

原テストと投球時肩痛との関連

Relationship between Hara Test and Shoulder Pain in Baseball Players

牧野 康一¹⁾ Kouichi Makino 三幡 輝久²⁾ Teruhisa Mihata
 長谷川彰彦²⁾ Akihiko Hasegawa 竹田 敦¹⁾ Atsushi Takeda
 上井 綾菜¹⁾ Ayana Kamii 古屋 忠幸¹⁾ Tadayuki Furuya

● Key words

原テスト, 野球検診, 肩痛

Hara test : Medical check-up : Shoulder pain

● 要旨

原テストと投球時肩痛の関連を検討した。肩痛のために投球不能となり、治療を要した野球選手（要治療群）42人と肩痛はあるが投球可能な選手（投球可能な肩痛群）46人および、症状のない選手（症状なし群）201人を対象とし、原テスト各項目の陽性率と総点数について比較、検討した。原テスト総点数は、症状なし群、投球可能な肩痛群、要治療群の順に低下した。原テスト総点数が8点以下となると肩痛が生じ、7点以下になると投球不能となる可能性があるため、医師の診察が必要であると考えられた。

はじめに

原によって考案された原テストは野球選手のコンディションの評価に有用であり、現在は投球障害肩の診断やメディカルチェックに広く用いられている^{1,2)}。2007年より行なっているわれわれの野球検診においても、選手の障害予防のために原テストを活用している。

福西らは、投球時肩痛のために投球不能である選手では原テストの総点数が低くなると述べている³⁾。しかし投球不能となる原テスト総点数のカットオフ値を調査した報告はなく、投球障害を予防するためには何点以上にコンディションを保つべきか、あるいは肩痛を認める選手を治療して野球復帰させるためには何点以上にコンディションを改善させる必要があるかなどについては明らかでない。そこで本研究においては原テストの総点数がどの程度になると投球時肩痛が起こり、治療が必要となる可能性が生じるのか、また投球時肩痛や投球不能の原因となる病態について原テストの各項目の結果から検討した。

対象と方法

肩痛のために投球不能となり、当院で通院もしくは入院による治療を行なった野球選手42人（平均年齢17.6歳、14～23歳）と2016～2019年にわれわれが野球検診を実施した高校・大学野球選手247人（平均年齢18.3歳、15～21歳）を対象とした。肩痛のために投球不能となり、治療を行なった野球選手42人を要治療群、野球検診を実施した選手247人のうち検診時のアンケート調査で、投球時肩痛を有しているが投球可能であり、医療機関での診察・治療を受けることなく競技参加が可能であった選手46人を投球可能な肩痛群、肩に症状のない選手201人を症状なし群とした。要治療群における診断名は肩関節炎が20人、SLAP lesionが16人、SLAP lesionとPASTAの合併が4人、MGHL損傷が1人、SLAP lesionとMGHL損傷の合併が1人であった。治療内容は全ての選手に対して外来通院による理学療法、もしくは当院でリハビリ入院と称している1週間程度の入院による短期集中的な理学療法を行なった。また理学療法が奏功しなかった3選手に対しては、最終的に肩専門医による手術を行なった。

三幡輝久
〒569-8686 高槻市大学町2-7
大阪医科大学整形外科
TEL 072-683-1221 ext 6257

1) 第一東和会病院リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, First Towakai Hospital
2) 大阪医科大学整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College

全ての選手に対して原テストを実施した。要治療群に対しては、当院で治療を開始した時点の原テストの結果を、投球可能な肩痛群と症状なし群は検診時の原テストの結果を用いて比較検討した。原テストは11項目からなる理学検査に基づく評価方法である⁴⁾。11項目の理学検査は以下のとおりである。①Scapula spine distance (以下SSD)は棘突起肩甲骨間距離を測定し、投球側が非投球側に比べて1 cm 以上大きくなっている場合に陽性とした(図1-A)。②Elbow extension test (以下ET)は肘関節を屈曲100度以上から抵抗下に伸展させ、投球側の力が非投球側に比べて弱い場合を陽性とした(図1-B左)。③Elbow push test (以下EPT)は肩関節90度前方挙上位で両腕を組み、抵抗下に肘を前方へ押し出させる。投球側の力が、非投球側に比べて弱い場合を陽性とした(図1-B右)。④Combined abduction test (以下CAT)は肩甲骨を固定して肩関節を外転し、上腕が頭部に届かない場合を陽性とした(図1-C)。⑤Horizontal flexion test (以下HFT)は肩甲骨を固定して肩を水平内転し、反対側のベッドに手が届かない場合を陽性とした(図1-D)。⑥肩外転筋力(以下ABD)、⑦肩外旋筋力(以下ER)、⑧肩内旋筋力(以下IR)は、投球側が非投球側に比べて弱い場合を陽性とした(図1-E)。⑨Capsular laxityはsulcus testやload and shift

test, anterior apprehension testを行ない、いずれか一つでも陽性所見を認める場合を陽性とした。⑩Subacromial impingement testはNeer, Hawkins, Ellman, Yocum testを行ない、いずれか一つでも陽性所見を認める場合を陽性とした。⑪Hyper-external rotation test (以下HERT)は仰臥位で肩90度外転位とし、最大外旋位でさらに外旋トルクを加えたときに疼痛が誘発される場合を陽性とした(図1-F)。以上11項目の陰性所見の項目数を点数化し、11点満点で評価した。

統計学的解析

3群間での原テスト各項目の陽性率をFisherの正確検定により比較した。有意水準はBonferroni法により補正し、 P 値 <0.0167 で有意差ありと判断した。

3群間での原テスト総点数の比較はSteel-Dwass検定を用い、有意水準は P 値 <0.05 とした。

また、原テストの総点数が何点以下になると投球時肩痛が生じ、何点以下になると投球不能となる可能性が生じるのか、Receiver Operating Characteristic Curve (ROC曲線)での分析を行ない、カットオフ値を求めた。また、Area under ROC curve (AUC)を算出し有用性の指標とした。

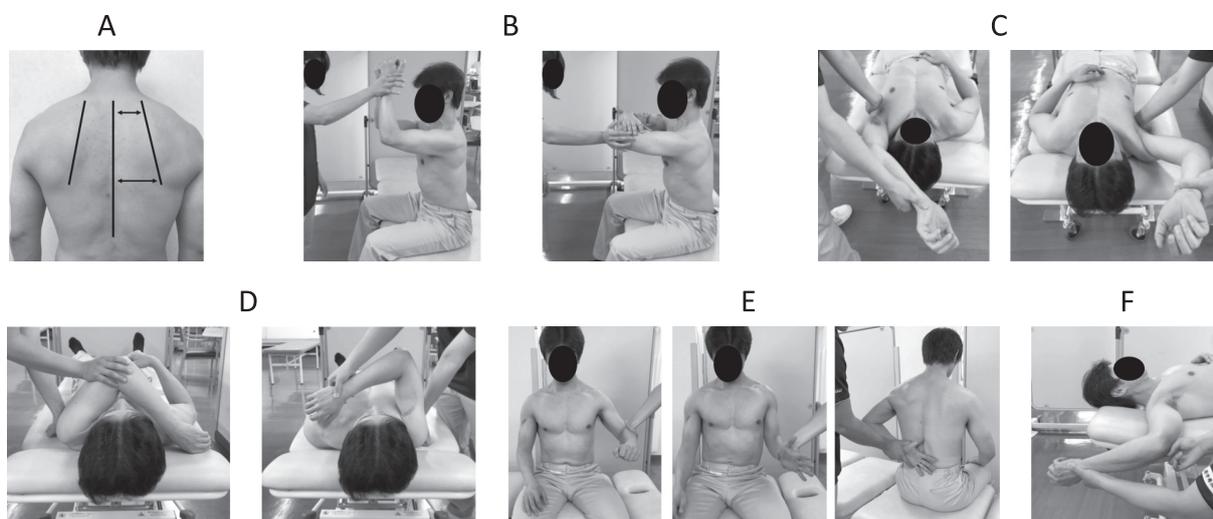


図1 原テストの計測方法
 A: Scapula spine distance (SSD).
 陽性: 1 cm 以上の左右差.
 B: 左 Elbow extension test (ET), 右 Elbow push test (EPT).
 陽性: 投球側の力が非投球側に比べて弱い場合.
 C: Combined abduction test (CAT).
 陽性: 上腕が頭部に届かない場合.
 D: Horizontal flexion test (HFT).
 陽性: 手が反対側のベッドに届かない場合.
 E: 左から肩外転筋力 (ABD), 肩外旋筋力 (ER), 肩内旋筋力 (IR).
 陽性: 投球側が非投球側よりも低下.
 F: Hyper-external rotation test (HERT).
 陽性: 最終可動域で肩痛を認める場合.

結 果

原テスト 11 項目の陽性率の比較を表 1 に示す。症状なし群と投球可能な肩痛群との比較では EPT (症状なし群 8.5%, 投球可能な肩痛群 23.9%, $p=0.008$) 肩外転筋力 (症状なし群 3.0%, 投球可能な肩痛群 15.2%, $p=0.004$), 肩外旋筋力 (症状なし群 4.0%, 投球可能な肩痛群 17.4%, $p=0.003$), 肩内旋筋力 (症状なし群 5.0%, 投球可能な肩痛群 17.4%, $p=0.008$), Subacromial impingement test (症状なし群 4.5%, 投球可能な肩痛群 32.6%, $p<.0001$), HERT (症状なし群 4.5%, 投球可能な肩痛群 21.7%, $p=0.0005$) の項目において投球可能な肩痛群の陽性率が有意に高かった。

投球可能な肩痛群と要治療群の陽性率の比較では SSD (投球可能な肩痛群 26.1%, 要治療群 52.4%, $p=0.016$), ET (投球可能な肩痛群 26.1%, 要治療群 54.8%, $p=0.008$), 肩外転筋力 (投球可能な肩痛群 15.2%, 要治療群 71.4%, $p<.0001$), 肩外旋筋力 (投球可能な肩痛群 17.4%, 要治療群 64.3%, $p<.0001$), 肩内旋筋力 (投球可能な肩痛群 17.4%, 要治療群 47.6%, $p=0.003$), CAT (投球可能な肩痛群 73.9%, 要治療群 97.6%, $p=0.002$), HFT (投球可能な肩痛群 63.0%, 要治療群 92.9%, $p=0.001$), HERT (投球可能な肩痛群 21.7%, 要治療群 52.4%, $p=0.004$) の項目において、要治療群の陽性率が有意に高かった。

原テストの総点数の平均は、要治療群 4.7 点 (0 点~9 点), 投球可能な肩痛群 7.8 点 (2 点~11 点), 症状なし群 8.8 点 (4 点~11 点) であった (図 2)。原テストの総点数は 3 群間に有意差を認め、投球可能な肩痛群では症状なし群よりも有意に低く、要治療群では投球可能な肩痛群よりも有意に低いという結果であった。また、原テスト総点数の ROC 曲線より、投球時に肩痛が生じる点数のカットオフ値は 8 点, AUC 0.77 であり (図 3-A), 投球不能となり治療が必要となる可能性が生じる点数のカットオフ値は 7 点, AUC 0.92 であった (図 3-B)。

考 察

本研究の結果、原テストの総点数の平均は要治療群 4.7 点, 投球可能な肩痛群 7.8 点, 症状なし群 8.8 点であり、各群間に有意差を認めた。このことから、原テストの総点数は症状のない選手に比べて投球時肩痛を認める選手で有意に低く、投球不能な選手ではさらに点数が低下していた。また、本研究で得られたカットオフ値から、原テストの総点数が 8 点以下となると投球時の肩痛が生じ、7 点以下となると投球不能となり治療を要する可能性が生じるため、医師の診察が必要であると考えられた。この結果から投球時肩痛の予防もしくは治療後の競技復帰の目安として、9 点以上を目指す必要があると考えられた。原は投球開始に際しては疼痛再現テスト (Subacromial impingement test, HERT) の正常化を

表 1 症状なし群・投球可能な肩痛群・要治療群の原テスト 11 項目の陽性率の比較

項目	症状なし群	投球可能群		要治療群	
	陽性率	陽性率	p 値	陽性率	p 値
SSD	31.8%	26.1%	N.S.	52.4%	①0.014* ②0.016**
ET	12.9%	26.1%	N.S.	54.8%	①<.0001* ②0.008**
EPT	8.5%	23.9%	0.008*	40.5%	①<.0001* ②N.S.
CAT	70.6%	73.9%	N.S.	97.6%	①<.0001* ②0.002**
HFT	68.7%	63.0%	N.S.	92.9%	①0.001* ②0.001**
外転筋力	3.0%	15.2%	0.004*	71.4%	①<.0001* ②<.0001**
外旋筋力	4.0%	17.4%	0.003*	64.3%	①<.0001* ②<.0001**
内旋筋力	5.0%	17.4%	0.008*	47.6%	①<.0001* ②0.003**
Capsular laxity	3.5%	6.5%	N.S.	11.9%	①N.S. ②N.S.
Impingement test	4.5%	32.6%	<.0001*	35.7%	①<.0001* ②N.S.
HERT	4.5%	21.7%	0.0005*	52.4%	①<.0001* ②0.004**

VS 症状なし群

① VS 症状なし群
② VS 投球可能群

(Fisher の正確検定: Bonferroni 法により有意水準を補正 $p<0.0167$ を有意差ありとした)

原テスト総点数

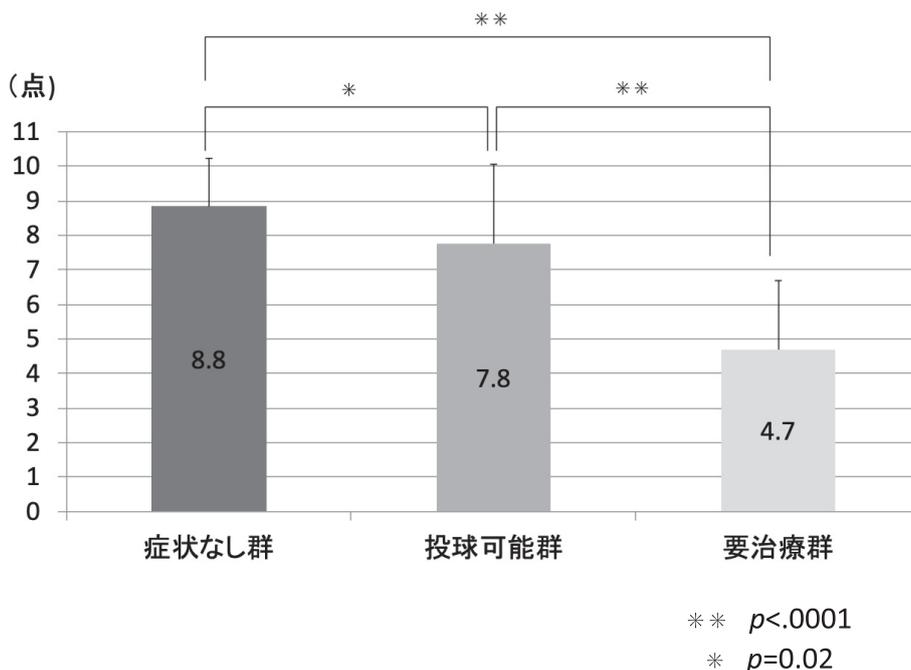


図2 症状なし群・投球可能な肩痛群・要治療群の原テスト11項目の総点数の比較 (Steel-Dwass 検定 $p < 0.05$ を有意差ありとした)

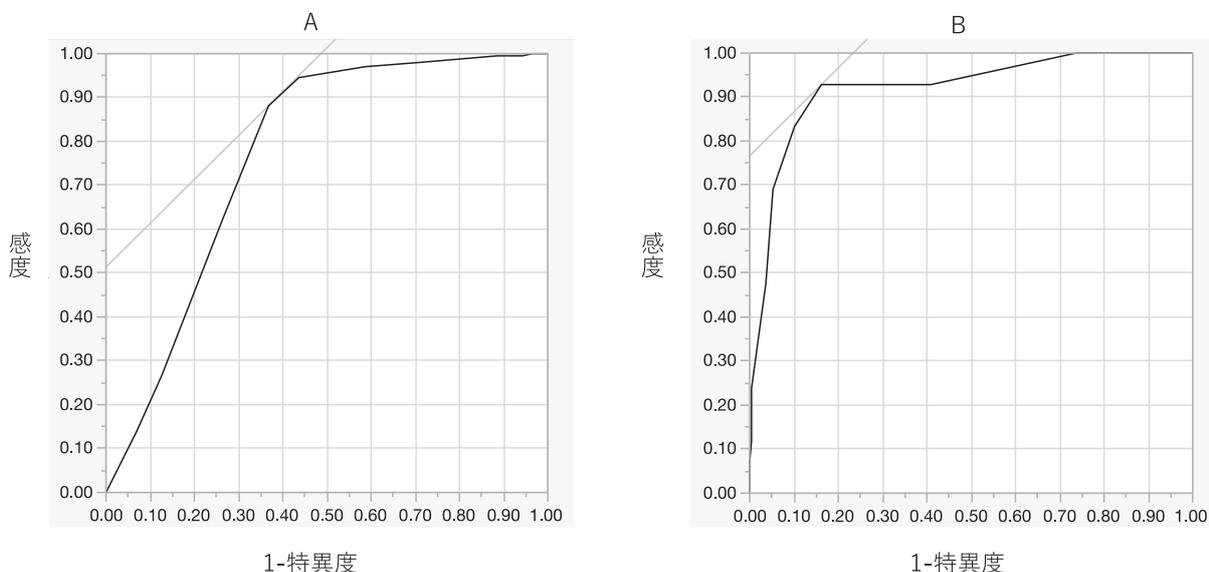


図3 原テスト総点数のROC曲線

A: 投球時肩痛に関わる原テスト総点数のROC曲線.

B: 治療が必要となる可能性が生じる原テスト総点数のROC曲線.

含めた11項目中9項目以上の正常化を目安としている⁴⁾。一方、福西らは総点数が7点以下の選手は投球することができなくなる危険性があると述べている³⁾。今回の結果は、原や福西らの過去の研究結果を支持するものであった。

症状なし群と投球可能な肩痛群における原テスト各項目の陽性率を比較すると、投球可能な肩痛群において

は、症状なし群と比べ、EPTと肩筋力(外転, 外旋, 内旋), Subacromial impingement, HERTの陽性率が有意に高かった。EPTについて、原はインナーマッスルとアウトマッスルの筋バランスが改善するとEPTも改善すると述べており¹⁾、今井らはEPTが筋疲労により陽性化することを報告している⁵⁾。福西らは、EPTの結果により肩甲骨の動的安定性を評価できると述べてい

る³⁾。これらのことから野球選手においては、まず肩甲骨の安定性と肩筋力が低下することにより投球時肩痛が生じ始めるのではないかと考えられた。

また、投球可能な肩痛群と要治療群における各項目の陽性率を比較すると、要治療群は投球可能な肩痛群と比べ、SSD, ET, 肩筋力(外転, 外旋, 内旋), CAT, HFT, HERTの陽性率が有意に高かった。SSDは肩甲骨の位置異常を評価する指標として活用されるが、原はSSDに1 cm以上の左右差がある場合には肩関節は病的な状態にあると報告している^{1, 2)}。また、Mihataらは肩後方関節包のタイトネスがSSDに影響を与えることを報告している⁶⁾。CAT・HFTについて今井ら⁷⁾は上腕骨後捻角度を除外した肩外転位での内旋可動域はCAT・HFTのいずれか一方でも陽性の選手において有意に減少しており、肩後方タイトネスの評価に有用であると報告している。竹内ら⁸⁾も同様にCAT・HFTはいずれも肩後方支持組織の柔軟性を反映しており、肩後方タイトネスの評価に有用であるとしている。これらのことから、今回要治療群においてSSD, CAT, HFTの陽性率が高かったことから、肩甲骨位置異常と肩後方タイトネスが出現することで肩痛が増強し、投球不能となる可能性が生じるのではないかと考えられた。

HERTはインターナルインピンジメントによる肩痛の誘発テストと考えられている。本研究において投球可能な肩痛群、要治療群ともにHERTの陽性率が高かったことから野球選手の投球時肩痛にはインターナルインピンジメントが主原因であると思われた。Mihataらは新鮮屍体肩を用いた生体力学的試験において、肩内旋筋力の低下や肩甲骨の位置異常などのコンディションの悪化が病的なインターナルインピンジメント(肩痛などの症状を起こすインターナルインピンジメント)に関連することを報告している^{9, 10)}。本研究においてもコンディションが悪化することでHERTが陽性になったと考えられることから、野球選手に対して肩痛の予防と治療を行なうためには、MRIや超音波検査などの画像検査だけでなく、選手のコンディションも十分に評価する必要があると思われた。

本研究における原テスト各項目の陽性率の比較から、投球可能な肩痛を有する選手においては、肩甲骨の動的安定性低下が、投球不能な選手においてはこれに加えて肩甲骨位置異常と肩後方タイトネスが投球時肩痛の原因となっている可能性が高いと思われた。しかし、実際の治療においては、選手ごとに実施した原テスト11項目の結果から投球時肩痛の要因を探り、選手個々に合わせた治療プログラムを構築することが必要であると考えられる。また、原は肩関節のリハビリテーションを行なうにあたり、下肢や体幹の筋力や柔軟性の獲得が運動連鎖を機能させるために必要であるとしており、診察も下肢、体幹、肩関節と進めていくと述べている⁴⁾。そのため、下肢・体幹を含めた包括的な評価をもとに治療を行なう

必要がある。

本研究のlimitationとして、肩以外の評価が含まれていないことが挙げられる。投球動作という下肢、体幹から上肢へと及ぶ一連の運動連鎖を評価するうえで、下肢、体幹を含めた総合的な評価が今後の課題であると考えられる。

また、今回野球検診を行なった肩に症状のない選手において、原テスト総点数が8点以下の選手を認めた。われわれはこれらの選手は投球障害のリスクを抱えた選手であると考え、コンディション指導を検診時に行なったが、これらの選手が検診後に、投球時肩痛を生じることなく競技継続可能であったのかどうかは調査できていない。今後は縦断研究を行なうことにより、原テストを用いたメディカルチェックの結果が、将来的な野球選手の投球時肩痛の発生と関連するかどうかについて調査が必要である。

結 語

原テストと投球時肩痛の関連について検討した。症状なし群、投球可能な肩痛群、要治療群の3群間での比較では、原テスト総点数は、症状なし群、投球可能な肩痛群、要治療群の順に低下した。原テスト総点数が8点以下となると肩痛が生じ、7点以下になると全力投球できなくなる可能性があるため、医師の診察が必要であると考えられた。

文 献

- 1) 原正文：投球肩障害の診察法(メディカルチェックを中心として)。骨・関節・靭帯, 20: 301-308, 2007.
- 2) 原正文：投球障害肩患者に対する診察と病態把握のポイント。Orthopaedics, 20: 29-38, 2007.
- 3) 福西邦素ほか：原テストは投球障害肩の評価に有用である。肩関節, 41: 804-807, 2017.
- 4) 原正文：投球障害肩のリハビリテーション治療。Jpn J Rehabil Med, 55: 495-501, 2018.
- 5) 今井直樹ほか：原テストのETとEPTは肩筋疲労により陽性化する。九州山口スポーツ医研会誌, 24: 30-33, 2012.
- 6) Mihata T et al: Posterior shoulder tightness can be a risk factor of scapular malposition: a cadaveric biomechanical study. J Shoulder Elbow Surg, 29: 175-184, 2020.
- 7) 今井直樹ほか：原テストにおけるCATとHFTは肩後方タイトネスの評価に有用である。整スボ会誌, 34: 44-48, 2014.
- 8) 竹内聡志ほか：原テストにおけるCAT・HFTと肩関節可動域の関係。肩関節, 40: 495-498, 2016.

- 9) Mihata T et al: Excessive glenohumeral horizontal abduction as occurs during the late cocking phase of the throwing motion can be critical for internal impingement. *Am J Sports Med*, 38: 369-374, 2010.
- 10) Mihata T et al: Effect of scapular orientation on shoulder internal impingement in a cadaveric model of the cocking phase of throwing. *J Bone Joint Surg Am*, 94: 1576-1583, 2012.

成長期野球選手における腰痛と股関節可動域の関連性

Association between Low Back Pain and Hip Range of Motion for Adolescent Baseball Players

森木 研登^{1,2)} Kento Moriki
青木 光広³⁾ Mitsuhiro Aoki

飯澤 剛¹⁾ Takeshi Iizawa

● Key words

スポーツ障害, 腰痛, メディカルチェック

Sports disorders : Low back pain : Medical check

● 要旨

目的：成長期野球選手を対象とし、腰痛と身体特性、下肢柔軟性を含む股関節可動域の関連性について調査した。

方法：対象は中学硬式野球選手 102 名とした。評価項目は身体特性として BMI、股関節可動域（屈曲、伸展、内旋、外旋、腹臥位内外旋）、下肢柔軟性（SLR、HBD）を投球側、ステップ側に分けて計測した。統計解析は多重ロジスティック回帰分析を用い、解析した。

結果：102 名中腰痛群 16 名（15.7%）非腰痛群 86 名（84.3%）であった。内旋（ステップ側）、HBD（ステップ側）、BMI が有意な因子として選択された（ $p < 0.05$ ）。

結論：成長期野球選手の腰痛は、ステップ脚の股関節内旋制限および大腿四頭筋柔軟性低下、過体重と関連することが示唆された。

はじめに

野球選手の障害発生率は肩・肘に並び、腰痛が多い¹⁾。年代別の腰痛発生率について、小菅ら²⁾は、過去 1 年間の腰痛経験者の割合は、中学生が約 23% と示しており、成長期野球選手における腰痛の障害予防は重要であると考える。野球選手における腰痛の原因の一つに、関節可動域の制限が存在する^{3,4)}。

浦山ら⁵⁾は、高校野球選手の腰痛と股関節可動域の関連性を調査したところ、非投球側の Straight Leg Raising（以下、SLR）および股関節内旋可動域が低下していると報告している。一方、前田ら⁶⁾は、高校野球選手の腰痛と下肢・体幹機能の関連を調査した結果、SLR、股関節内旋可動域、Heel Buttock Distance（以下、HBD）は腰痛との有意な関連を認めなかったと報告している。以上により、高校生や成人野球選手における腰

痛と股関節可動性の関連性が報告されているが、評価項目が少なく、股関節可動域のうちのどの要素が影響するかについて明らかでない。さらに、高校野球選手と比較し成長期野球選手は、身体組成や筋の柔軟性、関節可動域が異なると報告されている。

Laura ら⁷⁾は、成長期の野球選手における腰痛は、身体が未熟な点、打撃や投球動作が異なる点など特有の問題があると報告している。伊藤ら⁸⁾は、小学生から年代が上がるにつれて、投球動作のステップ幅の増大および Acceleration phase（加速期）の股関節屈曲角度や体幹傾斜角度が減少すると報告している。したがって、成人期野球選手と比較して、動作や身体特性が異なる成長期野球選手の障害を明らかにすることは重要と考える。

そこで本研究では、成長期野球選手を対象とし、腰痛と身体特性、下肢筋の柔軟性を含む股関節可動域の関連性について調査し、腰痛発生の誘因を推定した。

森木研登

〒002-8024 札幌市北区篠路 4 条 5 丁目 3-9

医療法人社団篠路整形外科リハビリテーション科

TEL 011-772-7255/FAX 011-772-7256

E-mail shinoro-orthopedic2@fork.ocn.ne.jp

1) 医療法人社団篠路整形外科リハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Shinoro Orthopaedic Clinic

2) 弘前大学大学院保健学研究科

Hirosaki University School of Medicine, Graduate School of Health Sciences

3) 北海道医療大学病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Health Sciences University of Hokkaido Hospital

対象と方法

対象は、2015～2020年に札幌市篠路地区の一つの中学硬式野球チームに所属し、当院のメディカルチェックに参加した中学野球選手とした。中学野球選手106名のうち、特異的腰痛の診断をすでに受けており治療中の者、下肢の疼痛・しびれ、下肢神経症状（筋力低下・知覚鈍麻）、測定に支障をきたすほどの腰痛、red flags（腫瘍・感染・内臓器障害など重篤な疾患由来の腰痛）とした手術歴があるもの、死球や接触プレーにより外傷を負い、障害を起こしたものを除外した102名（年齢 13.1 ± 2.2 歳、身長 159.3 ± 9.1 cm、体重 51.1 ± 11.1 kg）とした。なお、参加した選手は全て男性であった。

I. 評価項目

1. 基本情報

アンケートより年齢、腰痛情報を調査した。アンケートでの腰痛評価は森田の分類⁹⁾に準じ、第0相「スポーツ活動にて疼痛がない」、第1相「スポーツ活動後のみに疼痛があるが、支障なくスポーツは可能である」、第2相「スポーツ活動中、活動後に疼痛があるが、スポーツ活動は可能である」、第3相「スポーツ活動中、活動後に疼痛があり、スポーツ活動ができない」の4相に分類し実施した。調査の結果から、スポーツ活動において疼痛がない第0相を非腰痛群、活動中や活動後に疼痛のある第1、2、3相を腰痛群と定義し、分類した。身長および体重は身長・体組成計（インナー स्क্যানデュアル RD-800 TANITA 社製）を使用し、計測した。さらに、身長と体重を用い、Body Mass Index（以下、BMI）を計算した。

2. 股関節可動域

日本整形外科学会と日本リハビリテーション医学会が制定する「関節可動域表示ならびに測定法」¹⁰⁾に準じ、股関節屈曲、伸展、外旋、内旋を測定した。また、Lindaら¹¹⁾が報告する腹臥位の股関節内旋、外旋も測定した。さらに、下肢柔軟性評価としてFujitakaら¹²⁾の報告に準じ、SLR、HBDを測定した。SLRは仰臥位で膝関節を他動的に伸展させ、股関節屈曲角度を測定した。HBDは腹臥位で膝関節を他動的に屈曲させ、踵最大隆起部から殿部最大隆起部の最短距離を測定した。

すべての測定は、投球側、ステップ側（非投球側）に分け、最終可動域で測定した。角度の測定機器は東大式角度計（OG技研社製、GS11-002）、HBDはメジャー（PROMART製、オートストップタイプKA-15）を使用した。検者は2名とし、各項目1回測定した（図1）。

II. 統計解析

腰痛群と非腰痛群に分けて、基本情報と各関節機能の

項目について差を比較した。正規性をShapiro-Wilk検定で解析し、正規性を認めた場合2標本の差の t 検定（等分散の検定結果によってWelchの補正を実施）、正規性を認めない場合Mann-Whitney検定を実施した。腰痛の有無に影響する身体特性、股関節可動域、下肢柔軟性を探索するため、腰痛の有無を従属変数とし、BMI、股関節可動域（屈曲、伸展、内旋、外旋、腹臥位内旋、腹臥位外旋）、下肢柔軟性（SLR、HBD）を独立変数としたステップワイズ法（AIC基準による尤度比検定）による多重ロジスティック回帰分析を行なった。なお、多重共線性を避けるために、相関係数0.9以上の項目は除外した。解析にはR-3.6.3（CRAN, freeware）を用い、有意水準は5%とした。

III. 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき目的や方法による利益・不利益などを書面にて説明し、被験者および保護者に同意書への署名により同意を得た。

結 果

腰痛群は102名中16名（15.7%）、非腰痛群86名（84.3%）であった。BMIにおいて、腰痛群は非腰痛群に対して、有意に高値であった（表1）。そのほかの因子に両者の差を認めなかった。

多重ロジスティック回帰分析の結果、モデル χ^2 検定は有意であり（ $p < 0.01$ ）、BMI（オッズ比1.34；95%CI：1.06～1.70）、内旋（ステップ側）（オッズ比0.92；95%CI：0.78～0.99）、HBD（ステップ側）（オッズ比0.88；95%CI：0.85～0.99）が有意な因子として選択された（ $p < 0.05$ ）。判別の中率は83.33%と良好であった（表2）。

考 察

本研究は成長期野球選手を対象とし、腰痛と股関節可動域の関連性を調査した数少ない報告である。腰痛に関する統計学的に有意な股関節可動域、身体・理学検査因子としてステップ側の股関節内旋とHBDが選択された。さらに、体格を反映する因子としてBMIが選択された。

Lauraら⁷⁾は、股関節と腰部の回転と横方向に制限が生じることでパフォーマンスが低下し、選手の回旋運動で腰部に負担がかかる可能性を示唆している。特に、成長期野球選手におけるステップ側の股関節内旋制限は障害発生と関連性を報告している。Sekiguchiら¹³⁾は、成長期野球選手210人の股関節可動域を調査した結果、ステップ側の股関節内旋の減少が、肘または肩の痛みの発生率と有意に関連したと報告している。また、永元ら¹⁴⁾は、成長期野球選手300人の肩および肘の痛みと股関節



a-1 股関節屈曲



a-2 股関節伸展



a-3 股関節内旋



a-4 股関節外旋



a-5 股関節内旋 (腹臥位)



a-6 股関節外旋 (腹臥位)



a-7 Straight Leg Raising (SLR)



a-8 Heel Buttock Distance (HBD)

図1 股関節可動域の測定方法

表 1 腰痛群・非腰痛群の比較

		腰痛群 (n=16)	非腰痛群 (n=86)	p 値
BMI (kg/m ²)		21.7± 3.02	20.1± 2.32	p<0.05
股関節				
屈曲 (°)	投球側	116.5± 8.3	118.7± 9.9	n.s.
	ステップ側	116.2± 7.5	118.5±10.7	n.s.
伸展 (°)	投球側	18.1± 6.5	19.2± 8.0	n.s.
	ステップ側	17.1± 7.1	18.6± 8.1	n.s.
外旋 (°)	投球側	48.1± 9.4	46.9± 9.5	n.s.
	ステップ側	49.6± 7.1	47.0± 9.18	n.s.
内旋 (°)	投球側	35.3±11.3	39.1± 9.0	n.s.
	ステップ側	35.6± 9.6	40.0± 9.0	n.s.
外旋：腹臥位 (°)	投球側	46.2± 6.7	44.1± 9.8	n.s.
	ステップ側	47.8± 7.5	45.7± 9.2	n.s.
内旋：腹臥位 (°)	投球側	36.5±10.9	38.7±10.7	n.s.
	ステップ側	35.6±10.9	38.6± 8.7	n.s.
SLR (°)	投球側	69.3±13.6	65.4±13.0	n.s.
	ステップ側	68.1±15.6	67.3±11.9	n.s.
HBD (cm)	投球側	6.1± 6.4	6.8± 6.6	n.s.
	ステップ側	5.7± 6.0	6.9± 6.2	n.s.

