行した群は，従来のリハビリテーションのみを行なった群よりも術後早期の筋委縮や筋力低下を有意に抑制する効果があったと報告されている[15]．しかし，これまでの研究ではどの骨格筋が活動しているかという検討はなされていない．

PET を骨格筋代謝の評価に応用することにより，これまで骨格筋の研究に主に用いられていた筋電図での評価と異なり，深部筋を含めた下肢すべての骨格筋活動を同時に評価することが可能となった．本研究では，B-SES を使用することで，多くの筋においてコント

図３　コントロール群

図４　電気刺激群

ロール群と比較して有意に糖代謝が亢進していることが明らかとなり，下肢外傷や術後の著しい筋力低下の防止にB-SESは効果的であると考えられた．また，股関節，膝関節，足関節の機能別にみると，B-SESによって股関節の外転・屈曲・伸展および膝関節の屈曲・伸展の各筋の糖代謝がコントロール群と比較して有意に亢進していることが示唆された．また，ACL再建術後では膝関節の伸展および屈曲筋力が低下し，筋力の健患比85%が競技復帰を許可する基準とすることや[16,17]，股関節の外転筋力の低下はACL損傷の危険因子になる[18]ことなどが報告されている．これらを考慮すると，早期スポーツ復帰や再受傷予防の観点から，B-SESを術後早期に用いることで股関節および膝関節の筋力低下を抑制できることはアスリートにとって非常に意義があると考える．

電気刺激群とコントロール群のSUVの平均値が大腰筋で有意差がなかった理由としては，最近位のベルト装着部位が上前腸骨棘上であり，電気刺激の範囲として大腰筋の近位側を包含できていなかったためと考えた．また，前脛骨筋や下腿三頭筋に関しては，下腿は比較的低出力値で痛みの限界に達しており，出力をあまり上げることができなかったことが理由としてあげられた．

本研究の問題点としては，各骨格筋におけるROIの設定およびFDG集積を任意のスライスで行なっており，個々の骨格筋全体の糖代謝を反映できていない点があげられる．また，同一被験者でB-SES施行前後の評価を行なっていないため，同一被験者での再評価が必要と考える．さらに，耐えうる出力強度に個人差が大きい

表２ SUV の平均値

筋肉	コントロール群	電気刺激群	p 値
大腰筋	0.94±0.29	1.61±0.67	0.059
大殿筋	0.58±0.08	2.27±0.77	0.003*
中殿筋	0.70±0.10	2.30±0.46	<0.001*
小殿筋	0.81±0.18	2.31±0.74	0.003*
大腿直筋	0.46±0.03	1.01±0.34	0.011*
外側広筋	0.54±0.10	2.09±0.75	0.004*
中間広筋	0.65±0.19	1.88±0.35	<0.001*
内側広筋	0.55±0.08	1.55±0.29	<0.001*
縫工筋	0.50±0.05	1.30±0.16	<0.001*
大腿二頭筋	0.50±0.06	1.76±0.37	<0.001*
半腱様筋	0.47±0.07	1.58±0.33	<0.001*
半膜様筋	0.50±0.05	2.04±0.65	0.012*
前脛骨筋	0.68±0.10	1.34±0.64	0.054
ヒラメ筋	0.91±0.37	1.31±0.56	0.180
腓腹筋	0.73±0.28	1.25±0.48	0.052

*$p < 0.05$

ことや下肢筋肉量との比較も今後の検討課題である．

放射線被曝に関しては，健常人を対象としたスポーツ医学研究に関する FDG 投与量は少ないほどよいが，筆者らは過去の報告[4]と同様に 37 MBq を目安としている．この場合，約 1m Sv の被曝が予想される．また，同時に撮影する CT での被曝量は約 4m Sv と推定されるが，本研究では主に下肢を中心に撮影しているため，一般的な全身 CT よりも影響は少ないと考えている．今後も被曝線量を抑える工夫が必要である．

結　　語

FDG-PET を骨格筋活動の評価に応用することにより，B-SES による下肢骨格筋代謝への影響を深部筋を含めた下肢の多くの骨格筋で同時に観察でき，どの骨格筋が活動しているかの評価が可能であった．B-SES によって股関節の外転・屈曲・伸展および膝関節の屈曲・伸展の各筋の活動が亢進していた．