() は単位
 平均値±標準偏差

表 2 多重ロジスティック回帰分析の結果

項目	オッズ比	オッズ比下限	オッズ比上限	p 値
BMI	1.34	1.06	1.7	0.01
HBD (ステップ側)	0.88	0.78	0.99	0.04
股関節内旋 (ステップ側)	0.92	0.85	0.99	0.04

モデルχ²検定 p<0.05
 判別の中率 83.33%

内旋の可動域を調査した結果、ステップ側の股関節内旋と肩や肘の痛みの間に有意な相関を認めたと報告している。以上により、投球と打撃のステップ側が同一の場合、ステップ側の股関節可動域制限が腰痛に関与する可能性がある。投球動作の場合、Early coking 期~Late coking 期にステップ側を接地させ、股関節屈曲位かつ内旋を行ないながら投球を行なう。打撃動作の場合、テイクバックからステップ側を踏み込ませる。その後、投球動作と同様に股関節を内旋させ、インパクトスイングに移行する。投球および打撃動作の際に、ステップ側である股関節の内旋制限は骨盤股関節複合体の運動を制限し、腰部の回旋が強要される。その結果、腰部に負担が生じ、腰痛の原因になると考える。

大腿四頭筋の伸張性低下と腰痛の関連性について報告されている Kemmochi ら¹⁵⁾は、18 歳未満の被験者を対象に、腰部の疲労性骨折と下肢の柔軟性の関連を調査した結果、健常群と比較し、腰部骨折群の HBD が有意に低下していたと報告している。また、Feldman ら¹⁶⁾は、思春期に伴う成長に伴い、大腿四頭筋の伸張性が低下し、腰痛発症を招くと報告している。したがって、成長に伴う身長変化やスポーツ活動により、大腿四頭筋の伸張性が低下し、腰痛を発症していると考えられる。

成長期スポーツ選手の過体重は腰痛発症に影響する。

Coenen ら¹⁷⁾は、思春期から青年期に移行する際、肥満と腰痛が関連すると報告している。また、Yabe ら¹⁸⁾は、成長期野球選手の腰痛には予後因子として BMI が選択されたと報告している。本研究も同様、BMI が選択されたため、成長期の体格変化に合わせ体重管理も考慮する必要がある。

本研究にはいくつか限界が存在する。本研究は単一チームかつ横断研究であり、腰痛と股関節可動域の因果関係について不明である。また、本研究はオフシーズンによるアンケート調査であるため、想起バイアスが生じやすく、疼痛の重症度や罹患期間、どのような場面で腰痛が発症するか検討できていない。さらに、股関節に着目した調査であるが、他の部位の影響、ポジション、心理的要因だけでなく、股関節可動域制限が投球および打撃動作にどのように影響するかは不明である。今後は多数の野球チームかつ前向きコホート研究をインシーズンに実施し、身体因子や心理的要因、成長段階の経時的変化、股関節可動域制限が動作にどのように影響を及ぼすか検証が必要と考える。

結 論

本研究によりステップ脚の股関節内旋制限および大腿

四頭筋柔軟性低下と腰痛に関連を認めた。打撃や投球動作は腰椎の回旋動作を伴うため、可動性や柔軟性の少ない腰椎に回旋や伸展が加わると、成長期の腰痛の原因になると考える。さらに、成長期スポーツ選手の過体重は腰痛発症に関与するため、成長期の体重管理も必要と考える。

利益相反

本研究について、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 十文字雄一ほか：高校野球選手の肩、肘、腰部障害の有病割合と特徴—福島県での検討—。日臨スポーツ医学会誌, 25: 400-407, 2017.
- 2) 小菅智美ほか：成長期野球選手の腰痛発生状況。日臨スポーツ医学会誌, 28: 32-38, 2020.
- 3) Joseph GW et al: Prevalence and proposed mechanisms of chronic low back pain in baseball: part i. Res Sports Med, 25: 219-230, 2017.
- 4) Andrew JR et al: Passive ranges of motion of the hips and their relationship with pitching biomechanics and ball velocity in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 38: 2487-2493, 2010.
- 5) 浦山樹ほか：高校野球選手における腰痛は非投球側股関節の柔軟性低下と関連する。整スポ会誌, 39: 313-318, 2019.
- 6) 前田慎太郎ほか：高校野球選手における下肢・体幹機能からみた腰痛の危険因子の検討。整スポ会誌, 39: 173-180, 2019.
- 7) Laura P et al: Low back pain in young athletes. Sports Health, 1: 212-222, 2009.
- 8) 伊藤博一ほか：年代別にみた投動作の特徴（第二部）—加速期における下肢・股関節運動—。日臨スポーツ医学会誌, 19: 489-497, 2011.
- 9) 森田哲生ほか：成長期腰部スポーツ障害者における体幹筋持久力と体幹筋力指数の関係—スポーツ復帰への指標として—。臨スポーツ医, 10: 208-211, 1993.
- 10) 日本整形外科学会, 日本リハビリテーション医学会 評価基準委員会：関節可動域表示ならびに測定法。日整会誌, 69: 240-250, 1995.
- 11) Linda RVD et al: Hip rotation range of motion in people with and without low back pain who participate in rotation-related sports. Phys Ther Sport, 9: 72-81, 2008.
- 12) Fujitaka K et al: Pathogenesis of fifth metatarsal fractures in college soccer players. Orthop J Sports Med, 3: 2325967115603654, 2015.
- 13) Sekiguchi T et al: Restriction in the hip internal rotation of the stride leg is associated with elbow and shoulder pain in elite young baseball players. J Shoulder Elbow Surg, 29: 139-145, 2020.
- 14) 永元英明ほか：Limitation of hip internal rotation involves with shoulder and/or elbow pain among youth baseball players. 整スポ会誌, 39: 325-331, 2019.
- 15) Kemmochi M et al: Association between reduced trunk flexibility in children and lumbar stress fractures. J Orthop, 15: 122-127, 2018.
- 16) Feldman DE et al: Risk factors for the development of low back pain in adolescence. Am J Epidemiol, 154: 30-36, 2001.
- 17) Coenen P et al: Trajectories of low back pain from adolescence to young adulthood. Arthritis Care Res (Hoboken), 69: 403-412, 2017.
- 18) Yabe Y et al: Knee pain is associated with lower back pain in young baseball players: a cross-sectional study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 27: 985-990, 2019.

学校の定期健康診断でスクリーニングされる 児童生徒の運動器疾患と保健調査票の妥当性の検証

The Musculoskeletal Diseases Screened by the Periodic School Health Examination and the Validity of the Interview Sheet which is Used in the Examination

津島 愛子^{1,2,3)} Aiko Tsushima 三村由香里¹⁾ Yukari Mimura
林 正典³⁾ Masamichi Hayashi

● Key words

運動器検診, 保健調査票, スクリーニング

Musculoskeletal examination : Interview sheet : Screening

● 要旨

本研究の目的は、学校の定期健康診断でスクリーニングされる児童生徒の運動器疾患を明らかにしたうえで、その運動器疾患と日本学校保健会が作成している保健調査票の妥当性を感度・特異度を用いて検証することである。対象は、小・中学校および高校に在籍する児童生徒 1,214 人である。学校定期健康診断を契機に発見された運動器疾患は 42 人 (3.5%) であった。そのうち脊柱側弯症 26 人 (61.9%)、次いで下肢の運動器障害 13 人 (31.0%) が多くを占めていた。脊柱側弯症は、立位・前屈検査のチェックポイントによる項目が、また運動器障害は、体の痛みに関する項目が感度・特異度共に高く有効であった。

はじめに

2016 年度より、学校の定期健康診断に「四肢の状態」が必須項目として追加され「脊柱及び胸郭の疾病及び異常の有無並びに四肢の状態」をみるのが義務づけられた¹⁾。児童生徒等の運動器疾患に焦点を当てて、それらの疾患の早期発見・早期治療を目的としている。

運動器検診に関連する先行研究では、小・中学校および高等学校に在籍する児童生徒における運動器疾患やその健康課題についての実態報告に基づき、定期健康診断に運動器検診を導入する意義が指摘されている^{2,3)}。しかし、運動器検診における疾患をスクリーニングする精度を検証しているものは少ない。また、運動器に関する健康課題と運動器疾患との関連や保健調査票の有効性につ

いての報告も少ない。

そこで本研究は、まず、運動器検診でスクリーニングされる児童生徒の運動器疾患を明らかにし、日本学校保健会が作成している保健調査票⁴⁾の妥当性を検証することを目的とする。

研究方法

- 1) 調査対象：2018 年度に A 小学校、B 中高一貫校に在籍した児童生徒 1,255 人のうち、保健調査票の記録が全て揃っている 1,214 人を調査対象とした (表 1)。
- 2) 調査方法：運動器検診の実施方法について図 1 に示す。両校の学校定期健康診断における運動器の診察は、同一の整形外科医が担当した。また、運動器保健調査票 (表 2) の項目でいずれか一つでも該当した児童生徒を

津島愛子
〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目一番一号
岡山大学大学院教育学研究科
TEL 086-251-7699

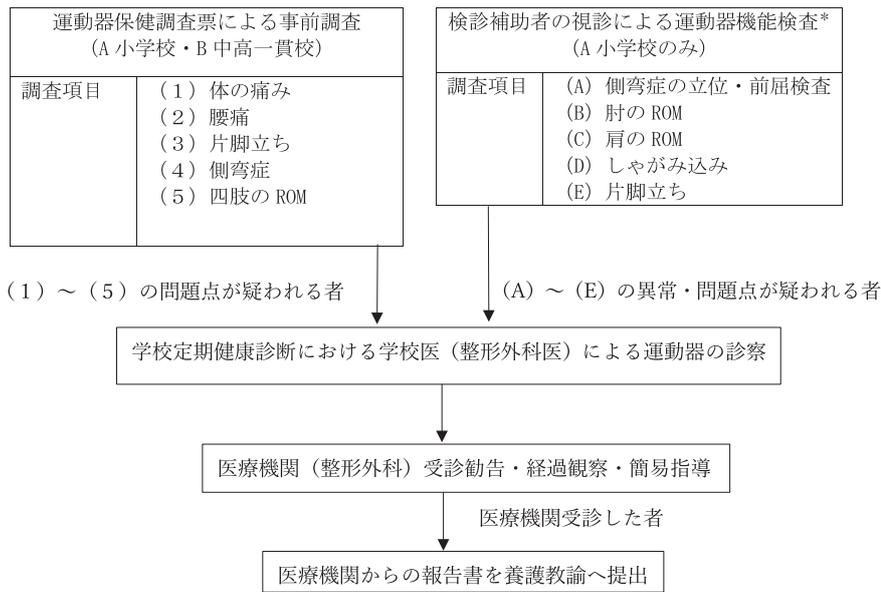
1) 岡山大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Okayama University
2) 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科博士課程
The Joint Graduate School (Ph. D. Program) in Science of School Education,
Hyogo University of Teacher Education
3) 岡山済生会総合病院整形外科
Department of Orthopaedic, Okayama Saiseikai General Hospital

表 1 調査対象者の属性 (N=1,214)

学年	スポーツに関連するクラブ・部活の所属の有無				合計
	男		女		
	有	無	有	無	
小学校低学年 (1~3 年生)	121	30	105	41	297
小学校高学年 (4~6 年生)	115	37	79	64	295
中学生	95	100	42	46	283
高校生	95	120	26	98	339
合計	426	287	252	249	1,214

単位：人

スポーツに関連するクラブ・部活に所属をしている児童生徒が、678 人 (55.8 %) と約半数いた。



運動器機能検査の調査項目と基準*

調査項目	異常・問題点が疑うとする基準
(A) 側弯症	側弯症の立位・前屈検査の 4 つのチェックポイントに 1 つ以上該当する
(B) 肘の ROM	肘が完全に伸展できない・左右差がある・屈曲したときに手指が肩につかない
(C) 肩の ROM	両肘を完全に進展させた状態で上肢を前方挙上させて上腕が耳につかない
(D) しゃがみ込み	踵をつけたまましゃがめない・後ろに転ぶ。しゃがむと痛みがでる
(E) 片脚立ち	片脚立ちが 5 秒以上できない

図 1 A 小学校・B 中高一貫校の運動器検診の実施方法

A 小学校の検診補助者は、事前に運動機能検査の方法や基準*について指導を受けた者が実施している。

保健調査票の項目に該当する児童生徒とした。本研究での運動器疾患ありとした基準は、医療機関での診断の有無とした。また、外傷以外の運動器疾患については、両校の 2018 年度から 2019 年度の運動器検診までの 1 年間に医療機関で運動器疾患を診断された児童生徒を運動器疾患ありとし、それ以外をなしとしている。

表 2 に示す保健調査票の A 小学校 6 項目⁴⁾、B 中高一貫校 10 項目⁵⁾、運動器機能検査の 5 項目 (図 1)、学校定期健康診断における学校医による運動器の診察の結果を調査した。また、医療機関受診勧告対象者は受診の有無、医療機関に受診した者は、医療機関からの報告書も

調査した。

3) 統計学的処理：保健調査票で得られた選択肢による回答や検診結果については χ^2 検定を行なった。統計上の有意水準は 5% 未満とした。

4) 倫理的配慮：研究対象となる学校の管理職と養護教諭に研究の趣旨を口頭と書面で説明し、承認を得た。研究対象者とその保護者に本研究の情報公開文書を提示した。なお、本研究は岡山大学医療系部局倫理審査専門委員会 (番号：研 1907-006) の承認を得ている。

表2 A小学校・B中高一貫校の保健調査票の調査項目と主な記述内容

A：小学校では、健康診断マニュアルで作成している調査項目を文言のみで調査をしていた。
 B：中高一貫校では、「運動器の健康・日本協会」がホームページに掲載している保健査票⁹⁾を参考にした文言とイラストを用いた様式になっていた。

調査項目		主な記述内容				
調査項目	A 小学校	イラスト	B 中高一貫校	イラスト		
体の痛み	・現在、体に痛みがある	有	・現在、体に痛みがある	有		
腰痛	・腰を曲げたり、反らしたりすると痛みがある	無	・腰を曲げたり、反らしたりすると痛みがある	有		
片脚立ち	・片脚立ちが5秒間以上できない	無	・片脚立ちが5秒間以上できない	有		
側弯症	・背中が曲がっている	無	・両肩の高さに差がある ・左右の脇線の曲がり方に差がある ・肩甲骨の高さ・位置に差がある	立位検査		
			・前屈した左右の背面の高さに差がある	前屈検査		
四肢の関節可動域 (ROM)	上肢	・腕・脚に動きの悪いところがある	・踵を床につけたまましゃがみ込みができない	無	・パンザイをした時、両腕が耳につく ・掌を上に向けて腕が伸びる	有
	下肢					

結 果

調査対象者の属性を表1に示した。保健調査票の項目に該当する児童生徒は、女子より男子の割合が多かった(図2)。校種別では、学年が上がるにつれて保健調査票に該当する児童生徒が多く、男子では高校生が、女子では中学生の割合が最も高かった。学校医(整形外科医)による運動器の診察により、医療機関受診を勧告したのは、小学校低学年12人(4.0%)、小学校高学年38人(12.9%)、中学生21人(7.4%)、高校生35人(10.3%)計106人(8.7%)であった。そのうち、医療機関を受診した児童生徒は、小学校低学年7人(2.4%)、小学校高学年23人(7.8%)、中学生16人(5.7%)、高校生16人(4.7%)で計62人(5.1%)であった。その結果、何らかの運動器疾患を診断された児童生徒は42人で、受診者の67.7%、全対象者の3.5%であった。校種・性別における運動器疾患の発見率の内訳を図3に示す。男女共に小学校低学年が最も低く、男子では、小学校低学年に比較して小学校高学年、中学生は有意に高率であった($p<0.05$)。女子においても、小学校低学年と比較し小学校高学年、高校生は、有意に高率に運動器疾患が発見されていた($p<0.05$)。

本研究の運動器検診を契機に発見された運動器疾患は、構築性側弯(以下、側弯症)が26人(61.9%)と最も多く、次いで、下肢の運動器障害13人(31.0%)であった。側弯症、下肢の運動器障害共に小学校高学年

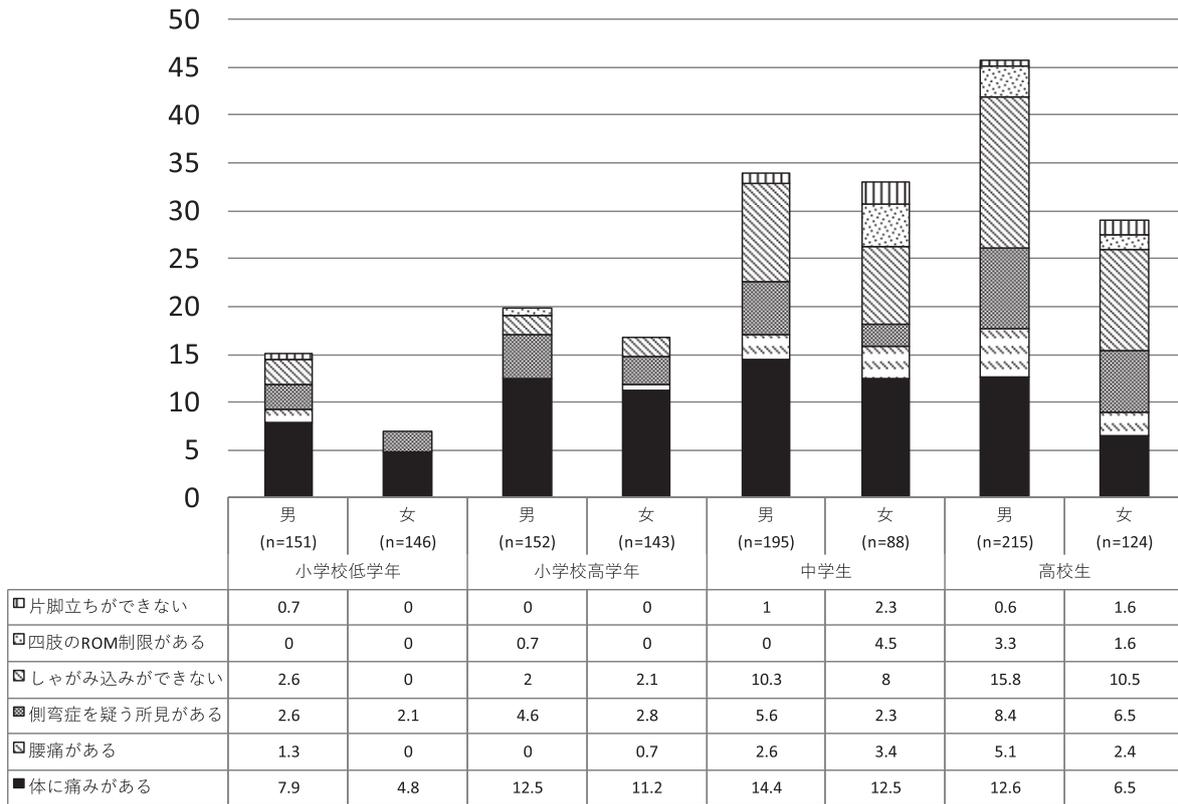
以降、増加していた(図4)。また、本研究で発見された運動器障害は、スポーツに関連するクラブ・部活に所属している児童生徒の方が所属していない児童生徒と比較し有意に高率であった($p<0.05$) (図5)。

最後に、保健調査票・視診による運動器機能検査と運動器検診を契機に発見された運動器疾患における感度・特異度・尤度比を表3、4に示した。運動器検診で医療機関受診勧告を受けたにも関わらず医療機関を受診していない児童生徒44人は調査対象から除外した。また、腰痛に関して、全員医療機関を受診した報告がないため除外した。

まず、側弯症において小学校では、視診による立位検査・前屈検査が感度・特異度共に高く、尤度比40.1と最も高かった。保健調査票のみでは尤度比12.8と低かった。中高では、小学校の視診に該当するものを自宅で実施し保健調査票に記入してもらったが、尤度比27.4と小学校の視診には及ばないものの、高い値であった。

次に、運動器障害において保健調査票の項目で尤度比が10以上であったものは、小学校、中高とも保健調査票の「体の痛み」であった。また、小学校の保健調査票の「しゃがみ込みができない」であったが、感度は0.17と低かった。

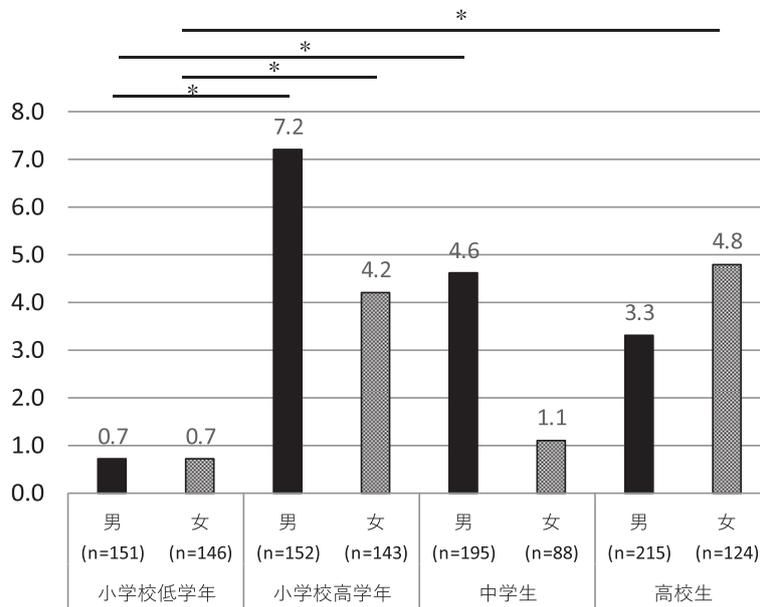
なお、調査期間内に運動器検診以外で発見された運動器疾患(外傷を除く)について、養護教諭を通じて調査をしたところ両校ともいなかった。



■体に痛みがある □腰痛がある ▨側弯症を疑う所見がある ▧しゃがみ込みができない ▩四肢のROM制限がある □片脚立ちができない

単位：%

図2 校種・性別の保健調査票に該当する児童生徒の内訳（重複あり）



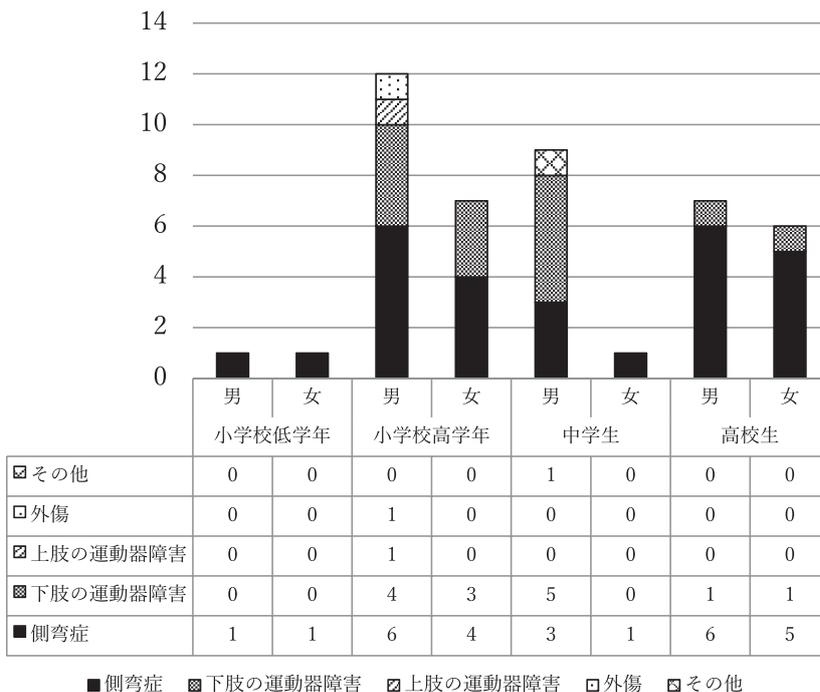
単位：%
* : $p < 0.05$

図3 校種・性別の運動器検診による運動器疾患の発見率

考 察

本研究における運動器検診で発見された運動器疾患

は、全体で3.5%であった。これは、先行研究で整形外科医が主体となって実施された運動器検診から推定される児童生徒の運動器疾患罹患率（推定含む）が6～15.7%^{2,3)}と比較し、やや低値であった。しかし、本研



単位：人

図4 校種・性別の運動器検診で発見された運動器疾患の内訳

下肢の運動器障害部位の内訳は、膝7人・足（足関節含む）4人・大腿2人・股関節1人であった。そのうち、複数の疾患名を診断された児童が1人いた。上肢の運動器障害部位は、肩1人であった。

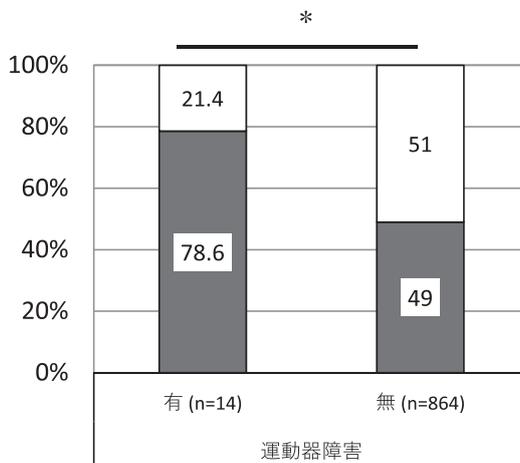


図5 スポーツに関連するクラブ・部活の所属の有無と四肢の運動器障害の関連

運動器障害が発見されなかった小学校低学年の児童と医療機関受診勧告を受けたが、医療機関に受診していない児童生徒は除いた。

究において医療機関受診勧告対象となった児童生徒の受診率は、約6割程度であったことを踏まえると妥当な数字であると考えられる。また、受診率についても学校で

実施された運動器検診の受診率は、6割以下の報告が多く^{6,7)}一般的な割合だと考える。

校種別の運動器疾患の発見率（図3）より小学校高学

表3 運動器検診で発見された運動器疾患と保健調査票・運動器機能検査（視診）による感度・特異度・尤度比（医療機関受診勧告を受け、医療機関に受診していない児童生徒を除く）

<A 小学校 (n=572)>

スクリーニングの対象となる疾病の種類	調査方法	項目	真陽性	偽陽性	感度	特異度	尤度比			
			偽陰性	真陰性						
側弯症	保健調査票	背中が曲がっている	3	12	0.273	0.979	12.8			
			8	549						
	視診	立位検査 前屈検査	11	14	1.000	0.975	40.1			
			0	547						
四肢の運動器障害	保健調査票	体に痛みがある	5	38	0.714	0.933	10.6			
			2	527						
		四肢のROM制限がある	1	0	0.143	1.000	/			
			6	565						
上肢の運動器障害	視診	上肢のROM制限がある	0	2	0.000	0.996	0.0			
			1	569						
			下肢の運動器障害	保健調査票	しゃがみ込みができない	1	8	0.167	0.986	11.8
						5	558			
視診	1	23		0.167		0.959	4.1			
	5	543								
下肢の運動器障害	保健調査票	片脚立ちができてない	0	1	0.000	0.998	0.0			
			6	565						
	視診		0	0	0.000	1.000	/			
			6	566						

表4 運動器検診で発見された運動器疾患と保健調査票・運動器機能検査（視診）による感度・特異度・尤度比（医療機関受診勧告を受け、医療機関に受診していない児童生徒を除く）

<B 中高一貫校 (n=598)>

スクリーニングの対象となる疾病の種類	調査方法	項目	真陽性	偽陽性	感度	特異度	尤度比
			偽陰性	真陰性			
側弯症		立位検査 前屈検査	12	17	0.800	0.971	27.4
			3	566			
運動器障害		体に痛みがある	7	55	1.000	0.907	10.7
			0	536			
上肢の運動器障害	保健調査票	上肢のROM制限がある	0	12	/	0.980	/
			0	586			
下肢の運動器障害		しゃがみ込みができない	1	67	0.143	0.887	1.3
			6	524			
		片脚立ちができてない	0	7	0.000	0.988	0.0
			7	584			

年の児童において特に、運動器検診による運動器疾患のスクリーニングとして有効に機能していると考えられる。

運動器疾患の多くを占めた側弯症は11歳以上の思春期に発症する思春期側弯症が最も多いとされている⁸⁾。側弯症は、若年発症者ほど進行しやすいため、小学生の

定期健康診断によって早期発見することの意義は大きい。感度・特異度の観点から側弯症のスクリーニング方法として最も有効であったのは、小学校の運動器検診当日に実施した視診による立位検査・前屈検査であり感度1.0、特異度0.98であった。Karachaliosら⁹⁾は、前屈検査に加えてモアレポトグラフィー（以下、モアレ検査）

や scoliometer などを用いることで、より精度の高い検査が可能であることを指摘している。一方で、モアレ検査や scoliometer はいずれも感度は高いものの特異度が低くなる傾向があり¹⁰⁾、専用の検査器具と技術も必要とされることから費用対効果に課題がある。今回の調査結果より、費用対効果の面からも視診による立位検査・前屈検査が最も適切であると考えられる。

このことは、保健調査票の有効性を損なうものではない。竹田ら¹¹⁾は、イラスト付きの保健調査票の有効性を述べている。本研究でも中高一貫校で実施したイラスト付き保健調査票は、尤度比 27.4 と高く有用であった。一方で偽陰性が 3 人であり保健調査票のみでは限界があった。また、小学校の保健調査票では、イラストはなく「背中が曲がっている」という質問のみであり、機能性側弯を含めてしまうなどの問題があった。したがって、立位検査と前屈検査をイラスト付きの保健調査票で事前に調査したうえで学校医による診察が有用であると考えられた。

次に、本研究において発見され、運動器障害と診断された約 8 割がスポーツに関連するクラブ・部活に所属していた。このことから、スポーツに関連した運動器障害が多くを占めていると推測される。徳村ら¹²⁾も、学校の運動器検診で問題点が疑われる例は、95%前後が運動部員であったと報告している。さらに、鎌田¹³⁾は、スポーツ活動時間が長くなるほど痛みを持つリスクが高くなることを指摘している。これらのことから、スポーツ活動状況の情報は、運動器障害をスクリーニングする際に有益であると考えられる。

その他に運動器障害をスクリーニングする方法として尤度比が高かった項目は、疼痛の有無であり、全ての校種においても感度・特異度共に高く調査項目として有効であったと考えられる。徳村ら¹²⁾は、側弯症を除く医療機関受診勧告の対象となった生徒は全て痛みなどの自覚症状があったと報告している。本研究の結果からも運動器に関連する自覚症状のなかで、運動器障害をスクリーニングする有効な指標は、疼痛症状であった。

一方、下肢の運動器障害のスクリーニングとしてしゃがみ込みを含む四肢の ROM 制限を調査する項目や片脚立ちができないなどの項目は、感度が 0~0.1 台と低値であった。これは、片脚立ちやしゃがみ込みの項目でスクリーニングの対象となる大腿骨頭すべり症、ペルテス病などの股関節疾患を患っている児童生徒は 1 人と少なかったことが原因と考えられる。いずれの股関節疾患も軽微なものも含めて下肢の疼痛症状を認めることが多いとされている¹⁴⁾。今回の運動器検診で発見された下肢の運動器障害の共通する身体所見は、労作時痛や圧痛などの疼痛である^{15, 16)}。

以上のことからスクリーニングという観点において、軽微な場合も含め体の痛みを保健調査票で注意深く調査することが重要であると考えられる。また、四肢の

ROM 制限があったり、片脚立ちができなかったりする場合は、疼痛を伴うか跛行を有するかを確認することで四肢の運動器障害を中心とした運動器疾患に関するスクリーニングの精度を高めることができると考えられる。また、疼痛症状が乏しい運動器障害¹⁷⁾もあるため、スポーツ活動状況を把握することが注意深くみる児童生徒の選別ができ、見落としを少なくするために重要であると考えられる。

本研究の限界は、医療受診勧告を受けながらも医療機関に受診していない児童生徒が約 4 割いたことである。特に、腰痛関連疾患を疑われた児童生徒で医療機関に受診した者がおらず評価ができなかった。また、学校の定期健康診断の性質上、運動器検診で医療機関受診勧告を受けていない児童生徒に、運動器疾患の有無について確認できなかったことである。この事実によって運動器疾患がないと断定することはできないが、それでも学校生活において児童生徒に支障がなかったという意味では、ある程度妥当な基準であると考えられる。

結 語

学校で実施される運動器検診においてスクリーニングされる運動器疾患は、主に小学校高学年以上の側弯症と下肢の運動器障害であった。側弯症は、事前にイラスト付きの保健調査票で立位検査・前屈検査を正確に調査したうえで視診による立位検査・前屈検査を実施することが望ましいことを判明した。下肢の運動器障害においては、疼痛症状とスポーツ活動状況を把握することが有効であった。

文 献

- 1) 武藤芳照：学校検診の動向。日整会誌, 91: 370-374, 2017.
- 2) 帖佐悦男ほか：学校における運動器検診の役割と実際—宮崎県の場合—。臨床スポーツ医学編集委員会（編集）。学校スポーツにおける外傷・障害診療ガイド。1 版, 文光堂, 東京: 15-21, 2012.
- 3) 内尾祐司：学校における運動器検診の役割と実際—島根県の場合—。臨床スポーツ医学編集委員会（編集）。学校スポーツにおける外傷・障害診療ガイド。1 版, 文光堂, 東京: 22-27, 2012.
- 4) 文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課：児童生徒等の健康診断マニュアル（平成 27 年度改訂）。1 版, 日本学校保健会, 東京: 13-17, 2015.
- 5) 公益財団法人運動器の健康・日本協会。学校での運動器検診お役立ちコンテンツ。https://www.bjd-jp.org/guidance (accessed: 2020/3/13)
- 6) 帖佐悦男：学童期運動器検診とその動向。The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine, 55: 9-13,

- 2018.
- 7) 葛尾信弘ほか：学校における運動器検診体制の整備・充実モデル事業—6年間のまとめ—。鳥根医学, 31: 14-23, 2011.
 - 8) 戸山芳昭：胸椎，腰椎。鳥巢岳彦ほか（編集）。標準整形外科学。第9版，医学書院，東京: 459-504, 2007.
 - 9) Karachalios T et al: Ten-year follow-up evaluation of a school screening program for scoliosis: Is the forward-bending test an accurate diagnostic criterion for the screening of scoliosis? Spine, 24: 2318-2324, 1999.
 - 10) Laulund T et al: Moiré topography in school screening for structural scoliosis. Acta Orthop Scand, 53: 765-768, 1982.
 - 11) 竹田賢一ほか：「絵を中心とした新しい問診票」を使った6年間の運動器検診の経験。日整会誌, 91: 329-337, 2017.
 - 12) 徳村光昭ほか：中学校健康診断において行う運動器検診の方法に関する検討。慶應保健研究, 32: 33-38, 2014.
 - 13) 鎌田真光：学校健診への運動器検査導入の経緯と意義・目的—意義と期待される効果（公衆衛生の立場から）—。公益財団法人運動器の健康・日本協会（監修）。学校の運動器健診—子どもの身体と障害の診かた—。1版。中外医学社，東京: 51-58, 2018.
 - 14) 松野丈夫：股関節。鳥巢岳彦ほか（編集）。標準整形外科学。第9版，医学書院，東京: 505-553, 2007.
 - 15) Robert J. Johnson, MD：石井朝夫（訳者）第34章 牽引性骨端症。W. E. ギャレット, Jr ほか（著）。スポーツ科学・医学大事典 スポーツ医学プライマリケア—理論と実践—。第1版，西村書店，東京: 339-350, 2010.
 - 16) 川上紀明ほか：第3章運動器検診で重要な疾患・障害（保健調査票の項目に沿って）チェックポイント，事後措置の基準。公益財団法人運動器の健康・日本協会（監修）。学校の運動器検診—子どもの身体と障害の診かた—。1版。中外医学社，東京: 77-128, 2018.
 - 17) 松浦哲也：＜肘関節＞成長期野球肘の診断と治療。Orthopaedics, 30: 43-50, 2017.

野球選手の反復性肩関節脱臼に行なった 鏡視下バンカート修復術の治療成績

Clinical Outcomes of Arthroscopic Bankart Repair for Recurrent Anterior Dislocation of the Shoulder in Baseball Player

森岡 健	Takeshi Morioka	菅谷 啓之	Hiroyuki Sugaya
高橋 憲正	Norimasa Takahashi	松木 圭介	Keisuke Matsuki
渡海 守人	Morihito Tokai	星加 昭太	Shota Hoshika

● Key words

Arthroscopic Bankart repair : Baseball player : Shoulder instability

● 要旨

野球選手の反復性肩関節脱臼の治療成績の報告は少なく、術式や後療法など不明な点が多い。本研究の目的は、野球選手の反復性肩関節脱臼に対する鏡視下バンカート修復術の術後競技復帰状況を調査することである。対象は投球側（T群）が65肩、非投球側（N群）が52肩であった。受傷原因はT群でヘッドスライディング、N群でダイビングキャッチが最も多かった。術前と比して術後のRowe scoreは有意に改善した（T群42.1→94.2点、 $P=0.01$ ；N群39.9→93.7点、 $P=0.03$ ）。再脱臼をT群4肩、N群3肩で認めた。平均競技復帰時期はT群で11ヵ月、N群で6ヵ月であった。T群で47肩（72%）、N群で43肩（83%）が競技への完全復帰しており、両群共にRowe scoreは改善した。投球側では、腱板疎部縫合（Rotator Interval Closure；RIC）を追加で行なった例に競技レベルの低下が認められた。

はじめに

野球選手における反復性肩関節脱臼（Recurrent dislocation of the shoulder; RDS）のまとまった治療成績の報告は少ない^{1,2)}。Parkら¹⁾は、術後に1試合以上プレーできた症例は投球側で65%、非投球側で94%と報告している。また、投球側では競技復帰に長期間（野手で平均8ヵ月、投手で平均13ヵ月）を要したとしている¹⁾。しかし、症例数が投球側で20肩、非投球側で31肩と症例数は少なく、受傷原因などについての詳細な記載はなかった。また、Ideら²⁾は、オーバーヘッドスポーツにおける投球側の鏡視下バンカート修復術（ABR）の術後競技復帰率は68%であったと報告している（野球11選手、ソフトボール4選手、ハンドボール4選手、バレーボール2選手、バスケットボール2選手、バドミントン1選手、サッカーのゴールキーパー1

選手）。投球側での復帰率が悪かった原因として、スピードのある投球を行なうために重要な肩関節の可動域（特に外転位外旋）の獲得が不十分であったことが挙げられている³⁾。

われわれの施設での野球選手を対象としたABR術後競技復帰状況に関して、これまでに大規模な調査は行なっていなかった。本研究の目的は、野球選手におけるABRの術後成績を後ろ向きに調査し、投球側、非投球側の術後競技復帰状況の比較を行なうことである。投球側は復帰率が非投球側より劣り、その因子が存在すると仮説を立てた。

対象と方法

本研究は、当院の倫理委員会の承認を得て行なわれた（承認番号2017002）。

2005年から2017年までに当院でABRを行なった症

例を後ろ向きに調査した。Inclusion criteria は、1) 完全脱臼、亜脱臼を起こした症例、2) 野球選手、3) バンカート病変を伴う RDS 症例、4) 術後 2 年以上経過例とし、Exclusion criteria は、1) 40 歳以上、2) 経過観察が 2 年未満の症例とした。

調査項目は、受傷原因および（亜）脱臼回数、手術方法および術中所見、競技復帰状況、再脱臼率、Rowe shoulder score、Nassiri's grading⁴⁾ (Grade 1: 完全復帰、Grade 2: 不完全復帰、Grade 3: 復帰断念) とした。遠方などの理由により直接の診察が不可能な症例には、電話による聞き取り、またはアンケート送付にて調査を行なった。また、関節窩の骨欠損率を術前の 3 次元 CT 画像上で Sugaya らの方法に従って計測した⁵⁾。

統計学的検討には Wilcoxon 順位検定、Wilcoxon 符号付順位検定を用い、有意水準 5% 以下を有意差ありとした。統計用ソフトウェア EZR (Saitama Medical Center, Jichi Medical University, Saitama Japan) を使用した⁶⁾。

手術は全身麻酔下ピーチチェアポジションにて行なった。まず麻酔下徒手検査 (examination under anesthesia; EUA) にて健側および患側の骨頭の偏位を 3 段階で評価した (grade 1, 軽度の骨頭偏位; grade 2, 骨頭が関節窩縁に乗り上げる; grade 3, 骨頭が関節窩縁を乗り越える)⁷⁾。EUA は臨床経験が 20 年以上の肩関節外科医により行なわれた。次に、関節鏡を肩甲上腕関節内に挿入し、IGHL・関節唇複合体を十分に上方へ引き上げることができるように関節唇の剥離を右肩であれば時計表示で 2 時から 7 時まで十分に行なった。2 時から 6 時の位置に均等に 4 個のスーチャーアンカーを挿入し関節唇を縫合した。この際に複合体をグラスパーで上方に引き上げて縫合した。

RIC は、原則的に非投球側には行ない、投球側には行なわなかった。10 代から 20 代前半の若年者、EUA にて健側の前下方への偏位が強い症例、関節窩骨欠損が大きい症例、コリジョンスポーツなどを行なう症例などの要因を総合的に考慮して RIC の適応を判断した^{8~12)}。RIC は関節内鏡視を行ないながら 2 本の高強度糸を用いて肩甲下筋腱と上関節上腕靭帯 (Superior Glenohumeral Ligament; SGHL) を最大外旋位で縫縮した^{10~12)}。

術後は、3 週間の外転位装具による外固定を行なった。手術翌日より理学療法士の介助によるリハビリテーションを開始した。装具除去後、術後 3 ヶ月までは上肢への過剰なストレスのかかる動作は禁止とした。この時期は不良姿勢の改善、可動域の獲得、低負荷での腱板トレーニングを中心とした^{8, 13~15)}。術後 3 ヶ月から軽作業や軽いスポーツを開始した。肩甲胸郭、肩甲上腕関節の協調運動の改善を図りながら復帰に向けてアスレチックリハビリテーションも行なった¹⁵⁾。投球開始基準は、可動域制限がないこと、外転外旋位で痛みがないこと、combined abduction test, horizontal abduction test^{8, 15)}

が陰性であることとした。まずシャドーピッチングで疼痛がないことを確認し、その後徐々に強度を上げ試合に復帰させた^{8, 15)}。非投球側では術後 6 ヶ月で実戦復帰、投球側では術後 6 ヶ月前後から投球を開始し、実戦復帰は 10 ヶ月から 12 ヶ月を目標とした。

結 果

2005 年から 2019 年に野球選手 177 肩に対して ABR が行われており、4 肩が 40 歳以上のため除外された (図 1)。さらに、56 肩が転居などの理由により 2 年以上の追跡調査が不可能であった。したがって、本研究の調査対象は 119 肩であり、フォローアップ率は 66.0% (117/173 肩) であった。平均年齢は 21 歳 (14~39) で、全例男性であった。投球側 (T 群) が 65 肩、非投球側 (N 群) が 52 肩であった。競技レベルは T 群、N 群ともに高校生の野球選手が最も多かった (表 1)。ポジションは、両群とも野手が 8 割以上であった。初回脱臼の原因として野球に関連する受傷の中では、T 群ではヘッドスライディング、足からのスライディングの順に多く、N 群ではダイビングキャッチ、ヘッドスライディングの順に多かった。術前の平均 (亜) 脱臼回数は投球側で 3.7 回、非投球側で 9.0 回であった ($P < 0.01$)。肩甲骨関節窩の骨形態は、非投球側で有意に骨欠損が大きかった (図 2, $P < 0.01$)。

術中所見では全例にバンカート病変を認め、両群とも約 1/3 が骨性病変であった (表 2)。投球側では 50 肩 (77%) で ABR のみが行なわれていた。非投球側においては、ABR 単独が 6 肩 (12%) であり、RIC を追加したものが 43 肩 (83%)、RIC と Remplissage を追加したものが 3 肩 (5%) であった (表 2)。投球側で RIC を追加した 15 症例の詳細を表 3 に示す。術前の健側 EUA では 10 肩で grade 3 であった。年齢は 3 例のみ 30 代であったが、他はすべて 25 歳未満であった。また、9 例で草野球レベルと競技レベルが高くなく、野球以外のスポーツ (スノーボード、フットサルなど) を行なっている症例に RIC が行なわれていた。

合併損傷では、投球側で Superior Labrum Anterior and Posterior (SLAP) 損傷を 25 肩 (38%) に認め、デブリードマンのみを 7 肩に、SLAP 修復を 18 肩に行なっていた (表 2)。非投球側では、SLAP 損傷を 7 肩 (13%) に認め、全例で修復を行なっていた。また、関節包断裂を非投球側の 3 肩 (6%) に認め、全例で修復を行なっていた。関節面腱板断裂を投球側の 1 肩に認め、デブリードマンを行なった。

Rowe score は、投球側で平均 42.1 点から 94.2 点に改善し ($P < 0.01$)、非投球側で平均 39.9 点から 93.7 点に改善した (表 4, $P < 0.05$)。競技復帰については、T 群では平均 11 ヶ月で試合形式に復帰しており、N 群の 6 ヶ月と比較して有意に長期間を要していた (表 3, P

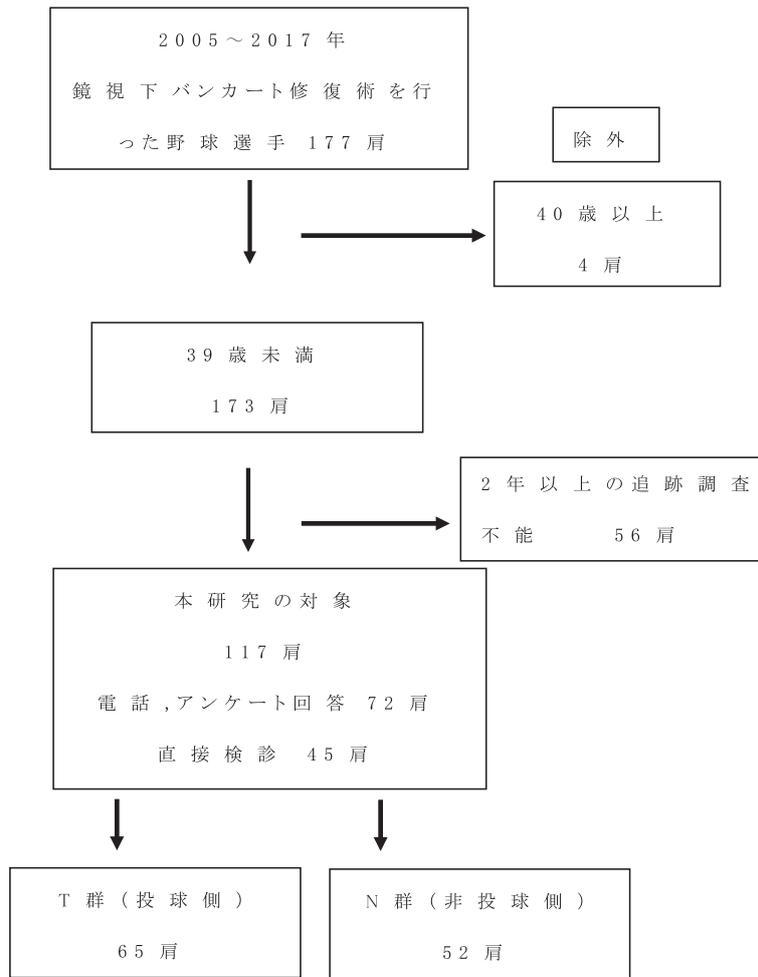


図1 研究対象

表1 T群(投球側)とN群(非投球側)の比較

	T群 (n=65)	N群 (n=52)	P値
平均年齢	21歳 (14~36)	21歳 (15~39)	0.1
性別	男性 65	男性 52	
受傷側	右 60 左 5	右 3 左 49	
競技レベル			
中学生	2	2	
高校生	30	21	
大学生	16	8	
社会人野球	2	3	
プロ野球	0	1	
草野球	15	17	
平均脱臼回数	3.7±10.5回 (1~30)	9.0±14.8回 (2~100)	<0.01
脱臼要因	ヘッド スライディング 27 (42%) 転倒 16 (24%) 足からの スライディング 10 (15%)	ダイビング キャッチ 19 (37%) 転倒 17 (33%) ヘッド スライディング 11 (21%)	
ポジション			
投手	3 (5%)	2 (4%)	
捕手	7 (11%)	6 (12%)	
野手	55 (84%)	43 (84%)	

<0.01). Nassiri's grading⁴⁾を用いた競技復帰状況の調査では、T群では47肩(72%)、N群では43肩(83%)で受傷前と同じ競技レベルでの復帰が可能であった(表4)。ポジション別では、投手の投球側では3例中1例が完全復帰し、2例は不完全復帰であった。野手・捕手の投球側では復帰率は90%(56/62肩)であり、74%(46/62肩)で完全復帰が可能であった。

合併症は1肩において術後に変形性関節症(Samilson分類¹⁶⁾でmoderate arthrosis)を認め、経過観察を行っている。術後再脱臼は、4肩(6%)で認めた。再脱臼の原因は転倒が3肩、足からのスライディングが1肩であった。

考 察

野球選手における肩関節脱臼の受傷原因は、投球側ではヘッドスライディング、非投球側ではダイビングキャッチが最も多かった。われわれのABRの術後成績はT群では47肩(72%)、N群では43肩(83%)で受傷前と同じ競技レベルでの復帰が可能であった。競技復帰には投球側で平均11ヵ月かかっており、非投球側よ

骨欠損率

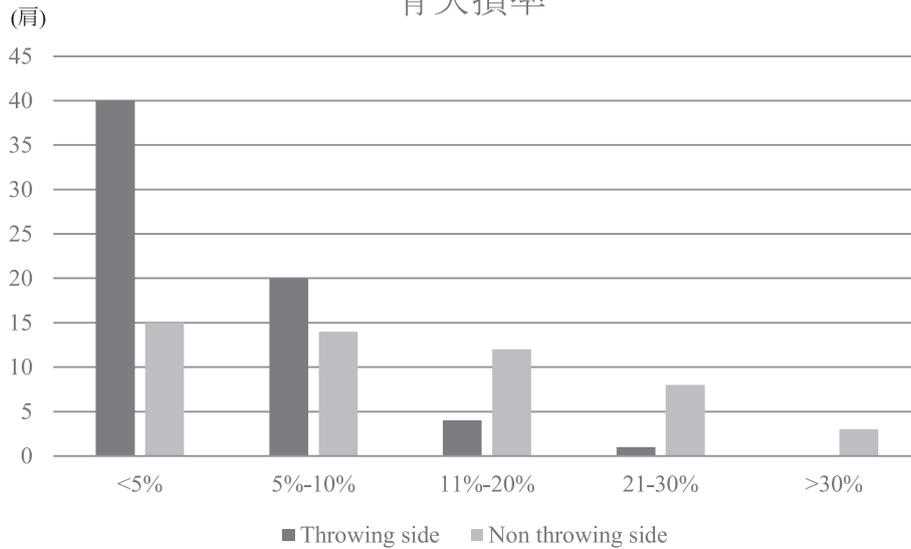


図2 肩甲骨関節窩の骨欠損率. 非投球側で有意に骨欠損が大きかった ($P < 0.01$)

表2 術中所見および術式

	T 群 (n=65)	N 群 (n=52)
バンカート病変 (うち骨性)	65 (100%)	52 (100%)
ABR	22 (33%)	18 (34%)
ABR+RIC	50 (77%)	6 (12%)
ABR+RIC+Remplissage	15 (23%)	43 (82%)
合併損傷	0	3 (6%)
SLAP 損傷	25 (38%)	7 (13%)
デブリドマン	7	0
修復	18	7
関節包断裂	0	3 (6%)
修復	0	3
関節面側腱板部分断裂	1 (2%)	0
デブリドマン	1	

SLAP, superior labrum anterior and posterior; ABR, arthroscopic Bankart repair; RIC, rotator interval closure

表3 投球側で腱板疎部縫合を追加した症例

症例	年齢 (歳)	健側 EUA	関節窩骨欠損	競技レベル	特記事項 (他のスポーツなど)
1	20	2	5%以下	草野球	ウェイトトレーニング
2	36	3	5~10%	草野球	
3	18	3	5%以下	草野球	
4	16	2	5~10%	草野球	フットサル
5	31	3	5%以下	草野球	
6	18	2	5%以下	高校	スノーボード
7	16	3	5~10%	高校	
8	17	2	5%以下	高校	
9	24	3	5%以下	草野球	
10	17	1	10~20%	草野球	関節包断裂
11	31	3	10~20%	草野球	
12	17	3	5~10%	高校	
13	18	3	5%以下	大学	
14	23	3	5%以下	草野球	
15	22	3	5%以下	大学	

り有意に期間を要していた。また、投球側で RIC を追加した症例では有意に復帰レベルが低かった。再脱臼率は両群とも 6%であり、原因としては転倒が最も多かった。

われわれの調査では受傷時の年代に関しては、高校生をはじめとした若年者の受傷が多く、投球側、非投球側ともヘッドスライディングやダイビングキャッチでの受傷割合が多かった。野球選手の肩関節脱臼についての詳細な発生件数の報告は少ないが、アメリカのメジャーリーグとマイナーリーグにおけるスライディング外傷のうち肩関節の外傷発生件数は、12%と3番目に多かった¹⁷⁾。また、アメリカの大学野球選手の調査では、スライディングによる肩関節不安定症は裂創について多かったとの報告もある¹⁸⁾。肩関節外傷予防の観点からは、ヘッドスライディングは障害発生の危険性が高いと考え

られる。

Gigis ら¹⁹⁾は 15 歳から 18 歳の初回脱臼後の保存治療の経過を追ったところ 70%で再脱臼を起こしたと報告している。活動期間に限られる学生の場合は、保存治療を長引かせることは在学中の復帰が困難となる可能性につながる。投球側では、競技復帰まで平均 11 ヶ月と長期間を要しており、中・高校生に手術する場合には夏の最後の大会から逆算して手術時期を決定すべきであろう。

手術方法に関しては、野球選手は特に投球側で可動域の獲得が重要であるため、可動域制限が生じやすいオープン手術ではなく²⁰⁾、外転外旋可動域制限が生じにくい鏡視下バンカート修復術を行なっている。さらに、投球側には腱板疎部縫合を行わず、原則 ABR のみで対応をしている¹⁾。投球側でも 15 肩 (22%) で RIC を追加していたが、競技レベルが低い症例、不安定性が高いな

表 4 臨床成績の 2 群間比較

	T 群 (n=65)	N 群 (n=52)	P 値
<i>Rowe score</i> *			
術前	42.1±7.8 (45,25~70)	39.9±7 (45,25~45)	0.4
術後	94.2±17.2 (100,30~100)	93.7±16 (100,30~100)	0.8
P 値	<0.01	<0.01	
競技復帰期間*	11.4 ヶ月±2 (12,6~24)	5.8 ヶ月±2 (5,3~12)	<0.01
<i>Nassiri's grading</i>			
<i>Grade1</i>	47 (72%) 投手 1 捕手 4 野手 42	43 (83%) 投手 2 捕手 5 野手 36	0.3
<i>Grade2</i>	12 (18%) 投手 2 捕手 2 野手 8	4 (7%) 野手 4	
<i>Grade3</i>	6 (9%) 捕手 1 野手 5	5 (10%) 捕手 1 野手 4	

* 平均値±標準偏差 (中央値, 範囲)

表 5 投球側での腱板疎部縫合の有無による競技復帰期間およびレベルの比較

	ABR (n=50)	ABR+RIC (n=15)	P 値
競技復帰期間	11.0±12 ヶ月 (3,8,6~24)	12.2±5.9 ヶ月 (12,9~24)	0.9
<i>Nassiri's grading</i>			
Grade 1	39 (78%)	8 (53%)	0.04
Grade 2	8 (16%)	3 (20%)	
Grade 3	3 (6%)	4 (26%)	

ABR, arthroscopic Bankart repair;
RIC, rotator interval closure

ど再脱臼のリスクが高いと判断された症例に行なわれていた。RICの有無で競技復帰までの期間に差はなかったが、RICを追加した群で有意に復帰レベルが低かった。RICによる影響があると推察されるが、元々の競技レベルが低いことも関係している可能性がある。投球側でのRICの適応は、再脱臼のリスクやレベル低下の可能性を十分に考慮して決定することが必要と思われる(表5)。

野球選手に対する手術方法の報告は少なく、Parkら¹⁾の報告においては、合計51例に鏡視下バンカート修復術のみを行ない良好な成績を報告しているが、術後合併症や可動域などの記載はない。オーバーヘッドアスリートの投球側脱臼における術後競技復帰に関する過去の報告では、Biglianiら²¹⁾は、10例のオーバーヘッドスポーツ(種目の詳細不明)選手の投球側脱臼に対して直視下Capsular shiftを行ない、50%が競技復帰可能であったと報告している。また、Ideら²⁾は鏡視下バンカート法の術後にオーバーヘッドスポーツの投球側脱臼の68%が競技復帰可能であったとしている。さらに、Parkら¹⁾は、鏡視下バンカート修復術を行なった野球選手51例の中で、投球側では投手の復帰率は20%程度で、野手では70%~80%程度であったと報告している。本研究

では投手が少なく比較が難しいが、野手・捕手では復帰率90%、完全復帰率74%であり、同等の結果であった。

また、競技レベルでの野球への復帰には、手術での確実な修復と同時に継続した理学療法が必須であると考えている。バンカート修復術により肩甲上腕関節内での上腕骨頭の安定性を獲得しつつ、肩関節にかかる負荷を減らすために良好な全身機能と投球フォームを獲得する必要があると考える^{8,15)}。復帰まで長期間を要する投球側の脱臼では、選手が復帰を焦ってリハビリテーションからドロップアウトしないように前述した復帰基準を示しながら指導を行なっている。本研究の限界として、後ろ向き研究であること、競技レベルが異なっていること、リハビリテーションを行なうにあたり競技レベルや年齢によりリハビリテーションの施行回数異なっている可能性があること、電話やアンケート調査のみの患者もおり可動域評価、画像評価ができていないこと、general joint laxityの評価ができていないことが挙げられる。一方、本研究の強みは、これまでの報告より症例数が多いことである。

結 語

野球選手の反復性肩関節脱臼に対する ABR の術後成績は、T 群では 47 肩 (72%)、N 群では 43 肩 (83%) で受傷前と同じ競技レベルでの復帰が可能であった。投球側では非投球側より競技復帰に長期間を要していた。投球側で RIC の追加が望ましいと判断され施行した症例の復帰レベルが低く (表 5)、投球側では再脱臼のリスクや競技レベルなどを考慮して RIC の適応を判断する必要があると考えられた。

文 献

- 1) Park JY et al: Return to play after arthroscopic treatment for shoulder instability in elite and professional baseball players. *J Shoulder Elbow Surg*, 28: 77-81, 2019.
- 2) Ide J et al: Arthroscopic Bankart repair using suture anchors in athletes: patient selection and post-operative sports activity. *Am J Sports Med*, 32: 1899-1905, 2004.
- 3) DeFroda SF et al: Shoulder instability in the overhead athlete. *Curr Sports Med Rep*, 17: 308-314, 2018.
- 4) Nassiri N et al: Shoulder instability in the overhead athlete: A systematic review comparing arthroscopic and open stabilization procedures. *Orthop J Sports Med*, 3: 7 suppl2, 2015.
- 5) Sugaya H et al: Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 85: 878-884, 2003.
- 6) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*, 48: 452-458, 2013.
- 7) McFarland EG et al: Laxity and instability. In: *Examination of the Shoulder: A Complete Guide*. Thieme, New York, NY: 162-212, 2006.
- 8) 高橋憲正ほか: 競技レベルの野球選手に対する反復性肩関節脱臼の治療成績. *肩関節*, 36: 367-371, 2012.
- 9) 高橋憲正ほか: 反復性肩関節前方不安定症に対する鏡視下手術—補強手術としての鏡視下腱板疎部縫合術の有用性—. *関節鏡*, 30: 57-60, 2005.
- 10) Sugaya H et al: Arthroscopic repair of glenoid fractures using suture anchors. *Arthroscopy*, 21: 635, 2005.
- 11) Sugaya H et al: Arthroscopic osseous Bankart repair for chronic recurrent traumatic anterior glenohumeral instability. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am*, 88: 159-169, 2006.
- 12) Sugaya H et al: Arthroscopic osseous Bankart repair for chronic recurrent traumatic anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 87: 1752-1760, 2005.
- 13) Defroda SF et al: Physical therapy protocols for arthroscopic Bankart repair. *Sports Health*, 10: 250-258, 2018.
- 14) Miyashita K et al: Glenohumeral, scapular, and thoracic angles at maximum shoulder external rotation in throwing. *Am J Sports Med*, 38: 363-368, 2010.
- 15) 鈴木智: 投球障害肩および肘に対する理学療法—身体機能改善のポイント—新版 *野球の医学*. 文光堂, 東京: 97-105, 2017.
- 16) Samilson R L et al: Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 65: 456-460, 1983.
- 17) Camp CL et al: The epidemiology and effect of sliding injuries in major and minor league baseball players. *Am J Sports Med*, 45: 2372-2378, 2017.
- 18) Hosey RG et al: Baseball and softball sliding injuries. Incidence, and the effect of technique in collegiate baseball and softball players. *Am J Sports Med*, 28: 360-363, 2000.
- 19) Gigis I et al: Arthroscopic versus conservative treatment of first anterior dislocation of the shoulder in adolescents. *J Pediatr Orthop*, 34: 421-425, 2014.
- 20) Blonna D et al: Arthroscopic Bankart repair versus open Bristow-Latarjet for shoulder instability: A matched-pair multicenter study focused on return to sport. *Am J Sports Med*, 44: 3198-3205, 2016.
- 21) Bigliani LU et al: Inferior capsular shift procedure for anterior-inferior shoulder instability in athletes. *Am J Sports Med*, 22: 578-584, 1994.

小中学生における長座体前屈と 立位体前屈の測定値の比較

Comparison of Measurements of the Sit-and-Reach Test and the Stand-and-Reach Test in Children and Adolescents

赤木龍一郎¹⁾ Ryuichiro Akagi

堀井 真人¹⁾ Manato Horii

大鳥 精司¹⁾ Seiji Ohtori

小川 裕也¹⁾ Yuya Ogawa

山口 智志^{1,2)} Satoshi Yamaguchi

佐粧 孝久^{1,3)} Takahisa Sasho

● Key words

長座体前屈, 立位体前屈, 小中学生

● 要旨

小学校3年生から中学校3年生までの児童生徒864名を対象とし、長座体前屈と立位体前屈の測定値の比較と、性別や年齢(学年)、身長が測定値に与える影響を検討した。小学校3年生から中学校3年生までの児童生徒において、長座体前屈と立位体前屈の間には正の相関関係があり、腰臀部から下肢後面の柔軟性の評価に関して同じ傾向を示すと考えられた。体前屈の測定値はいずれも女子で高く、長座体前屈は身長が大きいほど測定値も大きくなった。立位体前屈では身長による一定の傾向はみられなかった。長座体前屈による体力テストの結果を用いて柔軟性を評価する際には性別や身体発育の影響を考慮する必要があると考えた。

はじめに

腰椎の柔軟性低下やハムストリングスに代表される下肢後面の筋の柔軟性低下は腰痛などさまざまな病態との関連が指摘され¹⁾、スポーツにおいては筋損傷の危険性を高める可能性がある²⁾。体前屈測定は主に腰椎から臀部、下肢後面の筋の柔軟性を測る目的で用いられ¹⁾、測定方法には大きく分けて立位体前屈(Stand-and-reach test)と長座体前屈(Sit-and-reach test)の2種類がある^{1,3)}。文部科学省の行なう体力テストでは長座体前屈測定が用いられており、性別および年齢別の平均測定値が公表されている^{4,5)}。一方で、日常診療では立位体前屈による指床間距離(Finger-floor distance; FFD)が下肢後面の柔軟性の指標として用いられることが多い。立位体前屈について性別や成長の影響に関するわが国に

おける大規模データはない。成長期の小中学生において柔軟性の評価を行なううえで、長座体前屈と立位体前屈の結果が同様の傾向を示すか否かは不明である。

そこで、小中学生における長座体前屈と立位体前屈の測定値を比較するとともに、性別や年齢、身長が測定値に与える影響を検討することを目的に本研究を行なった。

対象と方法

2018年度の小学3年生から中学3年生までの児童生徒のうち、研究参加にあたり書面により本人および保護者から同意の得られた864名(男436名、女428名)を対象とした。性別および学年を調査するとともに、全例で長座体前屈および立位体前屈を施行して測定値を記録した。測定は新年度の初頭(5月)に施行し、小学3年

赤木龍一郎

〒260-0856 千葉市中央区亥鼻1-8-1

千葉大学大学院医学研究院整形外科学

TEL 043-226-2117

1) 千葉大学大学院医学研究院整形外科学

Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

2) 千葉大学国際教養学部

Graduate School of Global and Transdisciplinary Studies, College of Liberal Arts and Sciences, Chiba University

3) 千葉大学予防医学センター

Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University

生を8歳として中学3年生の14歳まで学年ごとに1歳ずつ上がるものと定義することで学年を年齢に換算して解析を行なった。

長座体前屈は文部科学省の新体力テスト実施要項に準じて、長座体前屈測定器（トーエイライト）を用いて測定した。長座姿勢をとり壁に背中および臀部を接した状態で、両手を自然に前に伸ばした初期姿勢の手の位置を0点とした。そこから膝が曲がらないように前屈を行ない、手で前方に押した測定器の移動距離を0.1 cm単位で記録した（図1a）⁵⁾。立位体前屈の測定は測定台の上にデジタル前屈計（竹井機器工業）を乗せて台面を0 cmの基準点とした。測定対象者は両足の踵をつけ、足先を5 cmほど開いた姿勢で台の上に立ち、膝が曲がらないように手を伸ばしながら上体を前屈して指先で押した測定器が移動した距離を基準点から下方を正の測定値として0.1 cm単位で記録した（図1b）。

長座および立位の体前屈測定値について、長座と立位の測定値同士の相関関係および年齢あるいは身長との相関関係をPearsonの相関係数を用いて解析するとともに、性別による測定値の平均をstudentのt検定で比較した。さらに、多変量の相関解析で関連の示された因子および性別に関して、目的変数を長座体前屈の測定値、説明変数を性別、身長、年齢、年齢と身長の交差として重回帰分析を行ない、前屈測定値に対する効果の検定を行なった。有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

長座体前屈と立位体前屈の間には中程度の正の相関関係があった ($R^2 = 0.416, p < 0.0001$) (図2)。長座体前屈、立位体前屈それぞれの測定値は男で平均 34.5 ± 0.4 cm, 1.4 ± 0.3 cm に対して女で平均 39.1 ± 0.4 cm, 8.7 ± 0.3 cm であり、いずれも女で有意に柔軟性が高かった

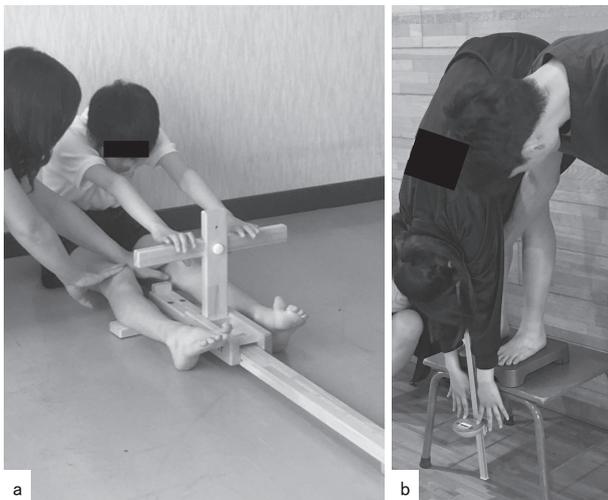


図1 長座体前屈と立位体前屈の方法
a: 長座体前屈。
b: 立位体前屈。

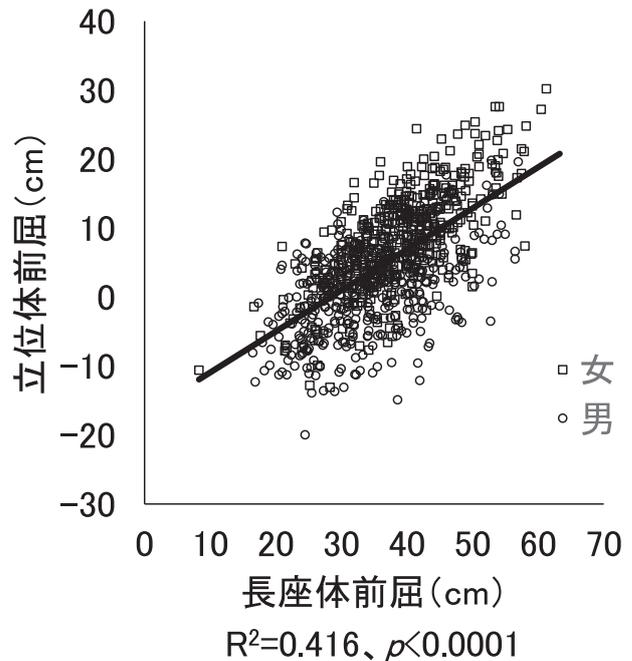


図2 長座体前屈と立位体前屈の相関関係
長座体前屈と立位体前屈の測定値の間には中等度の正の相関があった。

($p < 0.0001$) (図3)。年齢による身長と長座体前屈測定値、立位体前屈測定値を男女で比較すると、いずれの年齢においても長座体前屈、立位体前屈ともに男よりも女で高い測定値を示した（表1）。長座体前屈は年齢が上がるごとに測定値も大きくなる正の相関 ($R^2 = 0.177, p < 0.0001$) がみられ（図4）、身長とも正の相関があった ($R^2 = 0.182, p < 0.0001$) (図5) が、立位体前屈は年齢、身長のいずれとも有意な相関はみられなかった（図4, 5）。多変量の相関解析では長座体前屈と年齢、身長の間には有意な相関がみられ、立位体前屈は年齢、身長のいずれとも有意な相関がなかった（図6）。有意差のみられた性別も因子に加え、年齢と身長を交絡因子として重回帰分析を行なうと、長座体前屈の測定値に影響を与える要素としては性別と身長が有意であることが示された（図6）。

考 察

腰臀部から下肢後面の柔軟性に対する評価として体前屈の測定が一般的に用いられており、測定姿勢が座位であるか立位であるかによって測定法は大きく分けられる¹⁾。わが国では国民の体力・運動能力の現状を把握するために文部科学省が平成11年度から導入した「新体力テスト」⁵⁾の実施対象が6歳から79歳まで幅広い年齢層を想定しているため、安全面への配慮から長座体前屈測定が主に用いられている⁵⁾。一方で、同じく腰臀部から下肢後面の柔軟性を評価する方法として、臨床では立ったまま特別な道具を用いずに計測できるという簡便