文　　献

1) Suzuki Y et al：Effects of 10 to 20 days bed rest on leg muscle mass and strength in young subjects. Acta Physiol Scand Suppl, 616：5-18, 1994.
2) Feil S et al：The effectiveness of supplementing a standard rehabilitation program with superimposed neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction：a prospective, randomized, single-blind study. Am J Sports Med, 39：1238-1247, 2011.
3) Moritani T et al：Electromechanical changes during electrically induced and maximal voluntary contractions：surface and intramuscular EMG responses during sustained maximal voluntary contraction. Exp Neurol, 88：484-499, 1985.
4) Hamada T et al：Enhancement of whole body glucose uptake during and after human skeletal muscle low-frequency electrical stimulation. J Appl Physiol, 94：2107-2112, 2003.
5) Fujimoto T et al：Whole-body metabolic map with positron emission tomography of a man after running. Lancet, 348：266, 1999.
6) Tashiro M et al：18F-FDG PET imaging of muscle activity in runners. J Nucl Med, 40：70-76, 1999.
7) Kemppainen J et al：Myocardial and skeletal muscle glucose uptake during exercise in humans. J Physiol, 542：403-412, 2002.
8) Pappas GP et al：Imaging of skeletal muscle function using（18）FDG PET：force production, activation, and metabolism. J Appl Physiol, 90：329-337, 2001.
9) Ohnuma M et al：Muscle activity during a dash

shown by 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. J Orthop Sci, 11：42-45, 2006.
10) Oi N et al：FDG-PET imaging of lower extremity muscular activity during level walking. J Orthop Sci, 8：55-61, 2003.
11) Shinozaki N et al：Differences in muscle activities during shoulder elevation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears：analysis by positron emission tomography. J Shoulder Elbow Surg, 23：e61-67, 2014.
12) Nakase J et al：Whole body muscle activity during the FIFA 11＋ program evaluated by positron emission tomography. PLoS One, 16：e73898, 2013.
13) Sadato N et al：Non-invasive estimation of the net influx constant using the standardized uptake value for quantification of FDG uptake of tumours. Eur J Nucl Med, 25：559-564, 1998.
14) 日本核医学会：FDG PET, PET/CT 診療ガイドライン 2012.2012.
15) Hasegawa S et al：Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. J Electromyogra Kinesiol, 21：622-630, 2011.
16) Fu FH et al：Primary anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction：a preliminary 2-year prospective study. Am J Sports Med, 36：1263-1274, 2008.
17) Urbach D et al：Bilateral deficit of voluntary quadriceps muscle activation after unilateral ACL tear. Med Sci Sports Exerc, 31：1691-1696, 1999.
18) Geiser CF et al：Effects of isolated hip abductor fatigue on frontal plane knee mechanics. Med Sci Sports Exerc, 42：535-545, 2010.

2014 年度 JOSSM-USA Traveling Fellow 報告記

大阪大学整形外科　前　　達雄

2014 年 6 月 30 日から 7 月 20 日まで，磯本慎二先生（奈良県総合医療センター）と大澤貴志先生（群馬大学）とともに，JOSSM-USA traveling fellow としてアメリカにて 4 施設を訪問する機会を頂きましたので報告いたします．例年は AOSSM をスタートに各施設を回るようですが，今回は変則的に学会が行程の真ん中に入ったためか，スタートは米国東部の Univ. of Pittsburgh（Pennsylvania）でしたが，次に西部の Stanford Univ.（California），AOSSM は Seattle（Washington）で開催され，再度東部の Univ. of Pennsylvania（Pennsylvania），Thomas Jefferson Univ.（Pennsylvania）と，日本からの往復を含めると，アメリカ大陸を 2 回横断する大移動でした（図 1）．

University of Pittsburgh（6/30～7/3）

ピッツバーグでは Freddie Fu 先生がホストとして，手術，カンファレンス，観光と非常に有意義な時間をアレンジしてくださいました．最初の訪問先であるため，不安もありましたが，当時日本から留学されていた，西澤勇一郎先生（神戸大学），川上洋平先生（神戸大学），小林真先生（名古屋市大）がわれわれを十二分にサポートしてくださり，今回のフェローにおいてよいスタートが切れました．（また荒木大輔先生（神戸大学）には，出発前の準備でお世話になりました）この場をかりて感謝の意を申し上げます．

ピッツバーグでは，Fu 先生の ACL 再建術を 2 例見学させて頂きました．術前に手術室の廊下で，当日手術のケースカンファレンス（単に症例を紹介するだけでなく，MRI を用いた ACL の付着部の計測や，採取する予定の腱のサイズの計測など）や術後症例の画像を含めた再検討なども手術開始直前まで行なわれました．さらに術前評価や，手術中も大腿骨顆間部の距離や付着部の長さなどを記録するなど，データ収集にも熱心でした．カンファレンスでは，約 20 名のフェローや研究スタッフの前でわれわれ 3 人に発表の機会を頂きました．食事・施設見学・観光等，すべてにおいて常に Fu 先生が連絡を入れてくださっており，非常に充実した日々を過ごすことができました（図 2）．