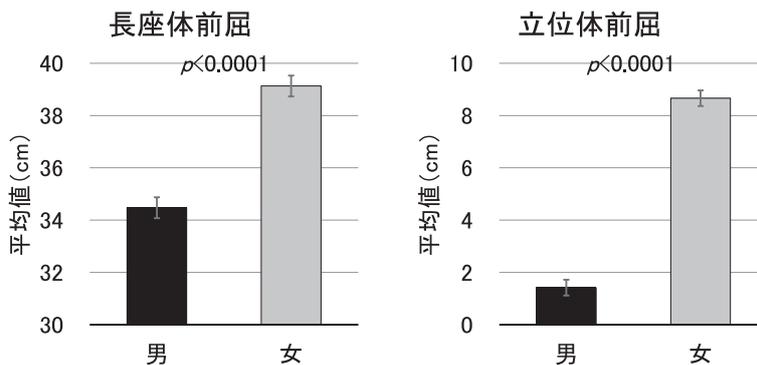


図3 性別による体前屈測定値 (平均±標準誤差)
 長座体前屈, 立位体前屈とも女子で有意に柔軟性が高かった。

表1 年齢および性別による身長, 長座体前屈測定値, 立位体前屈測定値

年齢	身長 (cm)		長座体前屈測定値 (cm)		立位体前屈測定値 (cm)	
	男	女	男	女	男	女
8歳	130.1±6.0	128.4±4.0	29.7±5.1	33.1±7.1	4.2±5.0	7.6±5.7
9歳	135.3±4.8	134.4±5.6	29.6±6.4	35.4±7.2	0.3±6.1	8.0±7.0
10歳	142.0±6.4	142.3±7.6	31.7±5.3	36.6±5.3	1.7±5.8	5.9±5.5
11歳	147.6±6.7	148.0±5.9	31.5±7.4	39.6±8.0	0.2±6.9	6.5±7.8
12歳	154.6±6.3	154.8±5.1	36.2±7.9	40.3±7.0	0.7±7.5	8.4±7.0
13歳	160.5±7.7	155.4±4.9	38.9±8.2	42.7±7.2	2.7±6.2	11.4±7.0
14歳	166.0±6.0	158.3±5.9	39.2±8.5	42.8±8.4	0.5±6.9	11.0±8.1

平均±標準偏差

さから立位体前屈による FFD が用いられることが多い。これまで長座体前屈と立位体前屈の測定値を比較した研究はなく、両検査の測定値を同様に評価可能か不明であった。

本研究の結果、小学3年生から中学3年生までの児童生徒において、長座体前屈と立位体前屈の間には比較的強い正の相関関係があり、柔軟性の評価においては同じ傾向を示すことが示された。一方で、いずれの方法でも女子で高い測定値が得られ、長座体前屈においては身長が高いほど値が大きくなることが示された。

過去の海外の報告で体前屈測定は性別や年齢によって平均値が異なることが指摘されている⁶⁻⁸⁾。Doboszらはポーランドにおける7歳から19歳のデータ解析の結果、統計学的な解析は行っていないものの、いずれの年齢でも立位体前屈、長座体前屈ともに女子の方が男児よりも若干高値を示すことを報告している³⁾。また、Ortegaらはヨーロッパの複数の国における多施設研究の結果、片足を曲げた形で施行する長座体前屈 (Back-saver sit and reach test) は中学生から高校生年代で女子において男子よりも高値を示したことを報告した⁹⁾。Golleらは

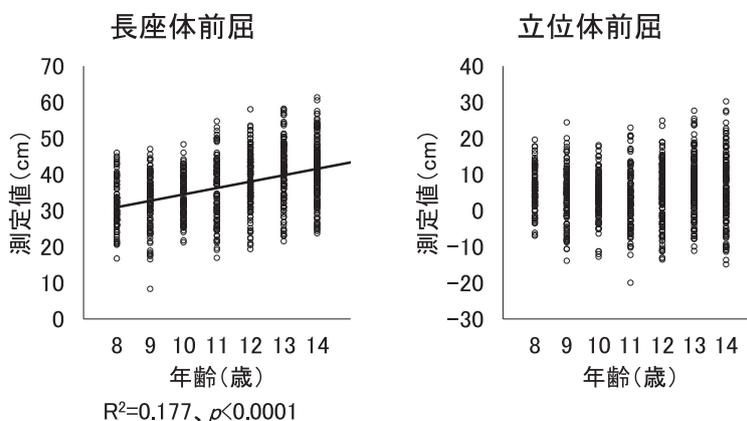


図4 年齢による体前屈測定値
 長座体前屈は年齢が上がるとに測定値が大きくなる正の相関が見られた。
 立位体前屈は年齢との間に有意な相関はみられなかった。

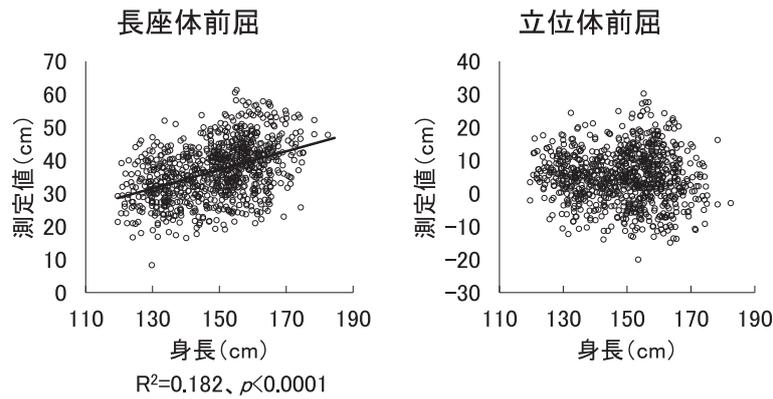
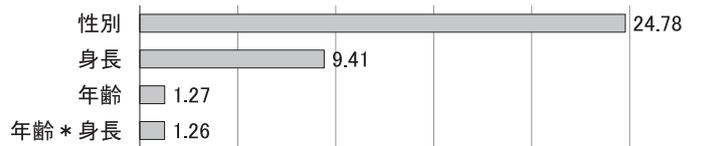


図5 身長による体前屈測定値
 長座体前屈は身長が大きくなると測定値も大きくなる正の相関を示した。
 立位体前屈に明らかな相関はみられなかった。

	年齢	身長	長座体前屈	立位体前屈
年齢		0.87 (<0.0001)	0.42 (<0.0001)	0.06 (0.0715)
身長			0.43 (<0.0001)	-0.04 (0.2065)
長座体前屈				0.64 (<0.0001)
立位体前屈				

相関係数 (p値)



長座体前屈測定値に対する効果の検定 (対数値値)
 図6 多変量の相関, 長座体前屈に対する効果の検定
 多変量の相関では長座体前屈と年齢, 身長の間には有意な相関がみられた。
 立位体前屈と年齢, 身長の間には有意な相関はみられなかった。
 重回帰分析では性別と身長が長座体前屈測定値に与える効果が有意であった。

9歳から12歳で立位体前屈は男子よりも女子で高い値を示し、年齢があがることでも高くなることを報告した⁶⁾。わが国における新体力テストの結果は年度ごとに集計され、性別および年齢別の平均測定値が公表されている。その中で児童生徒における長座体前屈の測定値は女子の方が高く、年齢とともに上昇して男子で17歳、女子は19歳でピークとなることが報告されている⁴⁾。本研究でも単変量解析においてこれらの報告と同様に性別と年齢による影響がみられた。

Golleらの報告⁶⁾と異なり本研究における多変量解析の結果では年齢による影響がみられなかった。この違いが生じた要因の一つとして、本研究が横断研究であるのに対してGolleらの研究は同一コホートの縦断研究であったことが影響している可能性がある。同一個体の経時的変化でみた場合には年齢とともに立位体前屈の測定値も上がる可能性がある。横断的な調査において、長座

および立位のいずれの方法でもある程度類似した柔軟性の評価は可能であると考えられるが、長座体前屈の測定値は成長による影響を受けやすい可能性に留意が必要と考えた。

また、本研究では女子だけでみれば立位体前屈も年齢とともに上昇する傾向があった。6歳から17歳までのスペイン人における横断研究で長座体前屈の値は男子では年齢との相関がみられなかったとする報告¹⁰⁾もあり、ドイツ人を対象としたGolleらの研究でも男子においては9歳から12歳の期間において柔軟性の経年的な改善はみられず、本研究の結果と同様であった。男子では年齢とともに柔軟性の改善がみられにくい理由として、Golleらは骨格や関節組織の成熟および筋量の増加などを指摘している⁶⁾。

成長途上にある児童生徒において年齢の影響を検討する際には上述のとおり身長の変化を交絡因子として考慮

する必要があるが、さらに下肢長に対する上肢長の違いが長座体前屈の測定値に影響することが以前から指摘されている⁷⁾。Golteらの研究と本研究の違いとしては欧米人と日本人という人種の違いにより四肢の長さなど体型が異なっていたことが影響した可能性⁷⁾もある。年齢が上がると平均身長も高くなり、四肢が長くなることから体前屈の測定値にも影響する可能性がある。本研究においては年齢と身長を交絡を考慮して多変量解析を行なった結果、長座体前屈において年齢の影響はみられず、性別および身長が有意に測定値に影響する結果となった。立位体前屈では年齢・身長とも有意な相関はみられなかった。長座体前屈の測定値は立位体前屈と比べ身長が大きいほど測定値も大きくなりやすいといえ、長座体前屈による体力テストの結果を用いて経時的な柔軟性を評価するには身体発育の影響を考慮する必要があることが示唆された。本研究は横断研究であり同一個体の身体発育による変化を追ったものではないことが限界であるが、立位体前屈の方が年齢や身長の変化など身体発育の影響を受けにくい可能性が示唆された。

結 語

小学3年生から中学3年生において長座体前屈と立位体前屈の間には比較的強い正の相関があった。いずれの測定方法においても女子で有意に高値を示した。長座体前屈の測定値は身長の影響を受けやすいことが示唆された。

文 献

1) Mayorga-Vega D et al: Criterion-related validity of sit-and-reach tests for estimating hamstring and lumbar extensibility: A meta-analysis. *J Sport*

Sci Med, 13: 1-14, 2014.

2) Medeiros DM et al: Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiother Theory Pract*, 32: 438-445, 2016.

3) Dobosz J et al: Percentile values of physical fitness levels among polish children aged 7 to 19 Years—a population-based study. *Cent Eur J Public Health*, 23: 340-351, 2015.

4) スポーツ庁：平成30年度体力・運動能力調査の概要 統計数値表. 2019.

5) 文部科学省：新体力テスト実施要項. (https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm) accessed : 2021/2/18

6) Golte K et al: Physical fitness percentiles of german children aged 9-12 years: Findings from a longitudinal study. *PLoS One*, 10: e0142393, 2015.

7) Hoeger WWK et al: Comparing the sit and reach with the modified sit and reach in measuring flexibility in adolescents. *Pediatr Exerc Sci*, 2: 156-162, 1990.

8) Lang JJ et al: The association between physical fitness and health in a nationally representative sample of Canadian children and youth aged 6 to 17 years. *Health Promot Chronic Dis Prev Can*, 39: 104-111, 2019.

9) Ortega FB et al: Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*, 45: 20-29, 2011.

10) Castro-Piñero J et al: Percentile values for flexibility tests in youths aged 6 to 17 years: Influence of weight status. *Eur J Sport Sci*, 13: 139-148, 2013.

ドミニカ共和国の青少年野球選手に対する エコーを用いた野球肘検診

Baseball Elbow Screening to Adolescent Players Using Ultrasound in Dominican Republic

武長 徹也^{1,5)} Tetsuya Takenaga 古島 弘三¹⁾ Kozo Furushima
山本 敦史²⁾ Atsushi Yamamoto 大槻 宏芳³⁾ Hiroyoshi Otsuki
阪長 友仁⁴⁾ Tomohito Sakanaga 伊藤 恵康¹⁾ Yoshiyasu Itoh

● Key words

野球肘検診, 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎, ドミニカ

● 要旨

背景: 近年本邦ではエコーを用いた少年野球肘検診が広く行われ, 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎 (OCD) や肘内側部障害の有病率が報告されているが海外での報告は少ない。

方法: ドミニカ共和国の青少年野球チーム所属選手を対象とした。エコーを用いて投球側の上腕骨小頭および上腕骨内側上顆下端の評価を行なった。

結果: 224名の男性野球選手, 平均12.6歳において明らかな小頭部OCDは認めず, 内側上顆下端の異常所見は40名(17.9%)に認めた。

結論: 本邦では小頭部OCDは0.8~8.0%, 内側上顆下端の異常所見は21~54.4%と報告されており, いずれもドミニカでは低値であった。

はじめに

近年本邦ではエコーを用いた少年野球肘検診が広く行なわれている¹⁾。エコー検診による上腕骨小頭離断性骨軟骨炎 (OCD) の有病率は0.8~8.0%²⁻⁹⁾、上腕骨内側上顆下端の有所見率は21~54.4%²⁻⁵⁾と報告されている。一方で海外におけるOCDの有病率に関する報告は少なく、いずれも単純X線像を用いた調査である¹⁰⁻¹²⁾。ドミニカ共和国の人口は約1,000万人と日本の約1/12であるが、メジャーリーグ全30球団が選手育成のためのアカデミーを有し、2017年シーズンのドミニカ出身メジャーリーガー数は約150名を占めるなど日本と同等か

それ以上に野球の盛んな国である¹³⁾。

本研究の目的はドミニカ共和国の青少年野球選手における小頭OCDと内側上顆下端障害の有病率を調査することである。

対象と方法

ドミニカ共和国の青少年野球チームに所属する選手を対象とした。整形外科専門医3名が現地に赴き、超音波診断装置を用いて投球側の上腕骨小頭および上腕骨内側上顆下端の評価を行なった。超音波診断装置は富士フィルム社 SonoSite M-Turbo と 15-6 MHz リニアプローブ またはコニカミノルタ社 SONIMAGE MX1/SNiBLE yb

武長徹也

〒467-8601 名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1
名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科
TEL 052-853-8236

1) 慶友整形外科病院スポーツ医学センター

Keiyu Orthopaedic Hospital, Sports Medical Center

2) ぐんまスポーツ整形外科

Gunma Sports Orthopaedics

3) 特定非営利活動法人日本スポーツメディシン

Japan Sports Medicine

4) プロスペクト株式会社/堺ビッグボーイズ

Prospecto S.A./Sakai-Bigboys Baseball Club

5) 名古屋市立大学大学院医学研究科整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences

と 18-4 MHz リニアプローブを用いた。上腕骨小頭の評価は肘関節最大伸展位にて前方走査で長軸・短軸像を描出し、続いて肘関節最大屈曲位にて後方走査で長軸・短軸像を描出した。小頭病変の分類には石崎らの分類¹⁴⁾を用いた。内側上顆下端の評価は肘関節 90° 屈曲位にて長軸像を描出し、渡辺らの分類¹⁵⁾を用いた。

下肢柔軟性の評価として立位体前屈における指床間距離 (FFD, 床に届かない場合を負の値とした) を、投球側肩後方柔軟性の指標として肩関節水平屈曲角度および肩関節 90° 屈曲位における内旋角度を計測した。また指導者に対し練習頻度、練習時間、投球数制限の有無、喫煙率などの聞き取り調査を行った。

結 果

メジャーリーグ球団のアカデミーを除く 7 チームに所属する 224 名の男性野球選手、平均 12.6 歳 (6~20 歳) を検診した。エコーで上腕骨小頭に所見を認めたのは 6 歳の選手 1 名のみであり、小頭軟骨下骨表層に小さな嚢胞状の変化がみられ石崎らの分類 Sb と判断した (図 1)。内側上顆下端に関しては、渡辺らの分類の Type 1 (正常像) が 184 名、Type 2 (不整像) が 4 名、Type 3 (分離・分節像) が 9 名、Type 4 (突出像) が 27 名であり、所見を有する選手 (Type 2 から 4) は 40 名 (17.9%) であった。

柔軟性に関してはエコー検診をした 224 名のうち 108 名、平均 12.1 歳 (6~20 歳) に調査することができた。平均指床間距離が -7.1 ± 7.0 cm、投球側肩水平屈曲角度が 94.4 ± 13.4 度、90 度屈曲位内旋角度が 3.3 ± 11.5 度であった。

練習頻度はリーグと呼ばれる 6~12 歳のカテゴリーで週 2, 3 日、プログラムと呼ばれる 13 歳以上のカテゴリーで週 5 日であり、平均練習時間はいずれも 3 時間であった。試合はリーグ戦で行なわれ、1 試合の投手の投

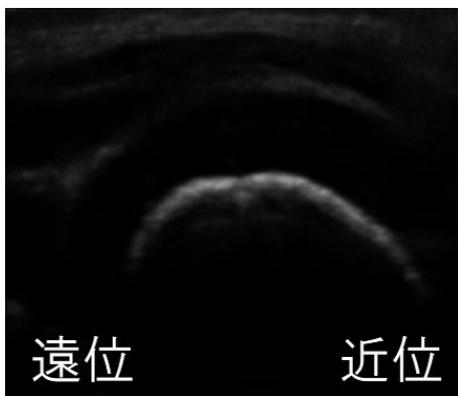


図 1 6 歳男児、右投げ。右上腕骨小頭前方長軸像。数ヶ月前にチームに加入したばかりで右肘痛はなかった。小頭軟骨下骨表層に小さな嚢胞状の変化を認め石崎らの分類 Sb と判断した。

球数は 50~60 球に制限されていた。アンケートを実施できた 7 チームの指導者 15 名の喫煙率は 0% であった。

考 察

本邦では小頭部 OCD の有病率は 0.8~8%^{2~9)} と報告されている。一方で石崎らの OCD 分類の Stage S は正常骨化過程の可能性もある¹⁴⁾ ため、今回のドミニカ野球肘検診における明らかな OCD の有病率は 0% であった。また本邦での内側上顆下端の有所見率は 21~54.4% と報告されている^{2~5)} が、これもドミニカでは 17.9% と低値であった (表 1)。

下肢柔軟性に関して本研究での平均 FFD は -7.1 cm であり、これは長澤ら¹⁶⁾ の報告した OCD を有する日本の小学生 57 名の平均 FFD -2.4 cm よりも低値であった。また投球側肩後方柔軟性に関しては、岩堀ら¹⁷⁾ が報告した肩肘投球障害を有する選手の平均値や原田ら¹⁸⁾ の報告した野球検診参加者の平均値と比較すると、ドミニカの青少年野球選手の投球側肩水平屈曲角度および肩 90° 屈曲位内旋角度はいずれも低値であった (表 2)。今回検診終了時にストレッチ指導も行なったが、初めてストレッチの指導を受けたという選手も多くみられた。

ドミニカ野球肘検診の結果、小頭部 OCD や内側上顆下端障害は日本より少ないものの、下肢や投球側肩後方の柔軟性は決して高くないことが明らかとなった。投球障害肘の発生要因としては投球過多、不良な投球フォーム、下肢・肩後方の柔軟性低下 (コンディショニング不良)、加えて OCD に関しては受動喫煙¹⁹⁾ や遺伝的素因²⁰⁾ の関与などが考えられている。投球フォームや遺伝的素因に関しては今回調査できていないが、投球過多がないことがドミニカの低い投球肘障害率に影響している可能性が考えられた。練習頻度は週 2~5 回と少なくないので、練習時間は 3 時間と短く、試合における投球数も 50~60 球までに制限されていた。指導者への聞き取り調査から、ドミニカの野球少年たちはメジャーリーガーになることを目標としており、指導者も選手がメジャーリーグ球団のアカデミーに入ることで報酬が得られるため、お互いに投球過多による障害は避けるべきと考えていることが分かった。また日本のように小中高各世代で優勝を決めるトーナメント大会がないため、痛みを我慢して練習や試合に出場したりすることはないとのことであった。

表 1 エコー検診結果の比較

	ドミニカ	日本
	自験例 (N=224)	
小頭 OCD 有病率	0% (石崎分類 Sb 1 例のみ)	0.8~8.0% (文献 2~9)
内側上顆下端 有所見率	17.9%	21~54.4% (文献 2~5)

表2 下肢・投球側肩後方の柔軟性の比較

	ドミニカ		日本	
	自験例	長澤ほか JOSKAS2018	岩堀ほか 肩関節 2008	原田ほか 肩関節 2016
対象者	検診	小頭 OCD	肩肘投球障害	検診
人数 (人)	108	57	36	344
平均年齢 (歳)	12.1	小学生	14.2	12
指床間距離 (cm)	-7.1	-2.4	-	-
肩水平屈曲 (度)	94.4/-	-/-	101.5/116.5	-/-
投球側/非投球側				
肩 90° 屈曲位内旋 (度)	3.3/-	-/-	10.1/26.5	21/23
投球側/非投球側				

本研究の限界としてサンプルサイズが小さいこと、ある一時点での調査であることが挙げられるため、ドミニカに小頭 OCD がいないとは断定できない。また柔軟性評価項目が少ないこと、肩後方タイトネスが投球側のみしか評価できていないこと等も本研究の限界として挙げられる。青少年野球に対する考え方が異なるドミニカでの野球肘検診の結果から、投球数制限で選手を障害から守ることができる可能性とその必要性が示唆された。

結 語

ドミニカ共和国の青少年野球選手に対しエコーを用いた野球肘検診を行った。明らかな小頭 OCD は認めず、内側上顆下端の有所見率も本邦より低値であったが柔軟性は低かった。投球数や練習時間の制限など青少年野球選手を取り巻く環境の違いが影響している可能性が考えられた。

本論文の要旨は第 44 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会で発表した。

文 献

- 1) 木田圭重ほか：各地の検診活動。野球肘検診ガイドブック。松浦哲也ほか（編集）。文光堂，東京：158-167, 2018.
- 2) 丸山真博ほか：山形県における小中学生の野球肘検診の取り組み。整スポ会誌，36: 12-16, 2016.
- 3) 服部麻倫ほか：女子硬式野球選手の肘障害。日肘関節会誌，18: 5-7, 2011.
- 4) 渡辺千聡ほか：超音波断層法を用いた野球肘検診の有用性。大阪医大誌，64: 160-167, 2005.
- 5) Otoshi K et al: Age-specific prevalence and clinical characteristics of humeral medial epicondyle apophysitis and osteochondritis dissecans: Ultrasonographic assessment of 4249 players. Orthop J Sports Med, 5: 2325967117707703, 2017.
- 6) Matsuura T et al: Prevalence of osteochondritis dissecans of the capitellum in young baseball play-

ers: Results based on ultrasonographic findings. Orthop J Sports Med, 2: 2325967114545298, 2014.

- 7) Kida Y et al: Prevalence and clinical characteristics of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum among adolescent baseball players. Am J Sports Med, 42: 1963-1971, 2014.
- 8) 岩堀裕介ほか：名古屋市小学生軟式野球選手を対象とした広域野球検診—上腕骨小頭離断性骨軟骨炎を中心に—。整スポ会誌，38: 127-132, 2018.
- 9) 木島丈博ほか：学童期スポーツ少年団における野球肘検診。静岡整形誌，4: 137-140, 2011.
- 10) Gugenheim JJ Jr et al: Little League survey: the Houston study. Am J Sports Med, 4: 189-200, 1976.
- 11) Larson RL et al: Little League survey: the Eugene study. Am J Sports Med, 4: 201-209, 1976.
- 12) Hang DW et al: A clinical and roentgenographic study of Little League elbow. Am J Sports Med, 32: 79-84, 2004.
- 13) 阪長友仁：高校球児に伝えたい！ラテンアメリカ式メジャー直結練習法。東邦出版，東京：8-16, 2018.
- 14) 石崎一穂：エコー検査の意義と実際。よくわかる野球肘 離断性骨軟骨炎。岩瀬毅信ほか（編集）。全日本病院出版会，東京：93-117, 2013.
- 15) 渡辺千聡ほか：少年野球チーム（シニアリーグ）の肘関節超音波検診。日整外超音波研会誌，12: 36-39, 2000.
- 16) 長澤誠ほか：宮崎県少年野球検診—検診結果と可動域の関係—。JOSKAS, 43: 562-563, 2018.
- 17) 岩堀裕介ほか：野球選手の投球側肩関節後方タイトネスにおける筋肉要素の把握。肩関節，32: 457-460, 2008.
- 18) 原田幹夫ほか：小中学野球選手の肩柔軟性評価法—肩肘痛や投球パフォーマンスとの関係—。肩関節，40: 665-670, 2016.
- 19) 片岡嗣和ほか：受動喫煙との関係は？。よくわかる野球肘 離断性骨軟骨炎。岩瀬毅信ほか（編集）。全日本病院出版会，東京：53-54, 2013.
- 20) 鶴田敏幸ほか：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の予後因子。整外と災外，63: 472-478, 2014.

千葉県千葉市・市原市における野球肘検診の取り組み

Medical Check-up for Youth Baseball Players in Chiba City and Ichihara City

大久保拓馬¹⁾ Takuma Okubo 藤田 耕司²⁾ Koji Fujita
 山崎 博範²⁾ Hironori Yamazaki 郷田 悠¹⁾ Yu Gota
 加藤 邦大¹⁾ Kunihiro Kato

● Key words

野球肘検診, 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎, 関節可動域・柔軟性

● 要旨

当院では2015年から千葉県千葉市・市原市の小・中学生を対象に上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の早期発見を目的とした野球肘検診を実施している。4年間で3,574名の検診を行ない、結果をまとめたので報告する。上腕骨小頭に不整を認めた割合は小学生1.7%、中学生2.7%であり、二次検診率は小学生38.8%、中学生23.8%であった。肘・肩痛の既往、関節可動域制限・柔軟性低下の陽性率を小・中学生と比較すると、肘関節屈伸可動域を除く全ての項目で、中学生の方が陽性である割合が高かった ($p < 0.05$)。二次検診受診率の向上や、障害予防のために、積極的な啓蒙活動やストレッチング指導を引き続き行なう必要がある。

はじめに

野球肘に代表される投球障害は依然として有病率が高く、予防すべき重要課題である¹⁾。近年、全国各地で野球選手に対する障害予防の取り組みとして、障害の早期発見・予防を目的とした野球肘検診・メディカルチェックが行なわれている^{2~4)}。特に野球肘の一つである上腕骨小頭離断性骨軟骨炎(OCD)の早期発見には、超音波検査を用いた野球肘検診が有効であると報告されており⁵⁾、OCD発生のピークは11~13歳で小学高学年~中学生と言われている^{6,7)}。しかし、野球肘検診の多くは小学生を対象としており、中学生を含めた検診活動の報告は小学生と比較すると少ない^{8~11)}。当院では2015年から千葉県千葉市・市原市の小・中学生を対象にOCDの早期発見を目的とした野球肘検診を行なっている。今回は過去4年間に小・中学生を対象として実施した野球肘検診の結果をまとめたので報告する。

対象と方法

対象は2015年から2018年の4年間に当院で開催した野球肘検診に参加可能であった選手とした。小学生は千葉市・市原市の少年野球連盟を通じて検診を行っており、連盟に所属する全チームを対象とした。千葉市は全54チーム中53チーム(98.1%)参加し、市原市は全17チーム中17チーム(100%)の計70チーム2,803名であった。中学生は千葉県小中学校体育連盟に属している千葉市・市原市の全チームに声をかけ、検診を希望するチームを対象とした。千葉市は全55チーム中20(36.4%)チーム参加し、市原市は全22チーム中18チーム(81.8%)の計38チーム771名であった。内訳は2015年が市原市小学生192名、2016年は千葉市・市原市小学生と市原市中学生985名、2017年は千葉市・市原市の小・中学生1,215名、2018年は千葉市・市原市の小・中学生1,182名であった(表1)。

当院の検診では、医師が野球の障害予防に関する講演を選手・指導者・保護者へ20分行った。その後、あらかじめ配布した問診票を回収し、次いで、超音波検査

大久保拓馬
〒260-0842 千葉市中央区南町1丁目7番地1号
医療法人社団誠馨会千葉メディカルセンターリハビリテーション部
TEL 043-261-5111

1) 医療法人社団誠馨会千葉メディカルセンターリハビリテーション部
Department of Rehabilitation, Chiba Medical Center
2) 医療法人社団誠馨会千葉メディカルセンター整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Chiba Medical Center

表 1 野球肘検診の参加者数 (名)

	2015	2016	2017	2018	合計
市原市小学生	192				
千葉市小学生		852	884	875	2,803
市原市中学生		133			
千葉市中学生			331	307	771
合計	192	985	1,215	1,182	3,574

で上腕骨小頭の不整を確認した。石崎分類に従い、正常・stageS・stage I-Ⅲに分類⁷⁾し、stage I 以上の不整が見つかった選手には紹介状を渡し、当院や近隣の病院受診を勧めた。最後に、療法士が関節可動域・柔軟性検査とストレッチング指導を実施した。スタッフは医師 5 名・療法士 10 名・事務 10 名で行ない、検診時期はシーズンオフの 12 月・1 月に計 4 回実施した。また、選手の待ち時間を作らないように 1 日を 4 部に分け、決まった時間に来てもらった。

調査項目は、①超音波検査の OCD 陽性率、②二次検診受診率、③肘・肩痛の既往、④関節可動域・柔軟性の結果とした。

①超音波検査の OCD 陽性率、②二次検診受診率は 2015～18 年における千葉市・市原市下の小・中学生で小学生 2,803 名、中学生 771 名の合計 3,574 名を対象にした。③肘・肩痛の既往は 2017～18 年における千葉市・市原市下の小・中学生で小学生 1,759 名、中学生 638 名の合計 2,397 名を対象にした。④関節可動域・柔軟性の結果は 2016～18 年における千葉市・市原市下の小・中学生で小学生 2,611 名、中学生 771 名の合計 3,382 名を対象にした。

④関節可動域・柔軟性の調査内容は以下 a. ～f. とした (図 1)。

a. CAT (Combined abduction test)¹²⁾

肩甲骨を固定し、投球側上肢を外転させ耳に届かない選手を陽性。

b. HFT (Horizontal flexion test)¹²⁾

肩甲骨を固定し、投球側上肢を水平屈曲させ指が反体側の床につかない選手を陽性。

c. 肘関節屈曲・伸展可動域

投球側と非投球側の屈曲・伸展可動域を比較し、投球側に屈曲・伸展のどちらか、または両方の可動域制限を認めた選手を陽性。

d. 胸椎回旋可動域

骨盤を固定した状態で体幹を回旋させ、肩峰が床につかない選手を陽性。

e. HBD (Heel buttock distance)

両踵が殿部につかない選手を陽性。

f. SLR (Straight leg raising test)

両下肢挙上角度が 60° 以下の選手を陽性。

①, ③, ④は小・中学生の比較を行ない、統計は χ^2 検定を用い、0.05 未満を有意水準とした。

結 果

①超音波検査の OCD 陽性率 (表 2)

超音波検査によって上腕骨小頭に不整を認めた選手は小学生 49 名 (1.7%)、中学生 21 名 (2.7%) であり、小・中学生をまとめた全体では 2.0%であった。年度別にすると小学生は 2015 年 6 名 (3.1%)、16 年 16 名 (1.9%)、17 年 14 名 (1.6%)、18 年 13 名 (1.4%)。中学生は 2016 年 8 名 (6.0%)、17 年 6 名 (1.8%)、18 年 7 名 (2.3%) であった。小・中学生を比較すると、陽性率は有意差を認めなかった。

②二次検診受診率 (表 2)

一次検診で、上腕骨小頭の不整を指摘され、二次検診で当院を受診した割合は、2015 年 2 名 (33.3%)、16 年

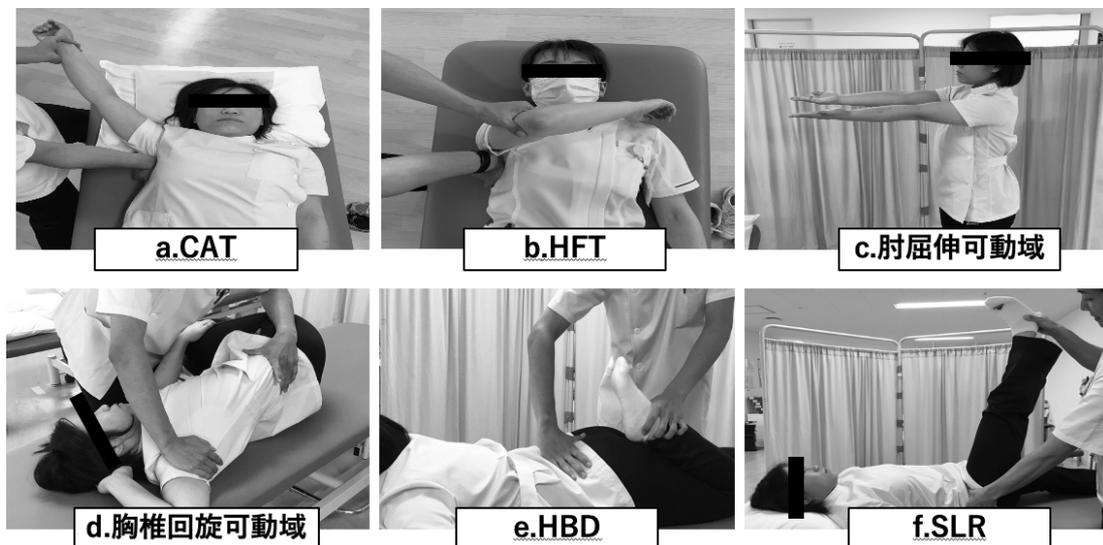


図 1 関節可動域・柔軟性検査の評価方法

表2 小・中学生の超音波検査のOCD陽性率・二次検診受診率

	超音波検査のOCD陽性率		二次検診受診率	
	小学生	中学生	小学生	中学生
2015	6名(3.1%)		2名(33.3%)	
2016	16名(1.9%)	8名(6.0%)	2名(12.5%)	1名(12.5%)
2017	14名(1.6%)	6名(1.8%)	7名(50.0%)	0(0%)
2018	13名(1.4%)	7名(2.3%)	8名(61.5%)	4名(57.1%)
合計	49名(1.7%)	21名(2.7%)	19名(38.8%)	5名(23.8%)

3名(8.3%), 17年7名(35%), 18年12名(60%)であった。4年間の合計は、小学生19名(38.8%), 中学生5名(23.8%), 全体では24名(34.3%)であった。

③肘・肩痛の既往(表3)

問診調査によって肘痛の既往があると答えた選手は小学生387名(22.3%), 中学生247名(38.7%)。肩痛の既往があると答えた選手は小学生257名(14.8%), 中学生142名(22.3%)であった。肘・肩痛の既往は小学生と比較すると中学生の方が有意に高い結果になった($p<0.05$)。

④関節可動域・柔軟性の結果(表4, 5)

関節可動域制限・柔軟性低下の陽性率は以下のとおりである。

- a. CAT:小学生63.6%, 中学生82.1%.
- b. HFT:小学生51.7%, 中学生79.5%.
- c. 肘関節屈伸可動域:小学生3.6%, 中学生4.9%.
- d. 胸椎回旋可動域:小学生51.0%, 中学生61.1%.
- e. HBD:投球側小学生17.8%, 中学生40.3%. 非投球側小学生19.1%, 中学生40%.
- f. SLR:投球側小学生13.2%, 中学生21.9%. 非投球側小学生11.7%, 中学生20.5%.