Stanford University（7/7～7/9）

スタンフォード大学では，John Costouros 先生がホストです（図 3）．大学構内の一角に宿泊したのですが，訪

図 1　JOSSM-USA traveling fellow 行程
①ピッツバーグ　②スタンフォード　③シアトル　④フィラデルフィア

図２　ピッツバークのカンファレス室にて Fu 先生（前列左端）

図３　Outpatient Center 外来受付前にて
左から磯本先生，大澤先生，Costouros 先生，小生

問先自体は Stanford Medicine Outpatient Center であり，車で 30 分程移動が必要でした．Costouros 先生は肩関節治療を専門にされており，初日は肩関節鏡の手術 2 件を，二日目は外来診察を見学しました．また，スタンフォード大学のキャンパスツアーに参加し，アメリカらしい広大なキャンパスを見学いたしました．初日の夜はメジャーの試合を，二日目の夜はスポーツクリニックのメンバーとの食事会を計画して頂き，多くの先生方と話す機会を頂きました．最終日はスポーツクリニックチーフの Fanton 先生の膝・肩の関節鏡手術を見学しました．

AOSSM in Seattle（7/10〜12）

AOSSM では，理事長の高岸先生と副理事長の別府先生がお越しになり，１週間が経って疲れの出ているわれわれに，エネルギーを注入してくださいました（図 4,5）．学会は午前中が中心に開催されました．女性で初めての本学会の学会長である Jo Hannafin 先生は，会長講演でご自身の生い立ちを述べられ，日本の会長講演とまったく違うスタイルに驚かされました．

University of Pennsylvania（7/14〜16）

ペンシルベニア大学では，Brian Sennett 先生がホストで，市内観光から食事，手術，施設見学まで全てをアレンジしつつ，ご自身でも積極的に同行してくださいました．当大学はアメリカでは歴史のある大学の１つで，historical tour なるものも存在しました．また，整形外科のチーフであり，ハンドおよび形成外科分野で著名な

図４　AOSSM の受付風景

図５　日本からの先生方との昼食会．高岸先生（右列奥），別府先生（左列奥から２番目），神戸大学からの荒木先生（右列手前），長井先生（左列手前）．

図６　レストランにて
Levin 先生（左から２番目），Sennett 先生（右端）

図７　Raikin 先生と手術室にて

Scott Levin 先生より，腕の同種移植の講演を聞かせて頂きました（図 6）．手術は James Carey 先生や John Kelly 先生，Theoder Ganley 先生の膝・肩・股関節の手術を見学しました．その他，症例の診断から治療に対する考え方をレジデント数名とスタッフ 10 数名とで議論する，といった教育的カンファレンスも刺激的でした．

スポーツグループの外来を行なう Penn Sports Medicine Center は大学のアメリカンフットボールグラウンドに隣接しており，怪我をした学生はすぐに診察できる体制や，リハビリ施設のみならず，学生用のトレーニング施設も充実しており，日本ではまねできない規模の施設でした．最終日には，プール付きの庭を備えた Sennett 先生のご自宅にご招待頂き，楽しい時間を過ごしました．

Thomas Jefferson University Hospital（7/17～18）

唯一，宿泊先を変えずに移動できた病院ですが，Steven Raikin 先生がホストでわれわれを迎えてくださいました（図７）．同病院には高鳥尚子先生がいらっしゃられ，われわれを到着前からサポートしてくださいました．この場をかりて感謝の意を申し上げます．Raikin 先生は足の外科が専門で，１日に 10 件ほどの手術をこなされていました．とくに骨きりにおいては，術前に骨きり角度や量を計画することなく，職人のような感覚で，透視を駆使して骨きりを躊躇なくし，きれいな足を完成させておられました．１日は手術を，もう半日は外来を見学しました．また，Raikin 先生はまったく外食をなされないらしいのですが，われわれのために病院近くの店で，夕食をご一緒して頂きました．

おわりに

私は，本学会から GOTS と USA の両方を経験させて頂きましたが，大きな違いはアメリカでは病院施設内での秘密保持が厳重で，各施設で契約書にサインが必要で，施設内での写真撮影を制限する病院もあります．さらに日本では考えられない程，感染症の抗体の有無にも厳重で，抗体がない場合はワクチン接種が必要となります．今後，JOSSM-USA traveling fellow に参加される先生は，出発までにできる限りこれらの情報を収集し，準備をしてください（各自で連絡を密に取って，準備する必要があります）．今回はかなり準備したのですが，それでも現地での手続きの行き違いがあったりし，非常に面倒でした．

最後になりましたが，訪問先でお世話になった先生にはもちろんのこと，本フェローシップに参加する機会を与えて頂き，訪問先の手配をしてくださった，理事長の高岸憲二先生，および副理事長（元国際委員長）の別府諸兄先生，国際委員長の菅谷啓之先生に深く御礼申し上げます．また，フェローシップ参加を許可してくださった大阪大学整形外科の吉川秀樹教授をはじめ，フェロー期間中の診療をカバーしてくださった医局の先生方にも深謝いたします．