小学生と中学生を比較すると肘関節屈伸可動域を除く全ての項目で有意差を認めた($p<0.05$)。

考 察

過去の一次検査で超音波検査を実施しOCD陽性であった割合は、小学生のみを対象とした報告では、岩間らが2014年に724名中20名(2.8%)³⁾、船越らは2015年に1,521名中57名(3.7%)⁴⁾、長澤らは2018年に3,051名中84名(2.8%)⁹⁾であったと述べている。小・中学生を対象とした報告では、大歳らが2011年に310名中4名(1.3%)¹⁰⁾、琴浦らが2018年に2,129名中19名(0.9%)⁸⁾と述べている。本研究における超音波検査

陽性率は、小学生2,803名中49名(1.7%), 中学生771名中21名(2.7%)であり、他地域の過去の報告と比較しても同等の結果である。

二次検診で病院受診を勧める基準は各地域さまざまであり、統一されていない。宇野らは愁訴が中等度以上の者、MovingValgusStressTest陽性の者、超音波異常のあった者を二次検診の対象とし、受診率は31%と報告している¹¹⁾。福島、長澤、岩目らは内・外側部に超音波検査で異常所見が見られた者を二次検診対象としたところ、内側部障害の二次検診受診率は37.7%~97%とばらつきがあった一方で、外側部は91.7%~100%と高い受診率を報告している^{13~15)}。当院でも検診の際に内側の圧痛や肘・肩痛を聴取しているが、上腕骨小頭に石崎分類でstage I以上の不整が見つかった選手のみに紹介状を渡し、病院受診を促している。二次検診で当院を受診した割合は年々増加している傾向があるものの、4年間で34.3%と他地域と比較すると低い割合である。千葉市・市原市は千葉県内でも面積の大きい市であり、選手の中には当院まで50km以上も離れた遠方に住んでいる選手がいる。遠方の選手には自宅近医の病院受診を勧めているものの、紹介状を回収できておらず、当院を受診した選手以外は紹介状を渡した後の追跡ができていないことが現状である。二次検診受診率向上のために、宮崎県では医療機関で一次検診を行ない、同日に二次検診も行なっている¹⁴⁾。名古屋市のような広域地区はブロックごとに分け、ブロックごとに検診担当者を設定している¹⁶⁾。神奈川県では事前の積極的な啓発活動や、二次検診受診先のアドバイス³⁾を行なっており、全ての地区が一定の成果を上げている。当検診も医療機関で行なっているので宮崎県のように同日に二次検診を行なうことは可能であるが、放射線技師などのスタッフ協力やチームの理解が必要になる。名古屋市のようにブロックに分けて実施するには近隣病院の協力が必要になる。二次検診受診率を上げるためには、病院内や連盟・チーム、近隣

表3 小・中学生の肘・肩痛既往

	肘痛既往		肩痛既往	
	小学生	中学生	小学生	中学生
2017	202名(23.4%)	130名(39.3%)	136名(15.7%)	71名(21.5%)
2018	185名(21.2%)	117名(38.1%)	121名(13.8%)	71名(23.1%)
合計	387名(22.3%)	247名(38.7%)	257名(14.8%)	142名(22.3%)

表4 小学生の関節可動域制限・柔軟性低下の陽性率 (%)

小学生	CAT	HFT	肘屈伸 可動域	胸椎回旋 可動域	HBD		SLR	
					投球側	非投球側	投球側	非投球側
2016	53.9	42.8	2.2	55.5	24.1	26.0	10.7	10.4
2017	66.4	54.6	4.0	37.5	20.2	21.2	15.5	13.9
2018	70.6	57.5	4.5	60.0	9.0	9.9	13.2	10.6
合計	63.6	51.7	3.6	51	17.8	19.1	13.2	11.7

表5 中学生の関節可動域制限・柔軟性低下の陽性率 (%)

中学生	CAT	HFT	肘屈伸 可動域	胸椎回旋 可動域	HBD		SLR	
					投球側	非投球側	投球側	非投球側
2016	78.0	76.1	5.3	57.5	40.6	39.1	29.3	30.8
2017	80.3	78.5	5.7	57.0	43.3	43.3	18.3	15.2
2018	85.6	82.0	3.9	64.8	36.8	36.8	22.5	21.6
合計	82.1	79.5	4.9	61.1	40.3	40	21.9	20.5

病院などさまざまなスタッフの協力が必要になる。まずは神奈川県を参考に、事前の積極的な啓発活動を行ない、二次検診受診率100%を目指したい。

肘・肩痛の既往、関節可動域・柔軟性の結果に関しては陽性率が小学生よりも中学生が高い結果であった。今回は肘・肩痛と関節可動域・柔軟性の関連についての調査は実施していないが、原田らは肩柔軟性と肩痛は有意な関連がある¹⁷⁾と報告しており、遠藤らは大腿直筋の柔軟性低下は肘・肩関節痛に関与する¹⁸⁾と報告している。その他にも肘・肩痛と可動域・柔軟性の関連については多数報告されている。大高ら¹⁹⁾は、小学校高学年において柔軟性低下の割合が最も高く、成長期の運動器障害を予防するためにはチームと専門職が連携したり、適切な運動やストレッチング指導が重要だと報告している。著者らもこの結果を各チームへフィードバックし、障害予防のために適切なストレッチング指導などを行なう必要がある。

結 語

千葉県千葉市・市原市の小・中学生を対象に4年間でのべ3,574名の検診を行なった。上腕骨小頭に異常を認めた割合は小学生1.7%、中学生2.7%であり、二次検診率は小学生38.8%、中学生23.8%であった。二次検診率改善のために、まずは積極的な啓蒙活動が必要である。今後も野球肘についての啓蒙活動を継続しつつ、障害予防のために可動域・柔軟性の改善を目的としたストレッチング指導も行なっていく。

文 献

1) 丸山麻子ほか：高校野球における地域差による障害発生要因の検討。日臨スポーツ医学会誌, 16: 79-85, 2008.

2) 岩瀬毅信：小児整形外科における最近の進歩。小児外科, 28: 703-710, 1996.

3) 岩間徹ほか：神奈川県での取り組み—重要なのは医療と現場の絆—。関節外科, 33: 1196-1199, 2014.

4) 船越忠直ほか：少年野球選手に対する投球肘障害の予防と治療—検診を通じて—。北海道整災外会誌, 56: 162-164, 2015.

5) 伊藤恵康：肘関節のスポーツ障害。日整会誌, 82: 45-48, 2008.

6) Harada M et al: Using sonography for the early detection of elbow injuries among young baseball players. AJR Am J Roentgenol, 187: 1436-1441, 2006.

7) 柏口新二ほか：整形外科領域の超音波検査—肘離断性骨軟骨炎の診断・治療経過観察—。超音波検技, 34: 469-480, 2009.

8) 琴浦義浩ほか：小中学生野球選手における上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の罹患率—経時的検討—。整スポ会誌, 38: 258-261, 2018.

9) 長澤誠ほか：野球検診で発見された上腕骨小頭離断性骨軟骨炎例の特徴。肩関節, 42: 552-554, 2018.

10) 大歳憲一ほか：ポータブル超音波診断装置を用いた青少年期野球肘検診—福島県での取り組み—。臨整外, 46: 1033-1039, 2011.

11) 宇野智洋ほか：小学・中学野球選手に対する野球肘検診における超音波検査の有用性。日肘関節会誌, 22: 80-82, 2015.

12) 原正文ほか：復帰に向けて何を目安にどう選手に指導したらよいか—肩の投球障害を中心に—。関節外科, 22: 1189-1195, 2003.

13) 福島崇ほか：栃木県における広域野球肘検診の結果と2次検診受診率の調査。日肘関節会誌, 22: 75-79, 2015.

14) 長澤誠ほか：宮崎県での取り組み—宮崎県少年野球

- 検診 反省からの改良一. 関節外科, 33: 86-91, 2014.
- 15) 岩目敏幸ほか: 徳島県での取り組み—骨軟骨障害の早期発見に向けて—. 関節外科, 33: 48-52, 2014.
- 16) 岩堀裕介ほか: 名古屋市小学生軟式野球選手を対象とした広域野球検診—上腕骨小頭離断性骨軟骨炎を中心に—. 整スポ会誌, 38: 127-132, 2018.
- 17) 原田幹生ほか: 小中学野球選手の肩柔軟性評価法—肩肘痛や投球パフォーマンスとの関係—. 肩関節, 40: 665-670, 2016.
- 18) 遠藤康裕ほか: 投球時痛を有する中学生野球選手の身体機能の特徴—簡易的な機能テストを用いた評価. 理療科, 34: 303-308, 2019.
- 19) 大高麻衣子ほか: 小中学生のスポーツ検診の取り組み—運動器障害と柔軟性の評価—. 秋田大院医研科保健紀, 25: 45-53, 2017.

初期腰椎分離症骨癒合後の再発率と再発例の特徴

Recurrence Rate after Fusion of Early Lumbar Spondylolysis and Characteristics of Recurrence Cases

大嶺 俊充^{1,3)} Toshimitsu Ohmine
藤原 和喜¹⁾ Kazuki Fujiwara

瀧上 順誠²⁾ Junsei Takigami
島田 永和²⁾ Nagakazu Shimada

● Key words

初期腰椎分離症, 再発, 腰椎骨盤帯安定性

● 要旨

本研究の目的は、初期腰椎分離症骨癒合後に競技復帰した症例の、腰椎分離症の再発率、再発時期、再発症例の属性ならびに競技復帰前の身体機能から、再発予防のために着目すべき特徴を検討することである。方法は、治療開始後3ヵ月で骨癒合し、その後9ヵ月以上経過観察しえた21例を対象に再発率と再発時期、非再発群/再発群の属性を調査した。また競技復帰前の身体機能として、当院独自の評価方法を用いて、下肢柔軟性、腰椎骨盤帯安定性、運動制御機能を評価し、非再発群/再発群で比較検討した。再発率は9.5%であり、再発時期は競技復帰後4~6ヵ月であった。再発症例は、属性として女性、身体機能として腰椎骨盤帯安定性が不良であるという特徴が見受けられた。

はじめに

腰椎分離症は、成長期における過度なスポーツ活動などにより、椎弓関節突起間部に負荷がかかることにより起こる疲労骨折説が有力である。その中でも初期腰椎分離症は、硬性装具による保存療法とスポーツ活動の休止により94%が骨癒合する¹⁾とされ、また競技復帰も93%の症例で可能²⁾であるとされており短期成績は良好である。一方で、骨癒合後競技復帰した症例の26%が再発した³⁾と報告されており、競技復帰後の再発は考慮すべき点である。その再発理由として、腰椎分離症の発生源とされているスポーツ動作中の過剰な腰椎伸展回旋ストレス^{4,5)}を引き起こす身体活動様式や身体機能の改善が、競技復帰前および復帰後に得られていない可能性が考えられる。

腰椎分離症の発症に関与する身体機能は、股関節を中心とした下肢柔軟性^{6,7)}、腰椎骨盤帯安定性⁷⁾、運動制御機能⁷⁾などが考えられており、再発症例においてもこれ

らの機能が改善しないままにスポーツ復帰している可能性がある。したがって、競技復帰前の身体機能の確認は非常に重要と考えられる。また再発症例の特徴を明確に示している報告はほとんどない。

そこで本研究の目的は、初期腰椎分離症で骨癒合後に競技復帰をした症例の再発率、再発時期を調査し、再発症例の属性ならびに競技復帰前の身体機能から、再発予防のために着目すべき特徴を検討することである。

症例と方法

2016年9月~2017年3月の期間に腰痛を主訴に当院を受診した17歳以下のスポーツ選手のうち、画像検査(レントゲン、CT、MRI)により、いずれかの椎体高位に超初期、または初期腰椎分離症を認めた37例を抽出した。なお超初期腰椎分離症とは、MRIで椎弓根部に骨髄浮腫像を認めたものの、CTでは骨折線が明瞭ではないものとした。一方初期分離症は、CT横断像により椎弓関節突起間部に疲労骨折による骨吸収がhair line

大嶺俊充
〒583-0875 羽曳野市檜山100-1
運動器ケアしまだ病院リハビリテーション課
TEL 072-953-1001

- 1) 運動器ケアしまだ病院リハビリテーション課
Department of Rehabilitation, Shimada Hospital
- 2) 運動器ケアしまだ病院整形外科
Department of Orthopedics Surgery, Shimada Hospital
- 3) 大阪府立大学総合リハビリテーション学研究所
Department of Physical Therapy, Faculty of Comprehensive Rehabilitation,
Osaka Prefecture University

様にみられるものとした。37例中治療開始後3ヵ月の時点でMRIまたはCT撮影によって、骨髄浮腫像の消失または骨連続性を認めた26例を骨癒合と判断した。また、3例は治療開始後約5ヵ月で骨癒合、7例は未癒合、1例はドロップアウトで骨癒合の有無は不明であった。

本研究は、治療開始後3ヵ月で骨癒合を認めた26例のうち、骨癒合後9ヵ月以上(9ヵ月~1年)フォローアップできた21例を分析対象とした後ろ向き研究である。

治療プロトコルは、診断後約3ヵ月の硬性装具の使用と運動中止、さらに2週間に1度のコンディショニング介入を行ない、骨癒合を妨げない範囲で身体機能の向上を図った。その後、治療開始約3ヵ月時点で画像検査(MRIまたはCT)を実施し骨癒合を確認後、約1ヵ月の期間で1週間に1度の競技特性を考慮したアスレチックリハビリテーションを実施し、段階的に競技復帰に進めた。なお治療開始後3ヵ月で骨癒合した26例全例が骨癒合後約1ヵ月で競技復帰を果たした。

調査項目は、腰椎分離症の再発数並びに再発率と再発時期、さらに競技復帰後の再発の有無で非再発群、再発群の2群に分け、年齢、性別、競技種目、競技歴、分離椎弓部位、競技復帰前(治療開始後約3ヵ月)の身体機能として当院独自の腰椎分離症身体評価⁷⁾である、下肢柔軟性(15項目54点満点)、腰椎骨盤帯安定性(6項目24点満点)、運動制御機能(9項目27点満点)(表1~3)を調査した。腰椎骨盤帯安定性、運動制御機能については、正しい動作を指導し、セラピストが修正を加えたうえで実施可能かを評価した。なお非再発群は、骨癒合後9ヵ月の診察時または競技復帰後から診察までの期間に腰痛が発生しなかったものとした。一方、再発症例とは競技復帰後に再度腰痛を訴え、CTもしくはMRI撮影を行ない、再度同部位の腰椎分離症と診断されたものとした。

結 果

再発数、再発率は21例中2例、9.5%であった。また再発時期については、骨癒合後4ヵ月と6ヵ月であった。非再発群(n=19)並びに再発群(n=2)の年齢、性別、競技種目、競技歴、分離椎弓部位については、表4に示すとおりであった。再発群の2例に共通するものとして、性別として女性が挙げられた。なお、女性の再発率は40%(2/5例)であった。

次に身体機能3項目(下肢柔軟性、腰椎骨盤帯安定性、運動制御機能)について、非再発群と再発群の結果を表5に示す。再発群の症例1は、腰椎骨盤帯安定性が非再発群の第1四分位範囲よりも低値であった。一方、症例1の下肢柔軟性、運動制御機能並びに、症例2の3項目全てにおいて、非再発群と比較すると同等の値であり、身体機能の低下はなかった。

考 察

本研究では腰椎分離症の再発率が9.5%、再発時期は競技復帰後4~6ヵ月であった。また、属性として女性、身体機能として、競技復帰前の腰椎骨盤帯機能の改善が不十分な症例が、再発する可能性が示唆された。

再発率について、本研究では骨癒合後競技復帰し比較的早期の再発を9.5%(2例)に認めた。先行論文³⁾では、骨癒合後に競技復帰した症例の26%が再発したと報告されており、競技復帰前に身体機能の改善が十分に図られないまま競技復帰したことが、再発した原因と考察されている。われわれの結果は、先行論文と比較し再発率は低かったが、その理由として競技復帰前の3ヵ月間に行なったコンディショニングにより、柔軟性、腰椎骨盤帯安定性、運動制御機能の改善が図られた可能性が考えられる。また、本研究では再発の定義を同部位としているが、先行論文³⁾では再発の定義を同部位のみとはしていないことから、再発率に差があった可能性も示唆される。さらに、本研究ではフォローアップ率が81%

表1 柔軟性評価項目(54点満点)

	1点	2点	3点	4点
Finger Floor Distance	指先が膝より上	指先が膝~床の間	床に指がつく	床に手の平がつく
Straight Leg Raise (左右)	<70°	70°~90°	90°≤	
Hip Heel Distance (左右) ^{*1}	5 cm 以上	5 cm~0 cm	0 cm	
Thomas test 変法 (左右) ^{*2}	<股関節伸展 0°	股関節伸展 0°	股関節伸展 0°<	
仰臥位股関節外旋 (左右)	<0°	0~20°	20°~45°	45°≤
仰臥位股関節内旋 (左右)	<0°	0~20°	20°~45°	45°≤
腹臥位股関節内旋 (左右) ^{*3}	<0°	0~20°	20°~45°	45°≤
荷重下足関節背屈 (左右) ^{*4}	<0°	0~20°	20°~45°	45°≤

*1: 腹臥位で他動で片側膝関節を最大屈曲させた際の、臀部と踵の距離を計測

*2: ベット上仰臥位で片脚膝、股関節を屈曲させ、反対側をベットから出し股関節の伸展可動域を計測

*3: 腹臥位で膝関節を90°屈曲位とし、下腿の傾斜角度を股関節内旋角度として計測

*4: 床上で片脚膝関節、股関節最大屈曲位で足関節を背屈させた角度を計測

表2 腰椎骨盤帯安定性評価項目 (24点満点)

	1点	2点
prone single hip extention (左右)* ¹	骨盤の回旋あり	なし
prone single hip internal rotation (左右)* ²	骨盤の回旋あり	なし
Active Straight Leg Raise (左右)* ³	骨盤の回旋あり	なし
single hip up (左右)* ⁴	骨盤の回旋あり	なし
四つ這い片手挙げ (左右)* ⁵	胸郭の回旋あり	なし
四つ這い片足挙げ (左右)* ⁶	骨盤の回旋あり	なし

*1: 腹臥位で床から片側下肢を 10 cm 挙上した際の骨盤の回旋を確認
 *2: 腹臥位で片側膝関節を 90° 屈曲位とし、最大内旋位まで下腿を傾斜させた際の骨盤の回旋を確認
 *3: 仰臥位で床から片側下肢を 20 cm 挙上した際の骨盤の回旋を確認
 *4: 開始肢位を支持側膝関節 90° 屈曲位、反対側下肢は hip up した際に、支持側大腿と同等の高さまで挙上し、骨盤の回旋を確認
 *5, 6: 四つ這いから、片脚上肢・下肢を床と水平位まで挙上した際の、胸郭または骨盤の回旋を確認

表3 運動制御機能評価項目 (27点満点)

	1点	2点	3点	4点
スクワットテスト (平面)* ¹	後頭部/胸椎/仙骨が棒に接触できない	できる		
スクワットテスト (段差)* ²	後頭部/胸椎/仙骨が棒に接触できない	できる		
壁立位上肢挙上テスト* ³ (両側/片側)	壁立位が保持不可	壁に接地するまで上肢挙上不可	壁に接地するまで上肢挙上可能	
立位 hip extention test* ⁴ (左右)	股関節伸展不能	骨盤を押さえると股関節伸展可能	股関節伸展可能	
lunge rotation test* ⁵ (左右)	姿勢保持不可能	実施可能も良肢位* ⁶ 保持不可	良肢位* ⁶ で実施できるが、体幹の回旋が 45 度未満	体幹の回旋が 45 度以上可能

*1: 体幹、下腿の傾斜が平行になるようにスクワット姿勢を保持
 その際 100 cm の棒を被験者の背面にあて後頭部、胸椎中部 (Th4~6)、仙骨が全て接触するかを確認
 *2: スクワットを前足部のみ段差にのせ、後足部は浮かした状態で実施。確認方法は*1と同様
 *3: 踵を壁から 5 cm 離して背面全てを壁に接触させた立位を保持。その後、両上肢・片側上肢を挙上する際に、腰椎の過剰な前弯 (検査者の手の平が壁と被験者の腰部の間に抵抗なく通る場合は過剰と判断) がないかを確認
 *4: 体前面全てを壁に接触させた立位を保持。その後、片脚股関節伸展が骨盤の回旋なく可能かを確認
 *5: 100 cm の棒を頭の後ろで床と水平になるように両上肢で保持する。良肢位の lunge positio を保持し、前足側に体幹を回旋した際に、良肢位、棒の水平が保持可能かを確認
 *6: 前足が膝関節 90° 屈曲位、前額面において足膝が neutral position となる lunge position

(21/26) でやや低いことも再発率の差に影響した可能性がある。そして成長期スポーツ選手は、再発しても必ずしも再診するとは限らないこと、本疾患は再発しても腰痛が発生するとは限らないことを踏まえたうえで、再発率については理解すべきである。当院では運動中止期間のコンディショニング介入を 3 ヶ月、その後アスレチックリハビリテーションを 1 ヶ月、計 4 ヶ月の理学療法介入を実施するが、競技復帰後早期には再発が一定数発生することを念頭におき定期的な身体機能の確認が必要であると考える。

次に再発症例 1, 2 に共通する属性として女性が挙げられ、女性の再発率が 40% (2/5 例) と男性の再発率 0% と比較すると多かった。先行論文では、分離症の発生、再発、いずれも男性^{8, 9)} に多いとされているが、男性に多かった理由の推察などは述べられていない。また、成長期長距離陸上選手を対象とした疲労骨折発生の前向き調査では、脛骨では女性に、中足骨は男性に多く発生すると報告されている¹⁰⁾。このように、疲労骨折の

部位や競技種目、さらに初発または再発などの違いにより性差が存在すると考えられるため、性差については今後のさらなる検討が必要と考える。

次に非再発群に比較し、症例 1 は競技復帰前の腰椎骨盤帯安定性の数値が低い傾向であった。腰椎骨盤帯安定性の低下は、分離症発症における身体的特徴⁷⁾とされている。腰椎骨盤帯安定性低下は、深部体幹筋 (多裂筋や腹横筋) の機能低下による、腰椎の分節的安定性低下を示しているとされる^{11, 12)}。したがってスポーツ動作中の腰椎の分節的不安定性により、腰椎の過剰な伸展回旋の動きを抑制することができなかったために、再発に至った可能性がある。

一方競技特性については、野球やサッカー¹³⁾、投擲・新体操・ボート¹⁴⁾、などが分離症発生の多いスポーツと報告されている。また再発に関してスイング動作を行なうスポーツに再発が多い⁹⁾とされている。われわれの研究における再発症例 1 は、ソフトボール選手であり、ダッシュやスイング動作時に腰痛を訴えていた。また症

表 4 対象者属性

n=21	非再発群 (n=19)		再発群 (n=2)	
			症例 1	症例 2
年齢 (歳)	14.0±1.6		12	16
性別	男:女 16:3		女	女
競技種目	野球	8例	ソフトボール	ハンドボール
	サッカー	5例		
	陸上	4例		
	その他	2例		
競技歴 (年)	5.3 (0.8~12)		6	0.5
脊椎高位	L5	15	L5	L4
	L4	5		
	多発例	1		
分離横位	片側	10例	片側分離	片側分離
	両側	8例		

表 5 非再発群/再発群の身体機能

	(点)	下肢柔軟性	腰椎骨盤帯安定性	運動制御機能
非再発群*		44 (41~46)	18 (15~19)	21 (17~23)
再発群	症例 1	42	14	24
	症例 2	45	15	18

*非再発群の数値は、中央値 (第1四分位範囲-第3四分位範囲) を表す

例 2 は、ハンドボール選手であり、ジャンプシュート時に腰痛を訴えていた。両症例とも左片側腰椎分離症であったことから、スイング動作やジャンプシュート時に腰椎の過剰な伸展回旋動作が起こり、片側性のストレスに繋がった可能性が考えられる。しかし、非再発群においてもスイング動作の多い野球、サッカーが約 70% を占めており、スイング動作の多い競技に再発が多いという、競技特性については、本研究からは言及できないと考える。

これらのことから骨癒合後競技復帰する際には、属性としては女性、身体機能として腰椎骨盤帯安定性が十分に改善していない選手については、再発のリスクがある可能性を考慮に入れ、競技復帰を慎重に進め、身体機能のケアの継続が必要であると考えられる。

研究限界として、症例数が少ないため 2 群間での統計学的比較検討が行えなかったこと、調査期間が骨癒合後約 9 ヶ月 (9 ヶ月~1 年) と短いこと、非再発症例に関しては画像検索をしていないため、腰椎分離症が再発していないことを否定はできないこと、再発時の身体機能評価はできていないため、競技復帰後の身体機能の状態は把握できていないこと、今回抽出された特徴が、分離症発生要因か再発要因であるかまでは不明であることなどが挙げられる。

結 語

初期腰椎分離症と診断され、その後骨癒合が確認され競技復帰した症例の再発率、再発時期を調査し、さらに再発症例の属性と身体機能を検討した。本研究では、競技復帰後比較的早期の再発症例が 9.5% に認められ、再

発症例には、属性として女性、身体機能として腰椎骨盤帯安定性の低下という特徴があった。

文 献

- 1) Sairyo K et al: Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace: what type and how long?: Clinical article. J Neurosurg Spine, 16: 610-614, 2012.
- 2) Selhorst M et al: Long-term clinical outcomes and factors that predict poor prognosis in athletes after a diagnosis of acute spondylolysis: a retrospective review with telephone follow-up. J Orthop Sports Phys Ther, 46: 1029-1036, 2016.
- 3) Sakai T et al: Conservative treatment for Bony Healing in Pediatric Lumbar Spondylolysis. Spine, 42: E716-E720, 2017.
- 4) 越川亮ほか：ヒト腰椎変形量の推移よりみた脊椎分離の成因に関する力学的研究. 体力科学, 28: 56-72, 1979.
- 5) Sakamaki T et al: Normal and spondylolytic pediatric spine movements with reference to instantaneous axis of rotation. Spine, 27: 141-145, 2002.
- 6) 佐藤正裕ほか：発育期腰椎分離症。競技復帰に向けたエクササイズ. 臨スポーツ医, 33: 1000-1008, 2016.
- 7) 大嶺俊充ほか：成長期スポーツ選手における腰椎分離症症例の治療前身体機能の特徴. 整スポ会誌, 39: 51-56, 2019.
- 8) 西良浩一：スポーツ選手の腰椎疲労骨折の病態と低

- 侵襲治療. 臨スポーツ医, 29: 823-832, 2012.
- 9) 辰村正紀ほか: 腰椎分離症における保存療法後再発例の特徴. 日臨スポーツ医会誌, 26: 451-458, 2018.
 - 10) Tenforde AS et al: Identifying sex-specific risk factors for stress fractures in adolescent runners. *Med Sci Sports Exerc*, 45: 1843-1851, 2013.
 - 11) Panjabi M et al: 脊椎ローカル安定化システムの筋機能のレビュー. 斎藤昭彦 (訳). 脊椎の分節的安定性のための運動療法. 第1版, エンタプライズ株式会社, 東京: 17-34, 2002.
 - 12) Liebson C et al: The active straight leg raise test and lumbar spine stability. *PM R*, 1: 530-535, 2009.
 - 13) 松本學: 腰部障害の保存的治療. 臨スポーツ医, 23: 1301-1309, 2006.
 - 14) Soler T et al: The prevalence of spondylolysis in the Spanish elite athlete. *Am J Sports Med*, 28: 57-62, 2000.

小・中学野球選手における 全身関節弛緩性と肘障害の関係

Relationship between Whole General Joint Laxity and Elbow Pain during Pitching in Elementary and Junior High School Baseball Players

渡部健太郎¹⁾ Kentaro Watanabe 飯島 裕生²⁾ Yuki Iijima
倉品 渉¹⁾ Wataru Kurashina 山口 雄史³⁾ Yuji Yamaguchi
矢野雄一郎⁴⁾ Yuichiro Yano 笹沼 秀幸^{2,4)} Hideyuki Sasanuma

● Key words

全身関節弛緩性, 肘障害, 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎

● 要旨

目的：小・中学野球選手の肘障害と全身関節弛緩性（GJL）の関係を調査することを目的とした。
方法：男子小・中学野球選手 915 名（小学生 491 名，中学生 424 名）を GJL 陽性群と陰性群で分け、肘障害の割合を調査した。

結果：小学生，中学生の肘障害はそれぞれ GJL 陽性群で 14 名（23.7%），8 名（40%），GJL 陰性群で 115 名（26.6），99 名（24.5%）であった。過去の肘障害はそれぞれ GJL 陽性群で 18 名（40%），12 名（63%），GJL 陰性群で 157 名（36%），237 名（59%）であった。超音波検査で肘小頭離断性骨軟骨炎と診断された選手は GJL 陽性群 3 名（3.8%），GJL 陰性群 22 名（2.6%）であった。GJL 陽性群と GJL 陰性群において肘障害の頻度に有意差は認めなかった。

結論：小・中学野球選手の肘障害と GJL に関連性はみられなかった。

はじめに

本邦の成長期野球選手に対する大規模メディカルチェックでは超音波検査や理学所見によって身体的特徴の評価を行ない、必要に応じて医療機関受診を促すことが障害の早期発見に役立ち、最終的に障害予防につながる。投球障害発生要因として肩関節外旋可動域や¹⁻³⁾、胸椎後弯角^{4,5)}、肘伸展制限が関係すると報告されている⁴⁾。これらの可動域を評価することが障害予防に有用とされているが、可動域に影響を及ぼす身体特性の一つとして全身関節弛緩性（以下 GJL）がある。GJL は男子中高生の 10~15% が陽性であることが報告されており⁶⁾、競技種目、年齢、性別によって変化するとされて

いる^{7,8)}。また、スポーツ障害との関連性についてはさまざまな報告がされているが野球における一定の見解は得られていない。今回、小・中学野球選手の肘障害と GJL の関係を調査したので報告する。

対象と方法

対象は 2018 年 12 月から 1 月のシーズンオフの時期に栃木県内の野球肘検診に参加した小・中学野球選手 915 名で全例男性とした。小学生野球選手は 491 名，中学生野球選手は 424 名であった。

全選手に年齢（歳），身長（cm），体重（kg），競技歴（年），ポジション（投手もしくは野手），現在の肘痛と過去の肘痛を問診し，理学所見として上腕骨内側上顆，

渡部健太郎
〒329-4498 栃木市大平町川連 420-1
とちぎメディカルセンターしもつがりハビリテーションセンター
TEL 0282-22-2551

1) とちぎメディカルセンターしもつがりハビリテーションセンター
Rehabilitation Center, Tochigi Medical Center Shimotsuga
2) 自治医科大学病院整形外科
Department of Orthopaedics, Jichi Medical University Hospital
3) 獨協医科大学病院整形外科
Department of Orthopaedics, Dokkyo Medical University Hospital
4) とちぎメディカルセンターしもつがスポーツ健康科
Department of Sports Health, Tochigi Medical Center Shimotsuga

尺骨肘頭、腕橈関節の圧痛、肘関節外反ストレステスト、肘関節過伸展ストレステスト、GJL の評価を行なった。また超音波検査で上腕骨小頭離断性骨軟骨炎（以下OCD）を調査した。肘障害ありの定義は、問診で肘痛のある選手、または、理学所見で肘の圧痛もしくはストレス痛がみられた選手とした。OCD の診断は、超音波検査で石崎の分類 Stage I 以上のものとした⁹⁾。GJL の評価には Carter test を用いた。配点は、手関節・手指・肘関節・膝関節・足関節については左右を区別し陽性であれば各1点として合計10点満点で評価した。合計6点以上をGJL陽性とした。手関節では母指が前腕に着くこと、手指は示指-小指が前腕と平行になること、肘関節は10°以上過伸展すること、膝関節は10°以上過伸展すること、足関節ではしゃがみ位で45°以上背屈すること、とした(図1)。小学生・中学生の各世代において、GJL陽性群とGJL陰性群に分け肘障害の割合を比較した(主要評価項目)。また、副次評価項目としてGJL陽性の基準を①Carter test 4点以上、②上肢のみの6項目中3点以上とした場合においても肘障害との関連を調査した。本研究はとちぎメディカルセンターしもつが倫理委員会の承認(承認番号:131)を得て実施した。

統計学的検討は、統計解析用ソフト SPSS ver.22 を使用し、 χ^2 検定を用いた。有意水準は5%とした。

結 果

1. GJL 陽性者と陰性者の選手背景

GJL 陽性は、小学生491名のうち59名(12.0%)、中学生424名のうち20名(4.7%)であった。小学生、中

学生の年齢、身長、体重、競技歴、ポジションは、GJL陽性群とGJL陰性群で有意な差はみられなかった(表1、表2)。

2. GJL 各項目の陽性者数と陽性率

小学生における各項目の陽性者数(陽性率)は、手関節は投球側168人(34.2%)・非投球側166人(33.8%)、手指は投球側79人(16.1%)・非投球側89人(18.1%)、肘関節は投球側156人(31.8%)・非投球側177人(36.0%)、膝関節は投球側44人(9.0%)・非投球側44人(9.0%)、足関節は投球側110人(22.4%)・非投球側107人(21.8%)であった(表3)。各項目における投球側・非投球側のGJL陽性率に有意差は認めなかった。

中学生における各項目の陽性者数(陽性率)は、手関節は投球側113人(26.7%)・非投球側93人(21.9%)、手指は投球側43人(10.1%)・非投球側45人(10.6%)、肘関節は投球側59人(13.9%)・非投球側62人(14.6%)、膝関節は投球側35人(8.3%)・非投球側37人(8.7%)、足関節は投球側71人(16.7%)・非投球側72人(17.0%)であった(表4)。各項目における投球側・非投球側のGJL陽性率に有意差は認めなかった。

3. GJL と OCD の関連性

超音波検査でOCDはそれぞれ小学生13名(2.6%)、中学生12名(2.8%)にみられた。GJL陽性はそれぞれ2名、0名であり、OCD有無とGJL有無で有意差はみられなかった。

4. GJL と肘障害の関連性

小学生の肘障害はGJL陽性群14名(27.3%)に対し



図1 Carter test

陽性判定基準。1：母指が前腕に着く。2：示指-小指が前腕と平行。3：肘が10°以上過伸展する。4：膝が10°以上過伸展する。5：しゃがみ位で45°以上背屈する。

表1 小学生 デモグラフィックデータ

	GJL 陽性	GJL 陰性	P-value
年齢(歳)	10.5±0.8	10.6±1.0	0.373
身長(cm)	142.2±8.3	143.2±8.2	0.381
体重(kg)	36.3±8.7	37.5±8.3	0.294
競技歴(年)	2.9±1.0	3.0±1.4	0.603

表2 中学生 デモグラフィックデータ

	GJL 陽性	GJL 陽性	P-value
年齢(歳)	13.4±0.6	13.5±0.6	0.651
身長(cm)	163.8±7.0	163.3±7.4	0.746
体重(kg)	55.3±8.8	53.2±9.5	0.370
競技歴(年)	5.6±1.4	5.3±1.8	0.483

表3 小学生 ラキシティースコア

		GJL 陽性	GJL 陰性	陽性率 (%)	P-value
手関節	投球側	168	323	34.2	0.893
	非投球側	166	325	33.8	
手指	投球側	79	412	16.1	0.397
	非投球側	89	402	18.1	
肘関節	投球側	156	335	31.8	0.157
	非投球側	177	314	36.0	
膝関節	投球側	44	447	9	1
	非投球側	44	447	9	
足関節	投球側	110	381	22.4	0.818
	非投球側	107	384	21.8	

表4 中学生 ラキシティースコア

		GJL 陽性	GJL 陰性	陽性率 (%)	P-value
手関節	投球側	113	311	26.7	0.109
	非投球側	93	331	21.9	
手指	投球側	43	381	10.1	0.822
	非投球側	45	379	10.6	
肘関節	投球側	59	365	13.9	0.768
	非投球側	62	362	14.6	
膝関節	投球側	35	389	8.3	0.805
	非投球側	37	387	8.7	
足関節	投球側	71	353	16.7	0.927
	非投球側	72	352	17.0	

てGJL陰性群115名(26.6%)であった(表5)。また、中学生の肘障害はGJL陽性群8名(40.0%)に対してGJL陰性群99名(24.5%)であった。それぞれGJLの有無で肘障害に有意差はみられなかった(表6)。一方で、過去に肘痛のある小学生選手でGJL陽性群は18名(30.5%)でありGJL陰性群は157名(36.3%)であった(表7)。また、過去に肘痛のある中学生選手はGJL陽性群12名(63.2%)、GJL陰性群237名(58.5%)であった。いずれの項目においてGJL陽性群と陰性群において有意差は認めなかった(表8)。

5. GJLの陽性基準をCarter test 4点以上、上肢のみの6項目中3点以上とした際の肘障害とGJLとの関連性
GJLの陽性基準をCarter test 4点以上とした場合、小学生の肘障害はGJL陽性群30名(22.1%)、GJL陰性群99名(27.9%)であった。また、中学生の肘障害は

GJL陽性群22名(31.0%)、GJL陰性群85名(24.1%)であった。一方で、GJLの陽性基準を上肢のみの6項目中3点以上とすると小学生の肘障害はGJL陽性群19名(21.6%)、GJL陰性群110名(27.3%)であり、中学生の肘障害はGJL陽性群9名(25.7%)、GJL陰性群98名(25.2%)であった。いずれのGJLの陽性基準においても陽性群と陰性群とで肘障害に有意差は認めなかった(表9)。

考 察

Carter testはエーラス・ダンロス症候群やマルファン症候群など遺伝子異常による結合組織柔軟性を評価するために作られ、スポーツ選手の全身柔軟性評価としても用いられるようになった。GJLの特徴として、年齢を重ねていくと陰性化していくことが報告されている⁷⁾。

表5 小学生 肘障害とGJLの関係

	肘障害あり	肘障害なし	P-value
GJL 陽性	14	45	0.636
GJL 陰性	115	317	

表7 小学生 過去の肘痛とGJLの関係

	肘障害あり	肘障害なし	P-value
GJL 陽性	18	41	0.380
GJL 陰性	157	275	

表6 中学生 肘障害とGJLの関係

	肘障害あり	肘障害なし	P-value
GJL 陽性	8	12	0.119
GJL 陰性	99	305	

表8 中学生 過去の肘痛とGJLの関係

	肘障害あり	肘障害なし	P-value
GJL 陽性	12	7	0.688
GJL 陰性	237	168	

表9 GJL 陽性を Carter test4 点以上にした場合、上肢のみの 6 項目中 3 点以上とした場合の肘障害と GJL の関係

		GJL	肘障害あり	肘障害なし	P-value
GJL 陽性基準 carter test 4 点以上	小学生	陽性	30	106	0.189
		陰性	99	256	
	中学生	陽性	22	49	0.222
		陰性	85	268	
上肢 6 項目中 3 点以上	小学生	陽性	19	69	0.271
		陰性	110	293	
	中学生	陽性	9	26	0.946
		陰性	98	291	

今回の調査では小学生野球選手の GJL 陽性率が約 12.0%，中学生野球選手の GJL 陽性率が約 4.5%であり先行研究結果と同様の傾向を示したことから本研究の GJL 測定結果は妥当だったと考える。

野球選手の投球障害は胸椎・肩甲帯・上肢の可動域と関係があるとされている^{1~5)}。今回、投球による肘障害の要因として GJL が関連しているかについて調査し、肘障害・過去の肘痛共に GJL との間に有意差は認めなかった。今研究では、GJL 陽性の定義を 6 点以上として検討を行なっているが、GJL 陽性を Carter test4 点以上に緩めた場合、上肢のみの 6 項目中 3 点以上とした場合も肘障害と GJL に有意差はみられなかった。このことから、野球選手の肘障害と GJL の関連性が低いことが示唆された。

本研究結果より、投球障害予防には肩関節外旋や、胸椎後弯角、肘伸展可動域を獲得することが重要であるが GJL は関与しない可能性がある。先行研究でも、投球障害の一因とされている肩 90° 外転位での内旋可動域は GJL と関係しないと報告されており¹⁰⁾ 本研究を支持する結果といえる。

本研究の限界として以下の 2 点が挙げられる。1 つ目は今回の結果が小・中学野球選手以外に適用できない可能性があること。GJL には性差があると言われており、今回の調査結果とは異なる結果となる可能性がある。2 つ目に野球肘検診はシーズンオフに行なっており、シーズン中に行くと肘障害との関連がみられる可能性がある。

結 語

小・中学野球選手の肘障害と GJL の間に関連性はみられなかった。

文 献

- 1) 宮下浩二ほか：投球障害肘を生じた野球選手の投球動作における肩関節外旋運動。日臨スポーツ医会誌, 15: 250-256, 2007.
- 2) Harada M et al: Risk factors for elbow injuries among young baseball players. J Shoulder Elbow Surg, 19: 502-507, 2010.
- 3) Garrison JC et al: Shoulder range of motion deficits in baseball players with an ulnar collateral ligament tear. Am J Sports Med, 40: 2597-2603, 2012.
- 4) Sakata J et al: Physical risk factors for a medial elbow injury in junior baseball players: a prospective cohort study of 353 players. Am J Sports Med, 45: 135-143, 2017.
- 5) 小山太郎ほか：投球動作における肩最大外旋時の肩甲上腕関節水平伸展角度に影響を与える因子。日臨スポーツ医会誌, 24: 10-16, 2016.
- 6) Sacks HA et al: Generalized joint laxity in orthopaedic patients: Clinical manifestations, radiographic correlates, and management. J Bone Joint Surg Am, 101: 558-566, 2019.
- 7) 佐々木誠人ほか：関節弛緩性の検討—年齢・性を中心としたその傾向について—。整外と災外, 38: 1199-1201, 1990.
- 8) 河原勝博ほか：宮崎県少年選手におけるメディカルチェッカー—障害・外傷と関節弛緩性・筋柔軟性との関連について—。日臨スポーツ医会誌, 18: 59-66, 2010.
- 9) 石崎一穂：よくわかる野球肘 離断性骨軟骨炎。第 1 版, 全日本病院出版会, 東京: 93-117, 2013.
- 10) 飯田博己ほか：少年野球選手の肩関節内旋制限と筋柔軟性および関節弛緩性の関連。日私立医大理療会誌, 40-42, 2004.

発育期腰椎分離症患者のリハビリテーション・ 競技復帰プロトコルの検討

Prospective Study of Rehabilitation Protocol for Return to Competitive Sports in Pediatric Lumbar Spondylolysis

山田 隼也 Shunya Yamada
福山 陽子 Yoko Fukuyama

伊藤 雅流 Masaru Ito
米田 實 Minoru Yoneda

● Key words

発育期腰椎分離症, リハビリテーション, スポーツ復帰

● 要旨

超初期・初期の発育期腰椎分離症患者 20 例に対して, 短期間の運動休止と段階的にスポーツの一部を行なわせるリハビリテーション・競技復帰プロトコルを前向き研究として施行した. 結果, 全 20 例のうち 17 例 (85%) は約 1.5 ヶ月時点にて CT 所見で分離部の亀裂進行は認められず, 18 例 (90%) は約 3 ヶ月 (2 例: 約 4 ヶ月) 時点にて骨癒合傾向を認めた. 全対象のうち 12 例 (60%) が初診後約 3 ヶ月にて運動復帰も可能であった.

特に超初期・初期例においては, 約 1.5 ヶ月の時点で癒合傾向であれば短期間の運動休止のみで, 早期の競技復帰と骨癒合を目指すことができる可能性がある.

はじめに

腰椎分離症の治療法は従来, 約 3 ヶ月間のスポーツ休止や装具療法^{1, 2)}が主流であったが, 近年杉浦らは装具療法中のエクササイズについて報告³⁾し, 大場はスポーツの完全休止をしたうえでアスレティックリハビリテーションを施行し, 良好な成績を得たと報告⁴⁾するなど, 早期の段階での積極的な運動療法が推奨され始めている.

本研究の目的は超初期・初期の発育期腰椎分離症に対して, 短期間の運動休止のみで初診後約 3 ヶ月にてスポーツに完全復帰させ, かつ骨癒合も目指した競技種目別のリハビリテーション・競技復帰プロトコルを作成し, 検討することである.

対象と方法

2018 年 2 月 1 日から 2019 年 1 月 31 日まで腰痛を主

訴に当院を受診し, 発育期腰椎分離症と診断された 109 名中, 西良分類の超初期から初期⁵⁾, または大場分類の Stage 0 から I (Stage I a~I c)⁶⁾と診断されたのは 81 名であった. その中で野球, サッカー, バasketボール, バレーボール競技者で週 1 回以上のリハビリテーション通院 (当院関連施設含む) にて当院独自に作成したプロトコル (図 1~3) を施行することに同意した 20 例を対象とした. 再発例, 多椎体例, 反対側偽関節例は除外した. 本研究の対象症例にプロトコルの途中でドロップアウトした症例はなかった.

初診時, 初診から約 1.5 ヶ月 (6 週~2 週から+3 週) 経過診察時, 初診から約 3 ヶ月 (12 週~4 日から+5 週 5 日) 経過診察時点にて MRI STIR (short-tau inversion recovery) による冠状断像と, 罹患椎に限局した CT 検査 (斜位水平断と矢状断) を施行し, 臨床所見 (柔軟性と疼痛) を評価した. 柔軟性の評価は Heel Buttock Distance (以下 HBD) と, Finger Floor Distance (以下 FFD) を床下・床上距離で記載し, 疼痛の評価は棘突起部圧痛を Numerical Rating Scale (以下 NRS) に

山田隼也
〒451-0053 名古屋市区枇杷島1丁目11-5
医療法人米田病院
TEL 052-521-6406/FAX 052-531-7869
E-mail s-yamada@yoneda.or.jp

特定医療法人米田病院
Yoneda Hospital

リハビリ内容		競技復帰内容	
初診時	股関節周囲のストレッチ (装具装着までの 1週間~2週間)	スポーツ休止	
1 w	体幹トレーニング ・フロントブリッジ ・サイドブリッジ ・ハンド・ニー 等		
2 w	バランス訓練 股関節周囲の トレーニング (OKC)		
3 w	エアロバイク開始 (低負荷で息が上がら ない程度)		ボールを使った アップ練習のみ許可
4 w	エアロバイク (通常負荷で開始) スクワット カーフレイズ CKC訓練開始		3 : 1 ボール回し 基礎のパス練習まで許可
5 w			
1.5M経過診察			

6 w	ジョギング開始 (30分まで) ランジ	前後左右の直線的 なCKC訓練 ミニゲーム参加許可 (接触プレー禁止 パスの中継程度) ※シュート練習禁止
7 w	サイドステップ Knee bent walk 等 直線的なCKC訓練開始	
8 w	ランニング開始 アジリティトレーニング 開始	ラダートレーニング ヘディング・シュート 練習開始 ロングキック練習開始
9 w	ステップワーク指導 シュートフォーム確認	
10 w	実際の練習に近い内容を 推奨	ナイト型ブレース装着下 にて練習試合部分参加 許可
11 w	サーキットトレーニング アスレティックリハビリ テーション継続	
3M経過診察 スポーツ完全復帰考慮		

図1 当院のリハビリテーション・競技復帰プロトコル (サッカー)

OKC : open kinetic chain (開放性運動連鎖).

CKC : closed kinetic chain (閉鎖性運動連鎖).

リハビリ内容		競技復帰内容	
初診時	股関節周囲のストレッチ (装具装着までの 1週間~2週間)	スポーツ休止	
1 w	体幹トレーニング ・フロントブリッジ ・サイドブリッジ ・ハンド・ニー 等		
2 w	バランス訓練 股関節周囲の トレーニング (OKC)		
3 w	エアロバイク開始 (低負荷で息が上がら ない程度)		軽いキャッチボール許可 軽い素振り許可
4 w	エアロバイク (通常負荷で開始) スクワット カーフレイズ CKC訓練開始		通常負荷で素振り許可
5 w			
1.5M経過診察			

6 w	ジョギング開始 (30分まで) ランジ	昼間キャッチボール許可 直線的な動きの筋力強化
7 w	サイドステップ Knee bent walk 等 直線的なCKC訓練開始	
8 w	ランニング開始 アジリティトレーニング 開始	ノック参加 トスバッティング許可 ダッシュ本数制限し参加
9 w	ステップワーク指導	バッティング練習許可 遠投許可 ピッチング許可 (共に回数制限)
10 w	実際の練習に近い内容を 推奨	バッティング練習許可 遠投許可 ピッチング許可 (回数制限なし)
11 w	サーキットトレーニング アスレティックリハビリ テーション継続	ナイト型ブレース装着下 にて練習試合に部分参加 許可
3M経過診察 スポーツ完全復帰考慮		

図2 当院のリハビリテーション・競技復帰プロトコル (野球)

OKC : open kinetic chain (開放性運動連鎖).

CKC : closed kinetic chain (閉鎖性運動連鎖).

て、伸展時・運動時痛を Visual Analog Scale (以下VAS) にて記録した。原則としてプロトコルを早めることはしなかった。臨床所見については、初診時から約1.5ヵ月経過診察時、初診時から約3ヵ月経過診察時、約1.5ヵ月経過診察時から約3ヵ月経過診察時までの結果を反復測定による一元配置分散分析を用いて検討し、有意水準を5%とした。対象患者には1例を除き腰椎後方硬性装具(ナイト型ブレース)を処方し装着する

よう指示したが、プロトコル内での装具装着のコンプライアンスは問わず対象とした。

当院における各競技別のリハビリテーション・競技復帰プロトコルを示す(図1~3)。初診時、診断後より3週までは全種目で同一のプロトコルを施行し、サッカー、バスケットボールでは3週経過時点より、野球では4週経過時点より競技特異的動作訓練を開始。初診時から約1.5ヵ月経過時点にて画像検査および臨床所見を

	リハビリ内容	競技復帰内容	
初診時	股関節周囲のストレッチ (装具装着までの 1週間~2週間)	スポーツ休止	
1 w			体幹トレーニング ・フロントブリッジ ・サイドブリッジ ・ハンド・ニー 等
2 w	バランス訓練 股関節周囲の トレーニング (OKC)		
3 w	エアロバイク開始 (低負荷で息が上がら ない程度)		ボールを使った アップメニューのみ許可
4 w	エアロバイク (通常負荷で開始) スクワット カーフレイズ CKC訓練開始		基礎のパス練習まで許可 スクワットなどの CKC訓練を中心に行う
5 w			
1.5M経過診察			
6 w	ジョギング開始 (30分まで) ランジ	ドリブル練習(非対人) シュート練習 (フリースローライン以内) ジョギング許可(30分以内)	
7 w	サイドステップ Knee bent walk 等 直線的なCKC訓練開始		
8 w	ランニング開始 アジリティトレーニング 開始	対人許可(低負荷)1on1 リバウンド練習(非対人) ステップ練習参加 ランニング(30分まで) ダッシュ本数制限で参加	
9 w	ステップワーク指導 シュートフォーム確認	ジャンプ許可 リバウンド練習(対人) シュート練習(3ポイント) ハーフコート練習参加	
10 w	実際の練習に近い内容を 推奨	対人許可(高負荷)1on1 ダッシュ許可 オールコート練習参加	
11 w	サーキットトレーニング アスレティックリハビリ テーション継続	ナイト型ブレース装着下 にて練習試合に部分参加 許可	
3M経過診察 スポーツ完全復帰考慮			

図3 当院のリハビリテーション・競技復帰プロトコル (バスケットボール)

OKC : open kinetic chain (開放性運動連鎖).

CKC : closed kinetic chain (閉鎖性運動連鎖).

確認し、その後、週別のプロトコルに準じて運動復帰を許可する。約1.5ヵ月時点での画像所見の改善傾向の判定は、MRI STIRで信号変化の改善およびCTで亀裂像の増悪がないこととし、3ヵ月時点での骨癒合傾向の判定はMRI STIRでの信号変化の消失もしくは軽減および、CTでの透亮もしくは、亀裂像の消失、もしくは縮小とした。約3ヵ月経過時に画像所見にて骨癒合傾向であり、臨床所見の改善が認められ、プロトコルの内容を12週まで行なっていれば競技への完全復帰を許可した。プロトコルの運用についてはプロトコル内での疼痛誘発や伸展時痛、競技動作を行なううえでの代償運動等の残存があればプロトコルを遅らせた。

結 果

それぞれの競技別対象者は、野球7例、サッカー7例、バスケットボール5例、バレーボール1例であった。罹患椎はL5が13例(65%)で全て片側、L4が5例(25%)のうち3例が両側、L3が2例(10%)で1例が両側罹患であり24ヵ所にMRI・CTで分離所見がみられた。各病期別にみると、西良分類では超初期10ヵ所、初期14ヵ所で、大場分類はStage 0 7ヵ所、Stage Ia 8ヵ所、Stage Ib 6ヵ所、Stage Ic 3ヵ所であった。本プロトコルでの病期別の癒合率は、西良分類では超初期10ヵ所中10ヵ所(100%)、初期が14ヵ所中12ヵ所(85.7%)で、大場分類Stage 0では7ヵ所中7ヵ所(100%)、Stage Iaが8ヵ所中7ヵ所(87.5%)、Stage Ibが6ヵ所中6ヵ所(100%)、うち1ヵ所は約1.5ヵ月時点でプロトコルを延長、Stage

Icが3ヵ所中2ヵ所(66.6%)であった。

初診時よりプロトコルを開始し、約1.5ヵ月時点での画像評価にて改善傾向の17例は全て約3ヵ月で癒合傾向であった。

残りの3例において、1例では初診から約1.5ヵ月経過時点でプロトコルの進行を止め、初診から約3ヵ月経過時点で骨癒合傾向を認めたため、そこからプロトコルの6週以降の競技復帰内容を段階的に許可した(表1:症例番号9)。残りの2例(表1:症例番号3,18)は骨癒合傾向が認められなかったがスポーツ復帰を希望したため、リハビリテーションを継続しながら段階的に競技復帰内容を許可して経過観察を行なった。症例3は初診後約6ヵ月後、症例18は初診後約4.5ヵ月後に画像検査を施行した。前者はその後も診察にて画像検査を行なう予定であったが来院されず、後者は骨癒合傾向は認められなかった。これら悪化症例は初診から約3ヵ月後より運動復帰を希望したため、リハビリテーションを継続して経過観察を行ない、段階的に運動復帰を許可した。

初診時のHBDの平均は両側ともに12cm、約3ヵ月経過時点では、両側ともに8.3cm、FFDは初診時平均床上3.9cmで約3ヵ月経過時点では床下7.7cmであった(図4)。また、伸展時VASの初診時の平均は4.2cmで約3ヵ月経過時の平均は0.9cmであった。運動時VASの初診時平均は6.6cm、約3ヵ月経過時点での平均は0.7cmであった。棘突起圧痛のNRSは初診時平均4.1で、約3ヵ月時点は平均2.0であった(図5)。

これらすべての項目に、有意差を認めた($p < 0.05$)。臨床所見により約1.5ヵ月ごとの経過診察時点でプロト

表 1 20 例の内訳とそれぞれの状況

	年齢	性別	競技種目	罹患椎	3 ヶ月復帰状況	1.5 ヶ月画像経過	3 ヶ月画像経過
1	12 歳	男	サッカー	L5	○	○	○
2	14 歳	男	バスケットボール	L4	○	○	○
3	14 歳	男	バスケットボール	L5	※1 △	△	×
4	14 歳	男	野球	L5	○	○	○
5	16 歳	男	野球	L5	○	○	○
6	12 歳	女	サッカー	L5	○	○	○
7	13 歳	男	野球	L5	×	○	○
8	16 歳	男	バスケットボール	L5	※2 △	○	○
9	13 歳	男	バスケットボール	L4	×	△	○
10	15 歳	女	サッカー	L4	○	○	○
11	13 歳	男	サッカー	L4	○	○	○
12	15 歳	男	サッカー	L5	×	○	○
13	14 歳	女	サッカー	L5	○	○	○
14	16 歳	男	バスケットボール	L3	※2 △	○	○
15	13 歳	女	バレーボール	L5	○	○	○
16	16 歳	男	野球	L3	○	○	○
17	16 歳	男	野球	L5	○	○	○
18	14 歳	男	野球	L5	×	△	×
19	12 歳	男	野球	L5	×	○	○
20	15 歳	男	サッカー	L4	○	○	○

※1：設定したプロトコルより 2 週早くシュート練習や試合への復帰をしていた。

※2：画像検査が本人都合により約 4 ヶ月時点になり、その後にはスポーツへ復帰した。

3 ヶ月復帰状況：○プロトコルどおり復帰、×3 ヶ月で復帰できず。

画像評価：○骨癒合傾向、△悪化傾向、×骨癒合みられず。

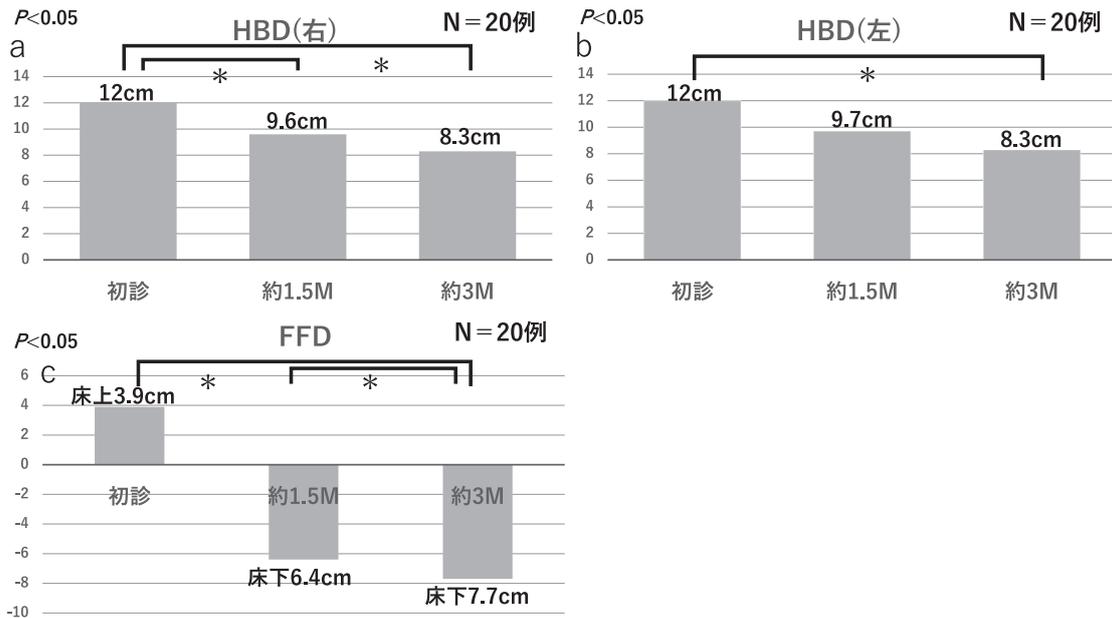


図 4 柔軟性評価

a：右 Heel Buttock Distance.

b：左 Heel Buttock Distance.

c：Finger Floor Distance.

初診時から約 3 ヶ月経過診察時点までに全項目で改善を認めた。

コールを延長した症例はなかった。

また、対象症例で骨癒合傾向を認めた 18 例の患者の中の 6 例（約 1.5 ヶ月プロトコル延長例含む）は約 3 ヶ月で競技復帰できていなかった（表 1）。

経過良好例

14 歳男子，野球（表 1：症例番号 4）。初診時 MRI STIR と CT 画像所見より西良分類超初期，大場分類 Stage 0 と診断した。HBD は右 0 cm，左 2 cm，FFD は床下 12 cm であった。疼痛状況については伸展時 VAS 4.1 cm，運動時 VAS 5.5 cm で，罹患椎の棘突起圧

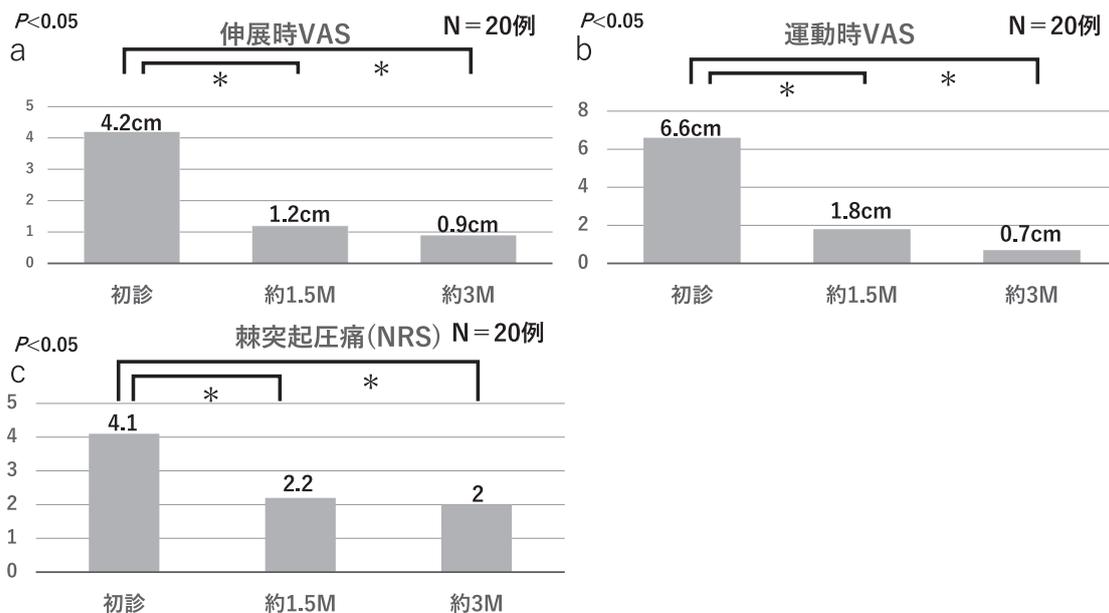


図5 疼痛評価

a: 伸展位 Visual Analogue Scale.
 b: 運動時 Visual Analogue Scale.
 c: 罹患椎の棘突起圧痛 Numerical Rating Scale.
 初診時から約3ヵ月経過診察時点までに全項目で改善を認めた。

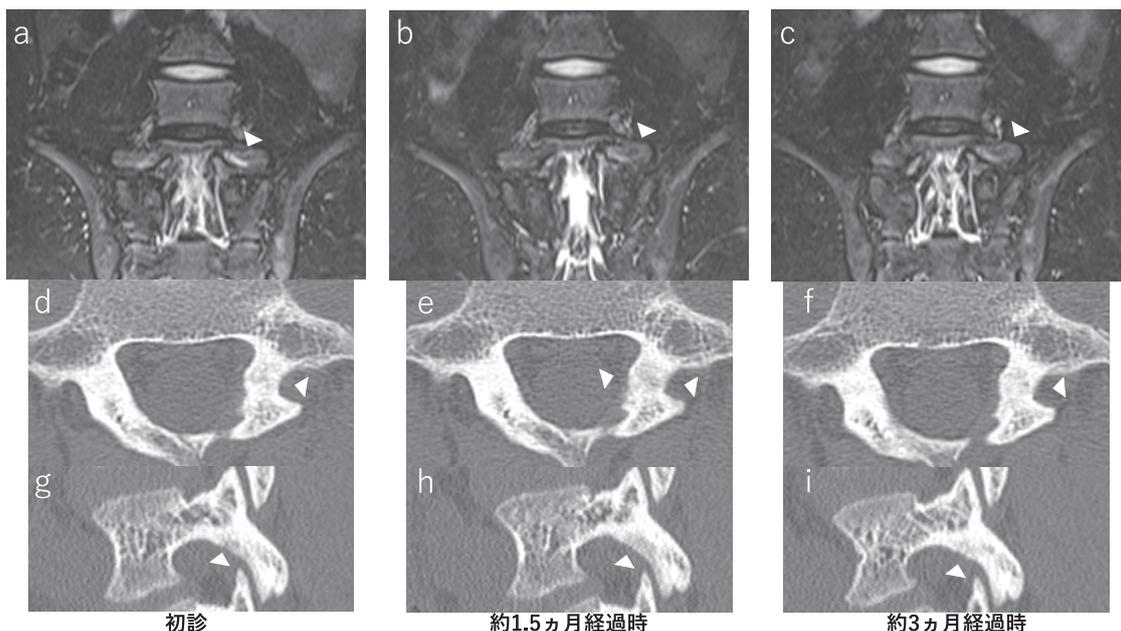


図6 経過良好例の画像所見 (表1: 症例番号4)

a~c: MRI STIR 冠状断. 初診時では第5腰椎左側椎弓根部に信号変化(矢頭)を認めた. 約1.5ヵ月ごとの経過診察で徐々に信号変化の改善がみられた.
 d~i: CT 斜位冠状断/矢状断. 初診時では関節突起間部尾側に極軽度の骨透亮像(矢頭)を疑う所見を認め, 約1.5ヵ月でその増悪は認めず, 約3ヵ月では骨癒合像を認めた.

痛 NRS は0であった. 約1.5ヵ月時点までプロトコールを施行し MRI STIR での信号変化改善と CT で亀裂の進行は認められなかったため次のプロトコールへ進化した (図2). 本症例はプロトコールどおり施行したが, 8週以降のダッシュ, バッティング, 遠投, ピッチング

等の回数制限は行わず, 8割程度で実施するように指導した. 約3ヵ月の経過診察で MRI STIR の信号変化消失および, CT 画像上の骨硬化像を認めた (図6). 臨床所見については HBD は右2cm, 左2cm, FFD は床下18cm, 伸展位 VAS 0cm, 運動時 VAS 0cm, 棘突起

圧痛 NRS は 0 と柔軟性に変化はなかったが伸展時と運動時の VAS に改善が見られたため、試合復帰を許可した。

亀裂進行例

14 歳男性、バスケットボール (表 1: 症例番号 3)。初診時 MRI STIR と CT 画像所見にて L5 左側の西良分類初期、大場分類 Stage I c の分離症と診断した。HBD は右 14 cm, 左 13 cm, FFD は 0 cm であった。疼痛状況については伸展時 VAS 3.3 cm, 運動時 VAS 0 cm で、罹患椎の棘突起圧痛 NRS は 6.0 であった。この症例では設定した 6 週までのプロトコルより 2 週早くシュート練習を行っていた。約 1.5 ヶ月経過時点の画像評価にて MRI STIR での信号変化残存および、CT での骨吸収を認めた。その後もプロトコル施行中に疼痛を認めたため、進行を止めていたが、最後の大会への出場希望により本来の 12 週までのプロトコルよりも 2 週早く公式戦へ出場していた (後に本人申告)。結果、約 3 ヶ月経過時点にて CT 上亀裂の進行を認めた。臨床所見について、HBD は両側 10 cm, FFD は床下 12 cm, 伸展時 VAS 0.3 cm, 運動時 VAS 0 cm, 棘突起圧痛 NRS は 0 と改善傾向を認めた。その後部活動は引退し初診から約 4.5 ヶ月時点でも CT 検査を施行。骨癒合傾向は認められなかった (図 7)。

考 察

われわれは以前、腰椎分離症患者に対して、医師の指

示内容以上に実際にどの程度スポーツ復帰をしていたかを経過診察時に詳しく聴取し、骨癒合状況とともに検討し報告した⁷⁾。その結果から、スポーツを完全に休止しなくても骨癒合を目指すことができる可能性があると考えられるようになった。そこで一定のプロトコルによる前向き研究を企画した。まず、今まで当院にて腰椎分離症の診断を受けた症例を競技別に大別し、上位を占めていたスポーツを対象としてプロトコルを作成した。作成にあたっては、分離部への負担が大きいと思われる野球の投球やバッティング⁸⁾などのスポーツ動作、また腰椎が伸展、回旋をする恐れのあるトレーニングはプロトコルの後半に開始するように留意した。また、約 1.5 ヶ月経過時点にて画像診断上 MRI STIR での高信号変化の改善や CT での骨癒合傾向が認められない症例についてはプロトコルを 6 週までに留め経過をみた。

今回の対象症例については HBD や FFD などの柔軟性、棘突起圧痛 NRS や伸展時・運動時 VAS などで改善傾向を認めている。しかし、当院へ通院できなかった症例との比較ができておらず、その改善した理由として本プロトコルが関係しているのかについて評価はできていない。

西良分類の超初期もしくは大場分類の Stage I a までは、CT では、骨透亮像まで骨に亀裂がないので、骨強度がそれほど弱くなっていない可能性も考えられる。今後はそれらの症例に対して後方硬性装具装着が本当に必要なのか、復帰プロトコルをさらに早めることが可能であるのかどうかについても検討していく必要があると考える。

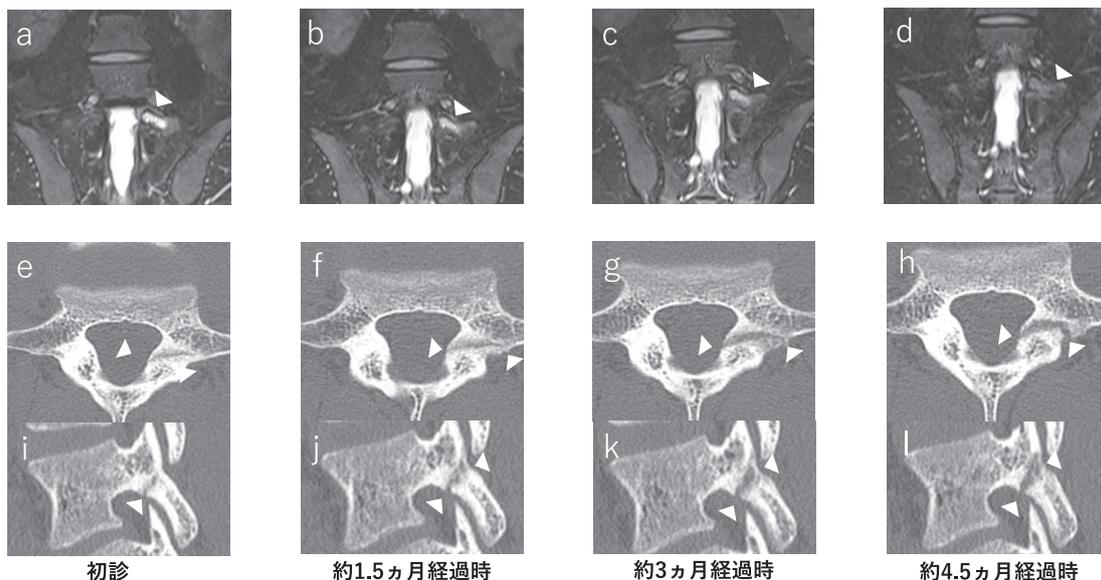


図 7 亀裂進行例の画像所見 (表 1: 症例番号 3)
 a~d: MRI STIR 冠状断。初診時では第 5 腰椎左側椎弓根部に信号変化 (矢頭) がみられ、約 1.5 ヶ月、約 3 ヶ月経過時点での信号変化が残存した。
 e~l: CT 斜位冠状断/矢状断。初診時から関節突起間部尾側の亀裂像および 1/2 以上の亀裂像 (矢頭) を認め、約 1.5 ヶ月以降もその範囲が増大した。
 初診から約 4.5 ヶ月後の MRI, CT でも、骨癒合傾向は認められなかった。

また、20例中18例(90%)に診断後約3ヵ月にて骨癒合傾向を確認できたが、そのうちの6例は3ヵ月でのスポーツ復帰ができていなかった。この6例のうち3例は体力面の自覚的な低下、疼痛の継続、分離部の亀裂領域が拡大することを懸念した精神的な不安等を理由として挙げていた。これらのことから、リハビリテーション内容における筋力や筋持久力維持に対する工夫、骨癒合傾向の判定基準の見直し、分離症発生の身体的要因の十分な改善を本人が自覚できるようにリハビリテーションを進めることが必要であると思われた。6例のうち2例はプロトコルを施行するも経過観察時期が約4ヵ月時点になったために復帰が遅れた。6例のうち1例は約1.5ヵ月時点でプロトコルを延長した。

本研究の限界は、約1.5ヵ月ごとでの画像と、プロトコル施行中の疼痛の有無でしか評価できていないため、亀裂が進行していても疼痛を認めなければ、どの動作が原因となっているのかの分析ができていないことである。

結 語

超初期・初期の発育期腰椎分離症患者に対して、各競技別の復帰プロトコルを作成、適用し、約1.5ヵ月と約3ヵ月時点でのMRI、CTの画像所見を検討した。特に超初期・初期例であれば約1.5ヵ月時点で癒合傾向を認めた場合、短期間の運動休止でも、早期の競技復帰と骨癒合を目指すことができる可能性を示唆する知見が得られた。しかし、本プロトコルを施行した症例すべて

が運動復帰できているという結果ではない。そのため亀裂領域が拡大する可能性なども念頭に置き、今後内容の改善などを要すると考える。

文 献

- 1) Fujii K et al: Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents. The radiological outcome after conservative treatment. J Bone Joint Surg Br, 86: 225-231, 2004.
- 2) 西良浩一ほか：脊椎の疲労骨折—腰椎分離症—。臨スポーツ医, 27: 411-421, 2010.
- 3) 杉浦史郎ほか：発育期腰椎分離症—装具療法中のエクササイズ。臨スポーツ医, 33: 994-998, 2016.
- 4) 大場俊二：腰椎疲労骨折（成長期腰椎分離症）治療期間の短縮。整スポ会誌, 31: 164-170, 2011.
- 5) Sairyo K et al: MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents: a clinical and biomechanical study. Spine, 31: 206-211, 2006.
- 6) 大場俊二：腰椎疲労骨折の治療と復帰—治療開始3ヵ月が重要—。整スポ会誌, 34: 312-321, 2014.
- 7) 伊藤雅流ほか：当院における発育期腰椎分離症の早期・超早期例に対するスポーツ復帰状況について。東海スポーツ傷害研究会誌, 35: 25-29, 2017.
- 8) 吉田徹ほか：脊椎分離症に対する対処法の基本原則。整・災外, 48: 625-635, 2005.

高校生以下の腰椎分離症の疫学的な男女差の検討

Epidemiological Gender Differences in Lumbar Spondylolysis Cases of High School Age or Younger

浅井 玲央¹⁾ Reo Asai 辰村 正紀²⁾ Masaki Tatsumura
 小川 健²⁾ Takeshi Ogawa 万本 健生²⁾ Takeo Mammoto
 平野 篤²⁾ Atsushi Hirano 山崎 正志³⁾ Masashi Yamazaki

● Key words

Lumbar spondylolysis : Bone marrow edema : Spina bifida occulta

● 要旨

腰椎分離症症例の男女における相違点を見出すことを目的とし、当院で腰椎分離症と診断された高校生以下の症例 60 例 104 ヶ所について解析した。性別の内訳は男性 44 例、女性 16 例で、罹患高位は男性で L5 分離が多く ($p=0.060$)、治療自己中断率は男性で高かった ($p=0.095$)。保存療法が完遂できない男性症例を減らすための対策を検討する必要がある。平均受診年齢や骨年齢、SBO 保有率、第 5 腰椎前弯角、初診時罹患部の末期例割合、骨癒合率、治療期間などは男女で相違がなかった。今後、調査項目を追加し前向き研究を行なうなどして、より詳細に男女の相違点やその原因を明らかにしていく必要がある。

はじめに

成長期の運動選手の腰痛の原因は腰椎分離症が多くを占め、疲労骨折部位のおよそ半数を腰椎が占めている¹⁾。腰椎分離症の発生率には男女差があると報告されており、男女比は 4 : 1 程度と言われている²⁾。この男女差に影響する可能性のある因子として、脊椎アライメントの男女差が挙げられる。腰椎分離症症例では仙骨傾斜角が大きい³⁾と報告されており、脊椎アライメントが腰椎分離症の発生に関与していることが示唆される。一方で思春期までの子供でも仙骨傾斜角の大きさに男女差が報告されている⁴⁾。これらのことから、脊椎アライメントの男女差が腰椎分離症発生の男女差に関与している可能性が考えられる。また女性の方が早期に骨成長が訪れる⁵⁾ため、同年齢でも骨強度に差があり腰椎分離症発生年齢

に差が出る可能性がある。さらに腰椎分離症の保存治療においても女性の方が治療期間を長く必要としたと報告⁶⁾されるなど、腰椎分離症の治療に関しても男女間の違いが生じると考えられる。本研究では男女における相違点を見出すことを目的に、腰椎分離症症例の背景因子と罹患部の特徴、治療結果を解析した。

対象と方法

2018 年 4 月から 2019 年 3 月までの 1 年間に、腰痛が主訴で当院を受診した高校生以下の初診症例のうち、MRI および CT を撮像して腰椎分離症と診断した男性 44 例 47 椎弓 76 ヶ所、女性 16 例 17 椎弓 28 ヶ所の合計 60 例 64 椎弓 104 ヶ所を対象とした。ただし、1 椎弓で両側に分離を認めたものは 2 ヶ所と数えた。

症例を男性 44 例、女性 16 例の 2 群に分け、調査項目

辰村正紀

〒 310-0015 水戸市宮町 3-2-7

筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県

厚生連総合病院水戸協同病院整形外科

TEL 029-231-2371

E-mail tatsumura@md.tsukuba.ac.jp

1) 筑波大学医学群医学類

College of Medicine, School of Medicine and Health Sciences, University of Tsukuba

2) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center / Mito Kyodo General Hospital

3) 筑波大学医学医療系整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

は症例の初診時の年齢（受診年齢）と骨年齢，潜在性二分脊椎（Spina Bifida Occulta: SBO）の有無，スポーツ種目，第5腰椎前弯角，罹患部ごとの骨髄浮腫の有無，罹患部の高位，病期，骨癒合率，治療期間，治療自己中断率，仙骨翼疲労骨折合併の有無とした。また治療自己中断例について受診年齢，スポーツ種目，病期を抽出して考察した。

腰椎分離症の定義はMRIのSTIR像で椎弓根周囲に骨髄浮腫を認めるか，CTで関節突起間部に裂隙を認めるものとした。治療は運動の禁止と半硬性コルセット着用をMRIで骨髄浮腫の消失が確認できるまで行ない，治療初期から競技復帰まで理学療法を行なった。理学療法は週に1回の頻度で行ない，メディカルリハビリテーションとして柔軟性の強化や体幹筋の等尺性運動から始め，徐々に競技特性に応じたアスレチックリハビリテーションを行なった。骨年齢は治療前の単純X線側面像の第3腰椎において調査し，椎体の二次骨化核が見られないCartilaginous stage，二次骨化核が見られるものの成長軟骨が残存するApophyseal stage，骨端線の閉鎖したEpiphyseal stageに分類した⁷⁾。SBOは単純X線写真，CT，MRIで腰椎，仙椎（S1，S2）の椎弓のいずれかに脊椎被裂を認めるものと定義した。脊椎アライメントは治療前の仰臥位単純CTにおいて第4腰椎尾側終板と第1仙椎頭側終板のなす角度である第5腰椎前弯角を計測した。病期は西良らのCT水平断による病期分類（水平断分類）⁸⁾と，不完全骨折をさらに1a期から1c期の3段階に分けた大場のCT矢状断による病期分類（矢状断分類）⁹⁾を用いて評価した。骨癒合に関してはMRI

における骨髄浮腫消失とCTでの骨癒合の両者を確認できた症例のみ骨癒合と判定した。治療期間は初診日から骨癒合判定日までの日数とした。骨癒合率と治療期間の計算は，初診時にMRIにおいて骨髄浮腫を認めずCTで末期と診断した罹患部を除外した65カ所のうち，治療の最後まで観察し得なかった症例（治療自己中断例）および安静の同意が得られなかった症例を除く46カ所を対象とした。また治療自己中断例の割合を治療自己中断率と定義した。

受診年齢，骨年齢，第5腰椎前弯角，治療期間はStudentのt検定，それ以外の項目は χ^2 検定またはFisherの直接確率検定を用い，いずれも有意水準 $p=0.05$ として解析した。

結 果

症例60例の平均受診年齢（最小値-最大値）は男性が14.5歳（8歳-17歳），女性が15.0歳（12歳-17歳）であり，平均受診年齢に統計学的有意差はなかった（ $p=0.408$ ，図1）。骨年齢は男性でCartilaginous stage 5例（11%），Apophyseal stage 8例（18%），Epiphyseal stage 31例（71%），女性でCartilaginous stage 1例（6%），Apophyseal stage 1例（6%），Epiphyseal stage 14例（88%）であった（図2）。またCartilaginous stageおよびApophyseal stage群とEpiphyseal stage群で男女比較を行なったところ，統計学的有意差はなかった（ $p=0.312$ ）。

SBOを認めた症例は男性23例（52%），女性6例

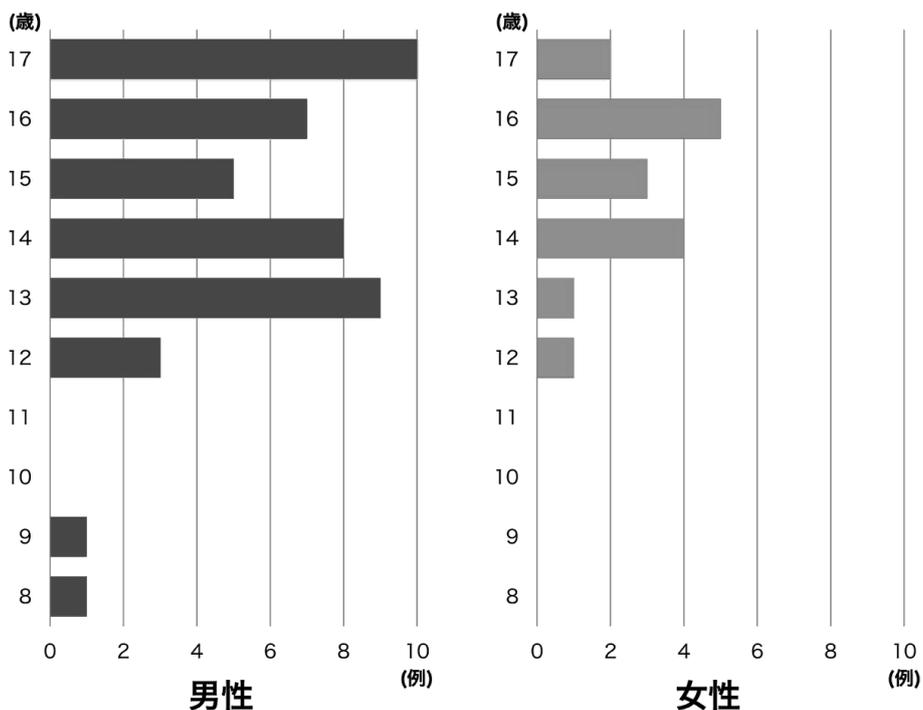


図1 年齢分布
腰椎分離症と診断された男性44例，女性16例の年齢分布。

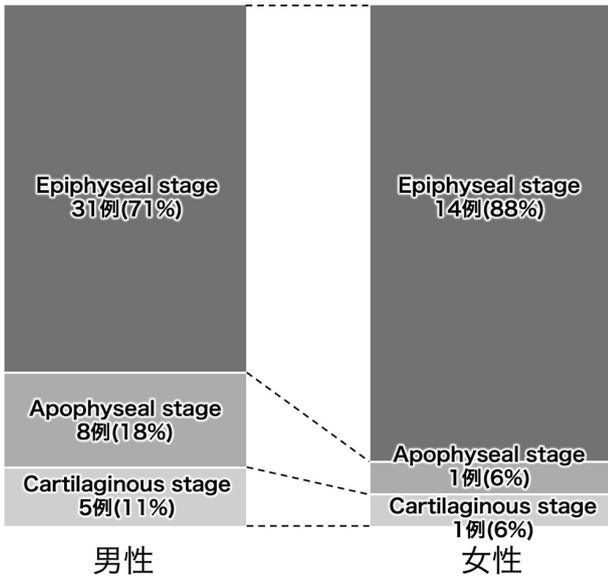


図2 骨年齢
男性 44 例，女性 16 例の骨年齢の内訳。Cartilaginous stage：椎体の二次骨化核が見られない，Apophyseal stage：二次骨化核が見られるものの成長軟骨が残存，Epiphyseal stage：骨端線閉鎖。

(38%) であり，統計学的有意差はなかった ($p=0.311$)。

スポーツ種目は男性がサッカー 17 例 (39%)，野球 11 例 (25%)，バレーボール 3 例 (7%)，バスケットボール 3 例 (7%)，テニス 2 例，卓球 1 例，卓球とアイスホッケー 1 例，フィールドホッケー 1 例，柔道 1 例，剣道 1 例，水泳 1 例，レスリング 1 例であり，定期的に行なっている種目のない体育のみの症例は 1 例であった。同様に女性はバレーボール 6 例 (38%)，サッカー 3 例 (19%)，テニス 3 例 (19%)，陸上 2 例 (13%)，バスケットボール 1 例，ゴルフ 1 例であった (図 3)。

第 5 腰椎前弯角 (最小値-最大値) は男性で平均 30.2° (11°-45°)，女性で平均 28.8° (16°-37°) であり，統計学的有意差はなかった ($p=0.482$)。

分離部の骨髄浮腫を認めたものは男性 50/76 カ所 (66%)，女性 15/28 カ所 (54%) であり，骨髄浮腫の有無に統計学的有意差はなかった ($p=0.254$)。なお，男性症例では単椎弓片側例 16 例 (36%)，単椎弓両側例 25 例 (57%)，多椎弓例 3 例 (7%)，女性症例では単椎弓片側例 6 例 (38%)，単椎弓両側例 9 例 (56%)，多椎弓例 1 例 (6%) という内訳であった。

罹患高位は男性で L3 が 1 カ所 (1%)，L4 が 15 カ所 (20%)，L5 が 60 カ所 (79%)，女性で L3 が 5 カ所 (18%)，L4 が 6 カ所 (21%)，L5 が 17 カ所 (61%) であった (図 4)。L3 および L4 群と L5 群で男女比較を行なったところ，男性の方が L5 分離が多い傾向がみられた ($OR=2.43, p=0.060$)。

病期は，男性が水平断分類：分離前期 14 カ所，初期 22 カ所，進行期 14 カ所，末期 26 カ所，矢状断分類：0 期 6 カ所，1a 期 14 カ所，1b 期 11 カ所，1c 期 6 カ所，2 期 13 カ所，3 期 26 カ所であり，女性が水平断分類：分離前期 2 カ所，初期 11 カ所，進行期 2 カ所，末期 13 カ所，矢状断分類：0 期 1 カ所，1a 期 9 カ所，1b 期 1 カ所，1c 期 4 カ所，2 期 0 カ所，3 期 13 カ所であった (図 5，図 6)。

骨癒合率は男性が 25/32 カ所 (78%)，女性が 12/14 カ所 (87%) であり，統計学的有意差はなかった ($p=0.700$)。

治療期間 (最小値-最大値) は男性が平均 99.3 日 (20 日-173 日)，女性が平均 104.7 日 (41 日-233 日) であり，統計学的有意差はなかった ($p=0.703$)。癒合した分離部のみを対象として解析したところ，男性が平均 96.5 日 (20 日-173 日)，女性が平均 97.8 日 (41 日-233 日) であり，統計学的有意差はなかった ($p=0.926$)。

治療自己中断率は男性で 8/44 例 (18%)，女性で 0/16 例 (0%) であり，男性で治療自己中断率が高い傾向がみられた ($p=0.095$)。

治療自己中断例の平均受診年齢 (最小値-最大値) は 14.6 歳 (13 歳-17 歳)，スポーツ種目の内訳はサッカー 2 例，野球 2 例，テニス 1 例，バレーボール 1 例，バス

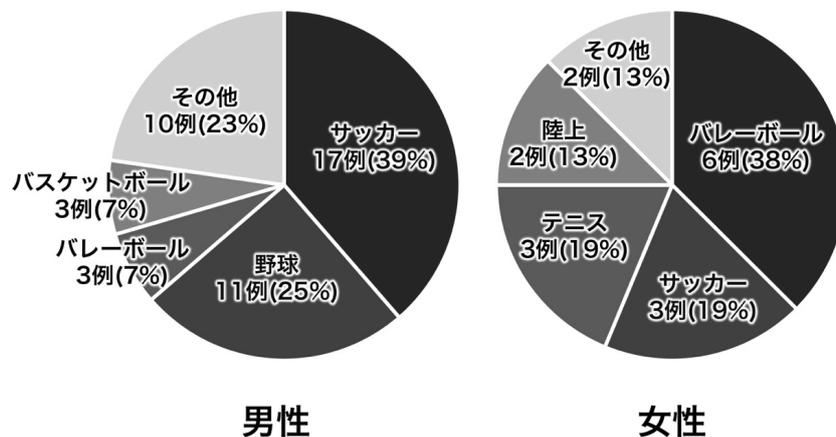


図3 スポーツ種目の内訳

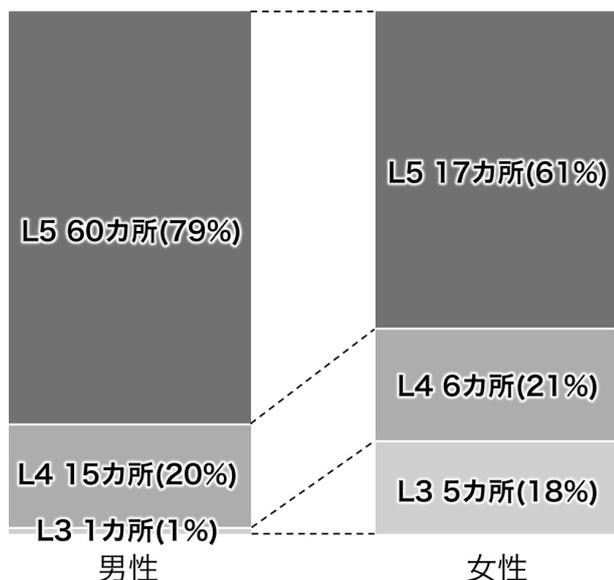


図4 罹患部の高位
男性 44 例 76 カ所，女性 16 例 28 カ所の罹患高位。

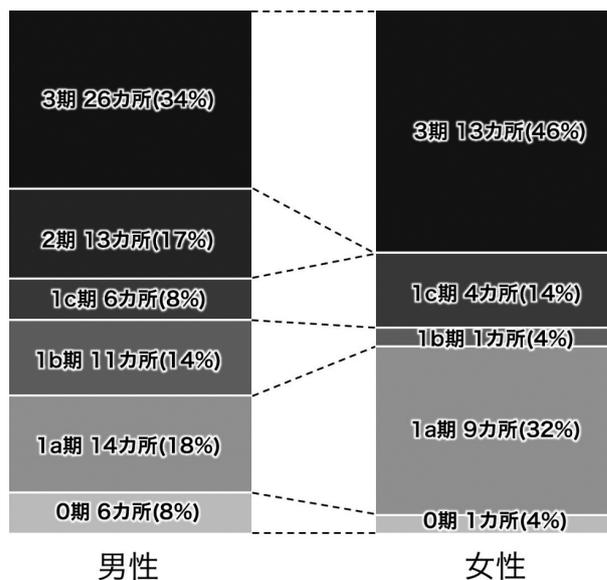


図6 CT矢状断分類による病期

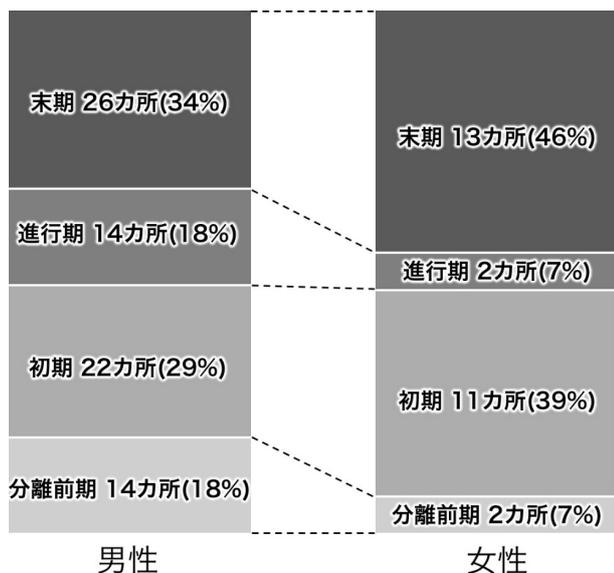


図5 CT水平断分類による病期

ケットボール1例，剣道1例であった。罹患した12カ所の病期は水平断分類：分離前期5カ所，初期7カ所，矢状断分類：0期2カ所，1a期6カ所，1b期3カ所，1c期1カ所であった。

また男性の両側・分離前期のL5分離症に新規の仙骨翼疲労骨折の合併例が1例存在した。

考 察

腰痛分離症は成長期の運動選手に好発することが知られている。その好発要因の一つとして骨成長期に運動強度が増加することが考えられる。骨の成熟は思春期を迎えるまでは男女に大きな差がないものの，女性の骨代謝

は思春期早期に亢進し思春期中期までにピークを迎える。一方で男性では思春期を迎えてから緩徐に骨代謝が亢進するとされている⁵⁾。骨成長期が腰椎分離症に大きく関わるのであれば男女で症例の年齢に差が生じ，骨成長の遅い男性の方が年齢が高くなることが予想されるが，今回のわれわれの調査では男女の受診年齢に有意差はなかった。むしろ男性の方が平均年齢が若く，8歳や9歳の症例もみられた。ここで男女の症例割合をみると，女性症例の割合は27%と男性に比べて少なく先行研究^{1,2)}と同様の結果であった。受診年齢に男女差がないことを踏まえると，同年代では男性の方が骨成熟が未熟なために腰椎分離症の発生が多いとも考えられる。骨年齢を調査したところ，統計学的有意差はなかったもののCartilaginous stageおよびApophyseal stageであった症例の割合は男性が多く，骨端線の閉鎖したEpiphyseal stageであった症例の割合は女性の方が多かった。

また，15歳以下の腰椎分離症症例におけるSBOと受診年齢の関係は，より年少であるほどSBO合併が多いとされている¹⁰⁾。女性の方が骨格的な成長は早く始まり早く終わるため，同年代であれば男性の方がSBO保有率が高いのではないかと考えたが，今回の分離症例においては男女の平均受診年齢は同等であったにもかかわらずSBO保有率の男女差は見出せなかった。

スポーツ種目に関しては本研究では男性でサッカー，野球，バレーボール，バスケットボールの順，女性でバレーボール，サッカー，テニスの順に多い結果となった。本研究におけるスポーツ種目の男女差には競技人口が影響していると考えられるが，日本全国の青少年を対象に過去1年間に行なったスポーツ種目について調査した研究によると，12歳～21歳の男女が行なっているスポーツ上位3種目の割合は男性でサッカー32.6%，バスケットボール24.3%，野球23.7%，女性でバドミントン

26.2%, ジョギング・ランニング 23.1%, バレーボール 22.2%と報告されている¹¹⁾。この調査は主として行なっているスポーツ種目を調査したものではないため単純比較はできないが、競技人口が多いスポーツ種目に腰椎分離症の発生が多いと考えられる。また Sakai らの review では日本の野球やサッカー選手の腰椎分離症の発生率は高く、野球ではアマチュアスポーツ選手で 16.4%, プロスポーツ選手で 44.1%, サッカーではアマチュアスポーツ選手で 8.7%, プロスポーツ選手で 38.1%と報告されており¹²⁾、同様に本研究からも野球やサッカー選手は腰椎分離症を発生するリスクが高いと言える。

疲労骨折が生じやすくなる因子として、脊椎アライメントも候補に挙がる。一般的に思春期を迎えると女性は皮下脂肪が増加し、体組成が変化する⁵⁾ため脊椎アライメントに男女差が生じると考えられる。腰椎分離症症例では仙骨傾斜角が大きく³⁾、腰椎前弯角も大きい¹³⁾と報告されている。一方で思春期前の小児では男性で女性よりも直立時の仙骨傾斜角が小さく、腰椎前弯角は大きいと報告されている⁴⁾。また腰椎分離すべり症における脊椎アライメントにも男女差を認めるなど¹⁴⁾、形態学的な男女差が腰椎分離症の発生が男性に多いことと関連している可能性があると考えられる。さらに骨の形状に関して、関節突起間部の形状の男女差に関する報告は渉猟し得なかったが、身長や体重が同等であっても椎体断面積は男性が大きいとされている¹⁵⁾。椎間関節の形状も男女で成熟に違いがあると報告されており¹⁶⁾、腰椎分離症の発生と関与している可能性がある。しかし本研究では第5腰椎前弯角に男女差はなかった。

罹患高位については、統計学的有意ではないが男性で L5 分離が多い傾向がみられた。L5 分離群では第4腰椎尾側終板と第1仙椎頭側終板のなす前弯角が大きくなることが報告されているが¹⁷⁾、本研究の対象症例の腰椎前弯角に男女差はなく、男女差の原因には他の要素が関係していると考えられる。

骨癒合率は男女同等であった。分離症の骨癒合率に関しては保存療法が奏功しない群で腰椎前弯角が大きくなる傾向があることが報告されている¹⁸⁾。男性の方が女性よりも腰椎前弯角が大きいと報告されているため⁴⁾、男性の方が骨癒合率が低いのではないかと考えられた。しかし本研究において第5腰椎前弯角には男女差を認めず、また骨癒合率にも男女差はなかった。

治療期間は男性よりも女性で長く要したという報告⁶⁾があるが、本研究では男女の治療期間に差はなく、癒合した分離部のみを対象にして解析しても、同様に癒合に必要な日数に男女差はなかった。骨年齢は女性の方が骨端線の閉鎖した Epiphyseal stage の割合が多い傾向にあったため、骨癒合に骨代謝が関わってくるならば、女性の方が骨髄浮腫の消失に時間を要し治療期間が長くなると考えられたが、男女差は見出せなかった。

初診からの治療完遂までの治療自己中断率は男性で高かった。治療自己中断の原因として、治療意欲の低下や、継続受診や保存療法の重要性に対する患者の理解不足が挙げられる。本院では腰椎分離症診断時に、治療として運動の禁止と半硬性コルセット着用を MRI で骨髄浮腫の消失が確認できるまで行なうと説明している。さらに全例に週1回の理学療法を導入し、柔軟性強化などから徐々に競技動作トレーニングへと移行し円滑な競技復帰をサポートすると同時に、診療間隔の開大による治療意欲の低下が生じないように配慮してきた。しかし本研究では男性で治療自己中断率が高く、患者教育や治療内容が十分ではなかった可能性がある。

治療自己中断例を詳しく解析すると、平均受診年齢とスポーツ種目は男性症例全体と同様であったが、病期は水平断分類では初期まで、矢状断分類では 1c 期までの症例のみであった。このことから病初期で症状が軽微な症例において治療自己中断が多かったと考えられる。今後患者向けのパンフレットの作成・配布などを通じて、継続受診や保存療法が病初期から重要であることをさらに啓発していくなど対応が必要である。また患者の心理面や治療に対する満足度の評価などを行なって男女で比較することにより、男性で治療自己中断例が多い理由を明らかにし、治療を完遂できる症例が増えるよう治療プロトコルを修正する必要がある。さらに、本研究では女性の分離部の半数近くが初診時に骨髄浮腫を認めない末期であったため、早期受診の啓発に関しても引き続き行なっていく必要があると考える。

腰椎分離症と仙骨翼疲労骨折の合併例については過去にも報告があるが、仙骨翼疲労骨折は稀な疾患でありスポーツ障害に占める割合も小さい¹⁹⁾ことから腰椎分離症との合併例の報告は少なく、男女差は明らかにされていない。本研究においても男性1例のみであり、男女差を検討するには至らなかった。今後、腰椎分離症と仙骨翼疲労骨折の合併例の報告を収集し、男女差を検討することが望まれる。

本研究の限界点として、まず腰椎分離症の一般人の保有率を評価できていないことが挙げられる。腰椎分離症は症状が軽微であり受診しない症例も多いことから一般人の分離保有の状態を評価できることが望ましいが、MRI での評価を必要とするため本研究では病院を受診した症例を対象とした。また本研究では症例を後ろ向きに解析しており、腰椎分離症の男女差について新たな知見を得ることができなかった。今後、調査項目に骨密度や血中ビタミン D などの骨代謝に関する項目や治療に対する満足度など患者の心理面に関する項目を加えた前向き研究を立案し、新たな知見が得られるようにしていく必要がある。

結 語

当院で腰椎分離症と診断した高校生以下の症例を男女2群に分け、背景因子と罹患部の特徴、治療結果の相違点を解析した。腰椎分離症は男性に多く、L5分離の割合と治療自己中断率は男性で高かった。特に男性症例で保存療法を完遂できるよう対策を検討する必要がある。平均受診年齢や骨年齢、SBOの有無、第5腰椎前弯角、初診時の罹患部の骨髄浮腫の有無、骨癒合率、治療期間については男女差が検出されなかった。仙骨翼疲労骨折合併の有無は合併例が少なく、男女差を検討するに至らなかった。今後は調査項目に骨密度や血中ビタミンDなどの骨代謝に関する項目も加えた前向き研究を行なうなどして、より詳細に男女の相違点やその原因を明らかにしていく必要がある。

文 献

- 1) 深井厚ほか：疲労骨折の疫学。整・災外, 59: 1381-1386, 2016.
- 2) Tatsumura M et al: Prevalence of curable and pseudoarthrosis stages of adolescent lumbar spondylolysis. J Rural Med, 13: 105-109, 2018.
- 3) Hanke LF et al: The relationship between sacral slope and symptomatic isthmic spondylolysis in a cohort of high school athletes: a retrospective analysis. PM R, 10: 501-506, 2018.
- 4) Dolphens M et al: Gender differences in sagittal standing alignment before pubertal peak growth: the importance of subclassification and implications for spinopelvic loading. J Anat, 223: 629-640, 2013.
- 5) Gilsanz V et al: Sexual dimorphism and the origins of human spinal health. Endocr Rev, 39: 221-239, 2018.
- 6) 兼子秀人ほか：成長期腰椎疲労骨折の骨癒合期間を予測する。整形外科, 69: 842-847, 2018.
- 7) Sairy K et al: Development of spondylolytic olis-thesis in adolescents. Spine J, 1: 171-175, 2001.
- 8) 西良浩一ほか：腰椎分離症 発症メカニズムとその予防・再発予防。臨スポーツ医, 25: 211-220, 2008.
- 9) 大場俊二：腰椎疲労骨折の治療と復帰—治療開始3ヵ月が重要—。整スポ会誌, 34: 312-321, 2014.
- 10) Urrutia J et al: Spondylolysis and spina bifida occulta in pediatric patients: prevalence study using computed tomography as a screening method. Eur Spine J, 25: 590-595, 2016.
- 11) 渡邊一利：子ども・青少年のスポーツライフ・データ2017。笹川スポーツ財団, 日本: 85-93, 2017.
- 12) Sakai T et al: Incidence and etiology of lumbar spondylolysis: review of the literature. J Orthop Sci, 15: 281-288, 2010.
- 13) Wren TAL et al: Increased lumbar lordosis and smaller vertebral cross-sectional area are associated with spondylolysis. Spine, 43: 833-838, 2018.
- 14) Zhao J et al: Difference of sagittal alignment between adolescents with symptomatic lumbar isthmic spondylolisthesis and the general population. Sci Rep, 8: 10956, 2018.
- 15) Gilsanz V et al: Differential effect of gender on the sizes of the bones in the axial and appendicular skeletons. J Clin Endocrinol Metab, 82: 1603-1607, 1997.
- 16) Masharawi YM et al: Lumbar facet and interfacet shape variation during growth in children from the general population: a three-year follow-up MRI study. Spine, 34: 408-412, 2009.
- 17) Bugg WG et al: Lumbar lordosis and pars interarticularis fractures: a case-control study. Skeletal Radiol, 41: 817-822, 2012.
- 18) 辰村正紀ほか：治療開始時の腰仙椎矢状面アライメントは第5腰椎分離症の治療予後に影響をもたらすか？日臨スポーツ医会誌, 28: 60-65, 2020.
- 19) 渡邊悠ほか：成長期仙骨疲労骨折の4例。J Spine Res, 10: 998-1000, 2019.

発育期における上位腰椎分離症の特徴

The Characteristics of Adolescent Lumbar Spondylolysis at Upper Level

辰村 正紀¹⁾ Masaki Tatsumura 奥脇 駿^{1,2)} Shun Okuwaki
 蒲田 久典^{1,3)} Hisanori Gamada 平野 篤¹⁾ Atsushi Hirano
 山崎 正志⁴⁾ Masashi Yamazaki

● Key words

腰椎分離症, 発育期, 上位腰椎

● 要旨

はじめに：腰椎分離症の多くが下位腰椎に発生するため、上位腰椎に関するまとまった報告はない。L1 から L3 が罹患高位となった腰椎分離症の患者背景の解析を目的とし本報告を行なった。

方法：対象を L1 から L3 に腰椎分離症を有する高校生以下の患者 42 例 67 分離とした。男女比、平均年齢、病期、潜在性二分脊椎（SBO）、癒合率を調査した。

結果：男性 30 例、女性 12 例で、平均年齢は 15.5 歳であった。初診時の偽関節は 26% で、進行期病変が 6%、2 期病変が 7%。同一高位に SBO は存在しなかった。癒合率は 86% であった。

考察：上位腰椎の分離症は保存治療で高い癒合率を示した。進行した病変が少なく、同一高位に SBO が存在しないことが影響していると考ええる。

はじめに

これまで本院では腰椎分離症に関する報告を行なってきた。罹患高位に関しては来院患者の約 9 割が L4 もしくは L5 で占められており¹⁾、上位腰椎に関するまとまった報告はない。L1 から L3 が罹患高位となった腰椎分離症の患者背景の解析を目的とし本報告を行なった。

方 法

対象は 2014 年 4 月以降 2018 年 12 月までに当院で加療した L1 から L3 に腰椎分離症を有する高校生以下の患者 42 例 67 分離とした。腰椎分離症の定義は MRI で椎弓根周囲に骨髄浮腫を認めるもの、もしくは CT で関

節突起間部の裂隙を認めるものとし、偽関節例も含めた。解析対象は L1-L3 の分離のみとし、L4 もしくは L5 にも分離を併発している症例は L1-L3 のみを解析の対象とした。分離数は両側性分離は別々に数え 2 分離、片側性分離は 1 分離とカウントした。

まず全症例を対象とした横断的研究として初診時の症例の特徴を調査した。対象症例の男女比、平均年齢、スポーツ種目、潜在性二分脊椎（Spina Bifida Occulta; SBO）の有無、L4 もしくは L5 の分離を合併の有無を調査した。また分離部ごとに罹患部の高位、初診時骨髄浮腫の有無、左右側性、片側/両側、病期を調査した。なお病期に関しては初診時の CT 撮影のなかった 8 例 13 分離を除外した 34 例 54 分離を対象とした。また SBO に関しては単純 X 線写真もしくは CT で評価し、分離罹患高位と異なる高位であっても腰仙椎のいずれかに保

辰村正紀

〒310-0015 水戸市宮町 3-2-7

筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県

厚生連総合病院水戸協同病院整形外科

TEL 029-231-2371

E-mail tatsumura@md.tsukuba.ac.jp

1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, University of Tsukuba Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

2) 茨城県厚生連西南医療センター病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Ibaraki Seinan Medical Center Hospital

3) 茨城県西部メディカルセンター整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Ibaraki Western Medical Center

4) 筑波大学医学医療系整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

有していればSBOありと判断した。さらにMRIしか撮像のない症例は除外しSBO判定不能とした。

次に縦断的研究として癒合率を調査した。対象としては初診時からの偽関節症例（5例8分離）および保存療法を拒否もしくは未施行もしくは中断した症例（21例38分離）を除外し、保存療法を完遂し最終的な画像評価を行なった16例21分離のみを対象として調査した。保存療法は骨折部治癒機転の停止とされる骨髄浮腫が消失するまで継続したものを治療完遂と判断した。

骨髄浮腫を認めた全症例を保存療法の適応と判断し、半硬性コルセット着用、運動禁止、メディカルリハビリテーションを導入した。初診時に骨髄浮腫を認めず偽関節と判断した症例には、アスレチックリハビリテーションを導入した。

癒合の判定にはCTを用い、3方向のうち2方向以上で骨連続性を確認できたものを骨癒合と判定、2方向以上で骨連続性がないものと偽関節と判定した。癒合の判定のタイミングは治療開始後に定期的に撮像したMRIにて骨髄浮腫が消失したときとした。

結 果

横断的の解析対象42例の内訳は男性30例、女性12例で、平均年齢は15.5歳（13～18歳、標準偏差：±1.5歳）であった。スポーツ種目は野球・ソフトボール15例、バレーボール7例、サッカー6例、陸上5例、テニス4例、バスケットボール3例、その他2例であった（図1）。SBOを認めたものは15例、認めなかったものは22例、判定不能が5例であった。

L4もしくはL5に分離を合併した複数椎体罹患症例は15例（36%）であった。

また横断的の解析対象67分離の罹患高位の内訳はL1：1分離、L2：9分離、L3：57分離だった。骨髄浮腫を認めたのは53分離（79%）で、14分離（21%）は骨髄浮腫を認めなかった。右側35分離、左側32分離で

あり、両側例は48分離（24椎弓）、片側例は19分離（19椎弓）であり、L1～L3の中で複数高位に罹患していたのは1例で右L1および右L2に分離を認めた。

病期分類の対象となった34例54分離の内訳は、水平断では分離前期10分離、初期27分離、進行期3分離、末期14分離で（図2）、矢状断では0期4分離、1a期10分離、1b期9分離、1c期13分離、2期4分離、3期14分離であった（図3）。

縦断的研究の対象である保存療法を完遂し、最終的にMRIで骨髄浮腫を確認し、CTで癒合判定した16例21分離のうち、癒合が14例18分離、偽関節が2例3分離であり、癒合率は86%だった。

代表症例

13歳女性、競技バレーボール。3週間前からの腰痛で受診となった。MRIのSTIR像では第3腰椎の両側椎弓根に骨髄浮腫を認め（図4a, b）、CTの水平断では初期（図4c）、矢状断では右1c期/左1b期の腰椎分離症を認めた（図4d, e）。また第5腰椎には終末期の分離を合併していた（図4d, e）。保存治療の適応と判断し、バレーボールを中止して半硬性コルセットを着用し、理学療法を導入した。治療開始14週後のMRIで骨髄浮腫の改善を認め（図5a, b）、CTでL3分離部の骨連続性を確認し癒合と判断した（図5c-e）。

考 察

腰椎分離症の発生高位はL4およびL5が89.3%と報告されるなど¹⁾、大多数は下位腰椎に発生する。解剖学的には罹患することの多い下位腰椎に比べて、上位腰椎は椎弓根が細く椎間関節の角度も異なる。過去の有限要素法ではL5など下位腰椎に局限した解析が多く^{2,3)}、上位腰椎を対象とした発生メカニズムを解析した報告は渉猟し得なかったが、同等の外力が関節突起間部に到達しても分離が発生しない可能性がある。また原因となる動

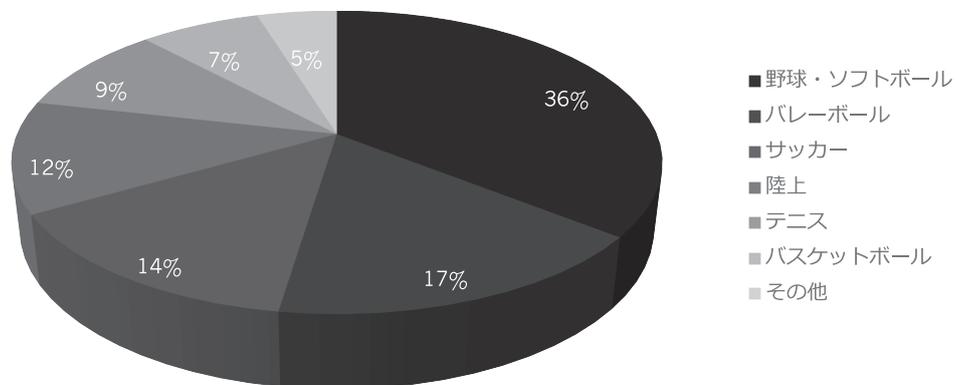


図1 スポーツ種目
野球・ソフトボールが15例（36%）、バレーボールが7例（17%）、サッカーが6例（14%）、陸上が5例（12%）、テニスが4例（9%）、バスケットボールが3例（7%）、その他が2例（5%）であった。

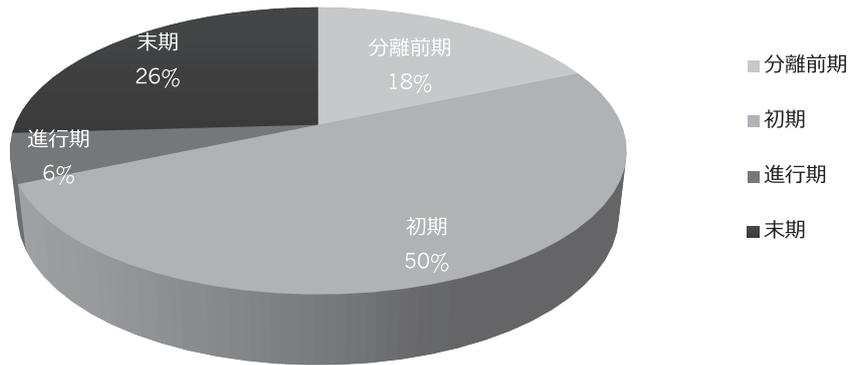


図2 水平断の病期

分離前期が 10 分離 (18%), 初期が 27 分離 (50%), 進行期が 3 分離 (6%), 末期が 14 分離 (26%) であった.

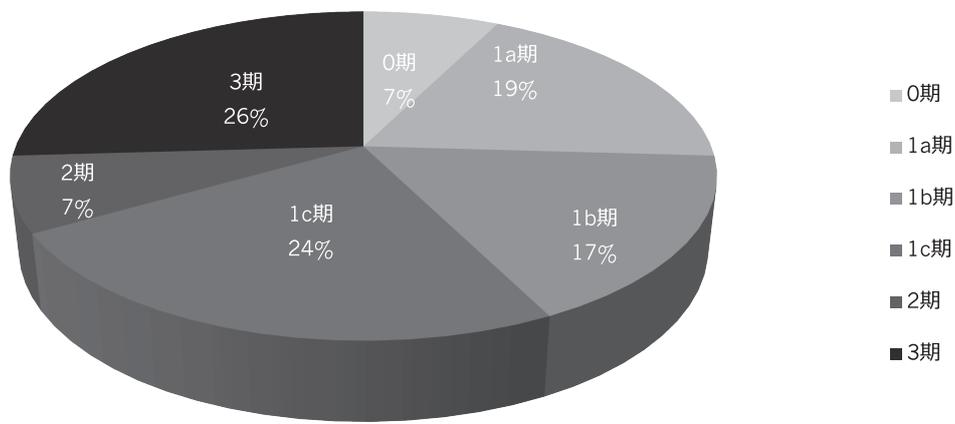


図3 矢状断の病期

0期が 4 分離 (7%), 1a期が 10 分離 (19%), 1b期が 9 分離 (17%), 1c期が 13 分離 (24%), 2期が 4 分離 (7%), 3期が 14 分離 (26%) であった.

作に関しても下位腰椎では腰部の伸展もしくは回旋が腰椎分離症の発生に関与していると報告されているが^{2, 3)}, 上位腰椎では腰部の伸展もしくは回旋といった動作でも関節突起間部への応力集中が生じない可能性もある.

本研究の結果では競技種目においても下位腰椎と異なる傾向が見られた. 本院における全高位を対象とした腰椎分離症のうちバレーボール選手が占める割合は8%にしか過ぎなかったが¹⁾, 今回の上位腰椎を対象とした本研究では17%と相対的に多かった. バレーボールに特徴的な動作の一つがスパイク動作であり, 垂直方向に跳躍しながら腰部を伸展・回旋させた後に腕を振り下ろすという動作は他の競技では見られない動作である. 第5腰椎の関節突起間部への応力集中は伸展・回旋で生じるとされているが³⁾, ここに垂直方向の跳躍が加わると上位腰椎への負荷に繋がる可能性がある.

また本研究で見られた特徴として骨髄浮腫を伴う新鮮骨折例が多かった. 過去のわれわれの報告では来院患者の4割以上が偽関節症例であったが⁴⁾, 本研究における来院時の偽関節は26%と少なかった. 腰椎分離症における腰痛は急性期であっても強くないとされている⁵⁾. そして腰痛などの自覚症状が少ないと偽関節に移行して

しまう症例が多くなると報告されている⁶⁾. 逆説的に考えれば初診時の偽関節が少なくなる理由として, 上位腰椎の分離症は痛みが比較的強いことが原因の一つではないかと推測する.

病期の分布に関しては骨折線が貫通する進行期が3分離 (6%), 2期が4分離 (7%) であった. 全高位を対象とした過去の調査における進行期が14%, 2期が13%であったという頻度と比べると¹⁾, 本研究における進行期と2期の占める割合は少なかった. 上位腰椎の分離症例は発症後の早い段階で受診するため病期の低い症例が相対的に多くなると推測する.

本研究における癒合率に関しては86%であった. 同様のプロトコルで治療した場合のL5の癒合率が69.8%であったとする報告⁷⁾と比較すると上位腰椎では癒合率が高い傾向にあった. その理由として水平断分類進行期, 矢状断分類2期は癒合率が劣るとされているが⁸⁾, 本研究では病期の進行した症例が少ないことが高い癒合率につながっていると考えられる. また癒合に影響する因子として関節突起間部への血流の影響も考えられる. 腰椎椎弓根付近を縦走するintersegmental branchはL4高位では85%, L5高位ではわずか10%しか見られなかつ

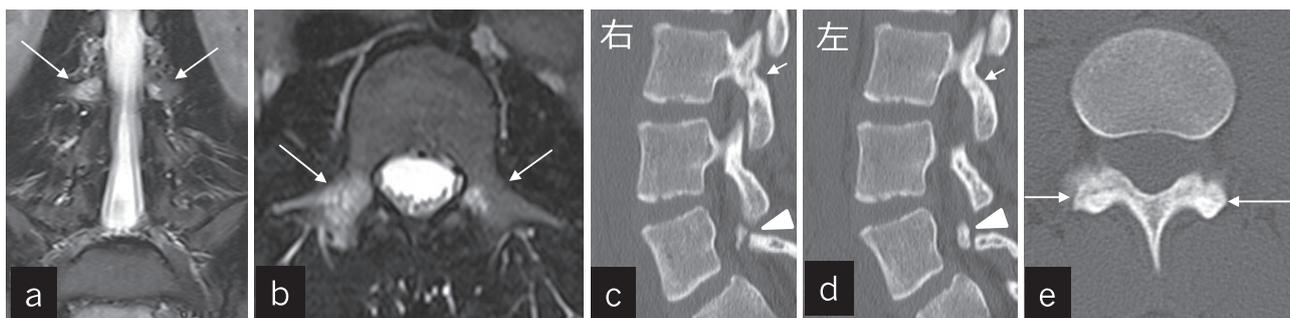


図4 初診時画像所見
 a, b : MRI で L3 両側椎弓根周囲に骨髄浮腫を認めた (矢印).
 c, d : CT で L3 両側に骨折線 (矢印), L5 両側に偽関節を認めた (矢頭).
 e : CT で L3 両側に骨折線を認めた (矢印).

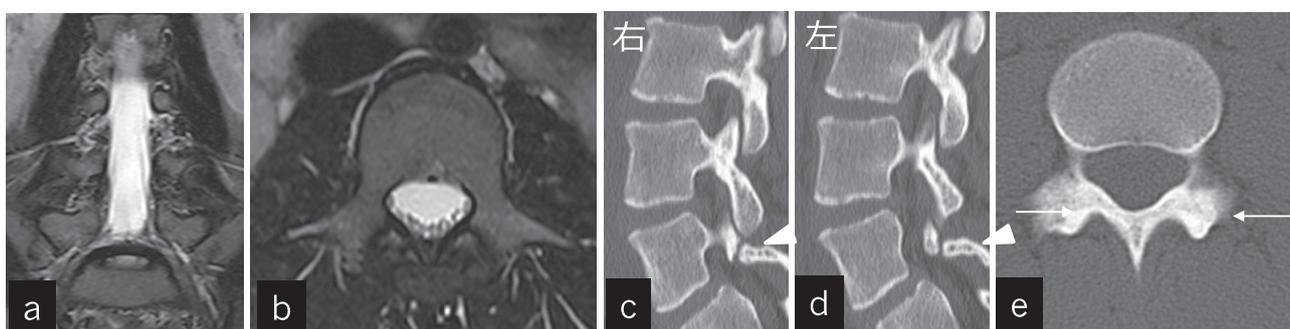


図5 保存治療終了時画像所見
 a, b : MRI で L3 両側椎弓根周囲の骨髄浮腫の消失を認めた.
 c, d : CT で L3 両側の癒合, L5 両側の偽関節残存を認めた.
 e : CT で L3 両側の癒合を認めた.

たと報告されており⁹⁾, 不十分な血流が分離部の癒合に不利に働くと考えられる. 一方で L3 より頭側では intersegmental branch が 98% 以上存在するため, 良好な血流が高い癒合率と関連している可能性がある.

下位腰椎においては分離部と同一高位の椎弓に SBO が見られることがある. しかし本調査では 37 例中 15 例で SBO を保有していたものの, 分離と同一高位の SBO を保有していた症例は存在しなかった. SBO が同一高位に存在すると力学的不安定性が強くなると考えられ¹⁰⁾, 分離と SBO が同一高位に存在しないことも高い癒合率と関連している可能性がある.

本研究では下位腰椎との複数高位罹患症例が約 1/3 と多かった. 上位腰椎の分離症は頻度が低いため見落としが生じやすいと思われるが, さらに複数高位の罹患は診断の見落としが生じることが知られている¹¹⁾. 本研究の治療未施行例の中には診断の見落としが含まれていた. 単一高位との思い込みで病変を見逃さないためには複数の高位に分離が生じることも心に留めておく必要があると考える.

本研究の限界として後ろ向き研究であり, データの脱落症例が存在した. 特に縦断的研究において, 保存療法拒否・未施行・中断症例が多かった結果, 経過観察率

が 47% となったことは本研究の限界である.

治療担当医が偽関節化した下位腰椎の病変のみを認識し上位腰椎の骨髄浮腫を見逃して保存療法を導入しなかった症例も存在したため, 稀であるが L3 より頭側にも腰椎分離症が生じることに注意を払う必要がある.

結 語

上位腰椎に生じた腰椎分離症の特徴を解析した. 上位腰椎の分離症発生のメカニズムに競技特性が影響していると推測した. また保存治療における癒合率が高かったのは, 進行した病変が少なく, 同一高位に SBO が存在しないことが関与していると考えた. 複数の高位に分離が生じることがあるため見落としに注意を要する.

文 献

- 1) Tatsumura M et al: Prevalence of curable and pseudoarthrosis stages of adolescent lumbar spondylolysis. J Rural Med, 13: 105-109, 2018.
- 2) Terai T et al: Spondylolysis originates in the ventral aspect of the pars interarticularis: a clinical

- and biomechanical study. *J Bone Joint Surg Br*, 92: 1123-1127, 2010.
- 3) Chosa E et al: A biomechanical study of lumbar spondylolysis based on a three-dimensional finite element method. *J Orthop Res*, 22: 158-163, 2004.
 - 4) 辰村正紀：腰椎分離症を偽関節予防に導くための疫学知識. 予防に導くスポーツ整形外科. 文光堂, 東京: 416-422, 2019.
 - 5) Sugiura S et al: Characteristics of low back pain in adolescent patients with early-stage spondylolysis evaluated using a detailed visual analogue scale. *Spine*, 40: E29-E34, 2015.
 - 6) 落合史ほか：骨髄浮腫を伴う腰椎分離症症例の初診時の特徴. 整スポ会誌, 40: 174-179, 2020.
 - 7) 辰村正紀ほか：腰椎分離症治療の update. 別冊整形外, 37: 102-107, 2018.
 - 8) 蒲田久典ほか：初期・進行期腰椎分離症の病期分類からみた癒合率：水平断分類と矢状断分類の特徴. 整スポ会誌, 37: 299-302, 2017.
 - 9) Liu L et al: An anatomical study on lumbar arteries related to the extrapedicular approach applied during lumbar PVP (PKP). *PLoS One*, 14: e0213164, 2019.
 - 10) 石本立ほか：腰椎分離症に対し保存療法を施行した症例の検討—潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が癒合率、癒合期間に及ぼす影響—. 関東整災外会誌, 48: 76-81, 2017.
 - 11) 蒲田久典ほか：青少年の腰椎分離症における多椎体症例の検討. 整スポ会誌, 39: 189-194, 2019.

脛骨粗面と膝蓋骨下極の裂離骨折を同時に受傷した成長期サッカー選手の1例

Simultaneous Avulsion Fractures at the Tibial Tubercle and Inferior Pole of the Patella Occurred in a Soccer Player in Growth Period: a Case Report

村山 雄輔 Yusuke Murayama 舟崎 裕記 Hiroki Funasaki
林 大輝 Hiroteru Hayashi 窪田 大輔 Daisuke Kubota
永井 聡子 Akiko Nagai

● Key words

脛骨粗面, 裂離骨折, 膝蓋骨下極

● 要旨

脛骨粗面と膝蓋骨下極の裂離骨折を同時に受傷したまれな1例を経験したので報告する。症例は13歳の男子で、サッカープレー中、シュートする際に軸足側の左膝に疼痛が生じた。前医で4週間の保存加療を施行されたが、膝関節自動伸展障害が残存したため、当科に紹介された。初診時、左膝蓋骨高位を認め、膝関節30°からの自動伸展は不可であった。単純X線およびCT像で、膝蓋骨下極の裂離骨折と脛骨粗面の中枢に小骨片を認め、MR像では、膝蓋腱はすべてこの骨片に付着し、弛緩していた。手術は、吸収性ピン、ならびにsuture bridge法を用いて膝蓋腱付き骨片を脛骨粗面に固定した。膝蓋骨下極の裂離骨折部は安定していたため固定は行なわなかった。術後4.5ヵ月で筋力の回復を確認し、5ヵ月で全体練習に完全復帰した。本骨折は極めてまれで、国内外の報告は、骨端線閉鎖前の症例では7例のみであった。

はじめに

脛骨粗面の裂離骨折は骨端線閉鎖前の若年者にしばしば生じるが、膝蓋骨下極の裂離骨折を同時に受傷することは極めてまれである。著者らは、サッカーのプレー中に本骨折を受傷した1例に対して観血的整復固定術を行わない、良好な成績が得られたので報告する。

症 例

13歳男子。身長155cm、体重43kg、サッカー部所属。サッカーの練習中に目標とボールを結んだ線に対して角度をつけて助走しながら右足でシュートする際、軸足側の左足を踏み込んだとき、左膝に強い疼痛が生じ、プレー続行が不可能となった。近医を受診したところ、膝蓋骨の裂離骨折と診断され、保存的に加療された。し

かし、膝関節の自動伸展障害が残存したため、受傷4週後に当科に紹介された。初診時、左大腿の著明な筋萎縮と膝蓋骨高位を認めた。膝蓋骨、脛骨粗面部の圧痛はなく、膝関節の他動関節可動域は健側と等しく0~140°であったが、屈曲30°から自動伸展は不可能であった。単純X線像では、膝蓋骨下極の裂離骨折と脛骨粗面中枢側に薄い小骨片を認めた。脛骨中枢の骨成長はEhrensbergの分類でapophyseal stageであり、Insall-Salvati比(以下I-S比)1.33(健側1.16)の膝蓋骨高位であった(図1)。CT像では、膝蓋骨下極内側の裂離骨折を認め、脛骨粗面中枢にみられた小骨片と脛骨粗面との距離は約3cmであり、骨片の大きさは17×13mmであった(図2)。MR像では、膝蓋腱は弛緩し、末梢側はすべてこの小骨片に付着しており、膝蓋骨下極には骨髄浮腫を伴う裂離骨片を認めた(図3)。以上の所見から、Watson-Jones分類(以下W-J分類)I型の脛骨粗面の裂離骨折、および膝蓋骨下極の裂離骨折(sleeve frac-

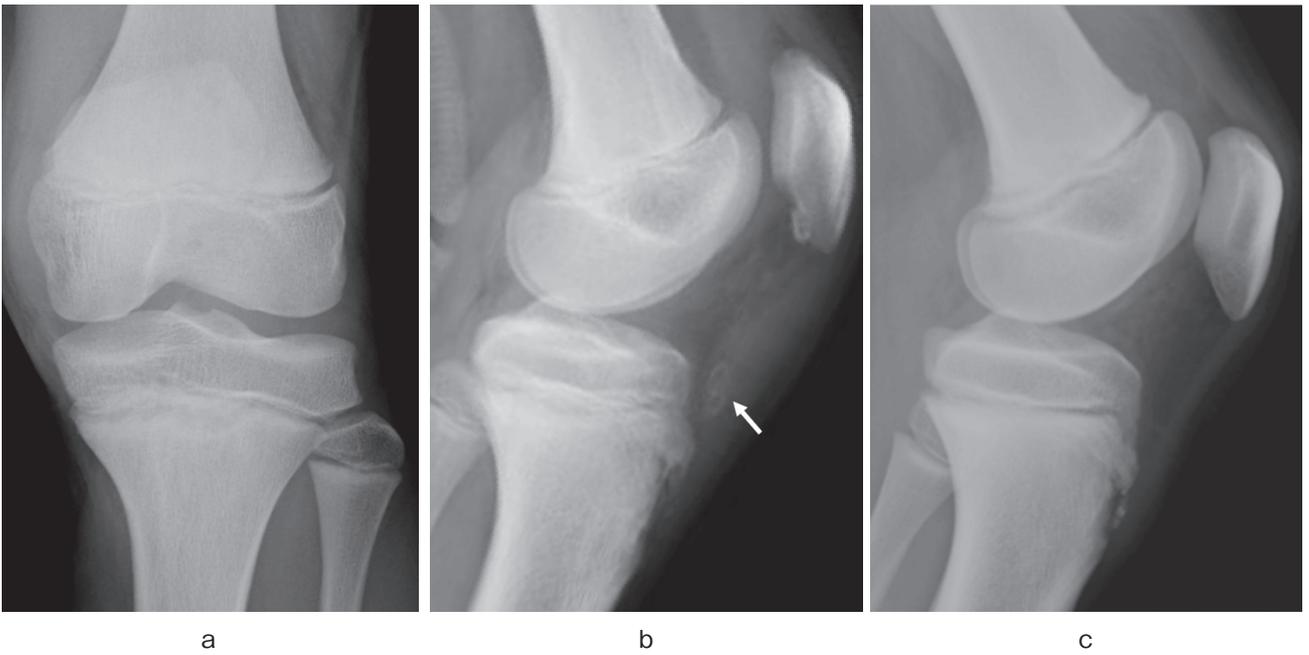


図1 当科初診時の単純X線 a: 正面像. b: 側面像. c: 健側側面像.
 受傷後4週間を経過した当科初診時, Ehrenborg の分類で apophyseal stage であり, I-S 比 1.33 の膝蓋骨高位であった. また, 脛骨粗面の中枢に淡い骨片様陰影が観察された (矢印).

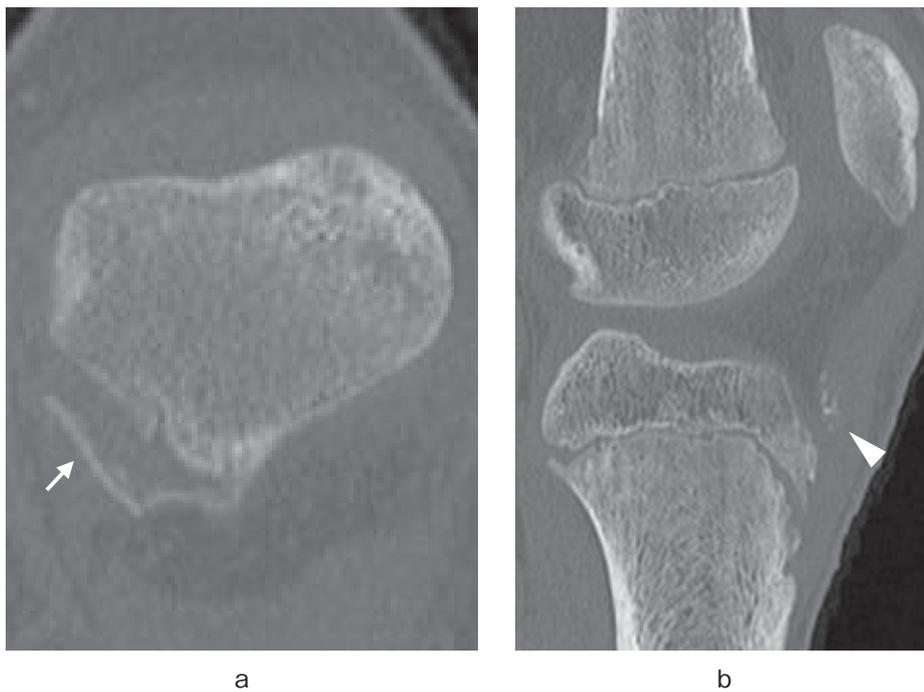


図2 CT像 a: 冠状断. b: 矢状断.
 膝蓋骨下極内側の裂離骨折と (矢印), 脛骨粗面から約3cm 中枢に17×13 mm 大の小骨片を認めた (矢頭).

ture) と診断し, 手術を施行した. 手術時, まず, 膝蓋骨下極の裂離骨折を観察したところ, 骨折部は安定していたため固定は行なわなかった. 次に, 膝蓋腱に沿って展開すると, 膝蓋腱膜は保たれていたが, 腱膜を正中で切開したところ, 膝蓋腱は遠位付着部から厚さ約1mm

の薄い骨片を伴って断裂し, 骨片は中枢に約3cm 転位していた. 脛骨粗面の母床を新鮮化したのち, まず, 1.5mm 径の吸収性ピン (帝人メディカルテクノロジー社製 Super FIXSORB) を1本用いて, 骨片が割れないように注意しながら脛骨粗面に固定した. さらに su-

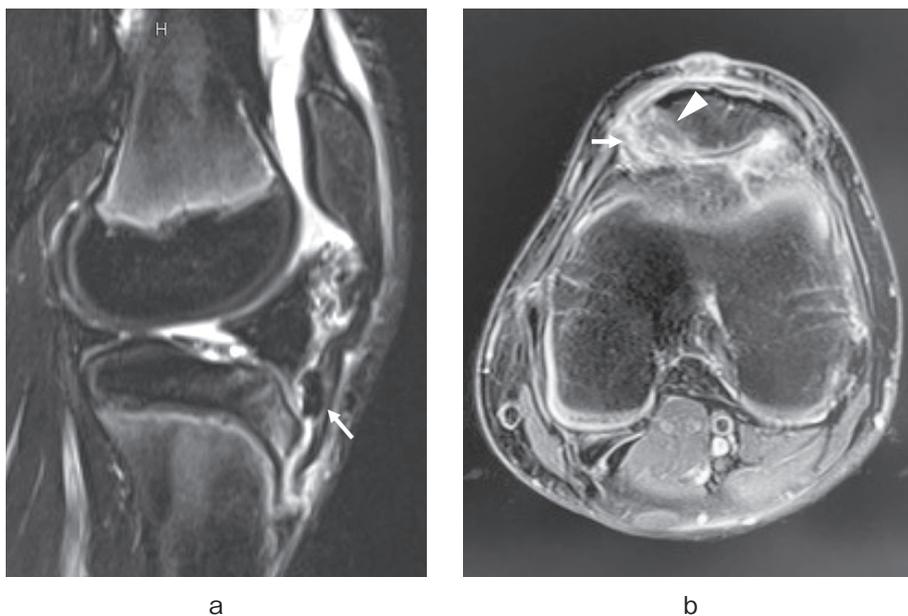


図3 MR像 a: STIR矢状断, b: STIR 水平断.
 a: 膝蓋腱は弛緩し, 末梢側はすべて小骨片(矢印)に付着していた.
 b: 膝蓋骨下極内側に裂離骨折を認め(矢印), 対応する膝蓋骨骨髓の高輝度変化を伴っていた(矢頭).

ture anchor を脛骨粗面中樞に2本 (Depuy Mitek 社製 GRYPHON BR アンカー: Orthocord 2 号糸), 末梢に2本 (Depuy Mitek 社 製 HEALIX ADVANCE KNOTLESS BR アンカー) 刺入し, suture bridge 法に準じて裂離骨片が整復位に強固に固定されるように十分に糸に緊張をかけながら膝蓋腱を固定した (図4). 術後1週間はギプス固定とし, その後は屈曲角度制限付きの膝硬性装具を装着しながら可動域訓練を開始した. 膝の屈曲角度制限は術後4週まで75度としたが, その後, 装具を装着しながら次第に増大し, 12週で制限なく膝自動運動が可能となり, 装具を除去した. 荷重は術後4週から部分荷重を開始し, 9週で全荷重を許可した. また, 術後6週から求心性, 12週から遠心性の筋力トレーニングを行なった. 術後2ヵ月の単純X線像では, 裂離した骨片の骨癒合が得られ, I-S比は0.93であり, 術後矯正損失は認めなかった (図5). 術後4ヵ月のMR像で膝蓋腱の脛骨粗面への付着が良好であることを確認したうえでジョギングを開始した. 4.5ヵ月で筋力の回復を確認し, 5ヵ月で全体練習に復帰した (図6). 術後2年の現在, 症状なくサッカーを継続している.

考 察

脛骨粗面の裂離骨折は, 全骨端線損傷の中で3%未満と報告されており^{1,2)}, 頻度の少ない骨折である. 一方, 膝蓋骨下極の裂離骨折は sleeve fracture と呼ばれ, その頻度は小児骨折の約0.5%と報告されている³⁾. いずれも骨端線閉鎖前の若年者に多いが, これらの骨折を同

時に受傷することは極めてまれで, 著者らが渉猟しえた限りでは国内外で10例, 骨端線閉鎖前の症例では7例が報告されているにすぎない⁴⁻⁹⁾ (表1). この7例をみると, 受傷機転はいずれもスポーツ中の受傷であったが, 詳細な発症機序が記載されていたのは2例であった. 1例は本症例と同様にサッカーでボールを蹴る際の踏み込み動作であり, 他の1例はハードル走との着地動作であった. Bowers は脛骨粗面裂離骨折の受傷機転に関して, 大腿四頭筋が緊張した状態で強い膝屈曲力が働いた場合と膝関節屈曲位で下腿が固定された状態で大腿四頭筋が急激に収縮した場合に受傷すると報告した¹⁰⁾. Pretell-Mazzini らは脛骨粗面裂離骨折の骨折型と受傷時の膝屈曲角度が関連し, 膝屈曲0~30度までの場合はW-J分類I型が多いと報告した¹¹⁾. また, Henard らはW-J分類の骨折型と受傷年齢との間には関連性があり, 脛骨結節部の骨化核と脛骨近位骨化核との癒合以前に強力な膝蓋腱の牽引力が働いた場合, I型が発症しやすく, 12~14歳が多いと報告している¹²⁾. 本症例を含めた8例の発症年齢は11~13歳に限局していた. 一方, sleeve fracture の受傷機転も同様に大腿四頭筋の遠心性収縮が要因とする報告が多いが, 受傷時の膝関節に関しては伸展位または屈曲位とさまざまな報告があり, 一定の見解は得られていない. Manfred は膝関節屈曲50度で膝蓋骨下極部に最大のストレスが加わること, また, 佐々木らは膝関節40~60度屈曲位で膝蓋骨下部の回転モーメントが最大になることを報告している^{13,14)}. 本症例の受傷機転は明らかではないが, 強くボールを蹴ろうとした際, 軸足の踏み込み時に膝関節が軽度屈曲位から

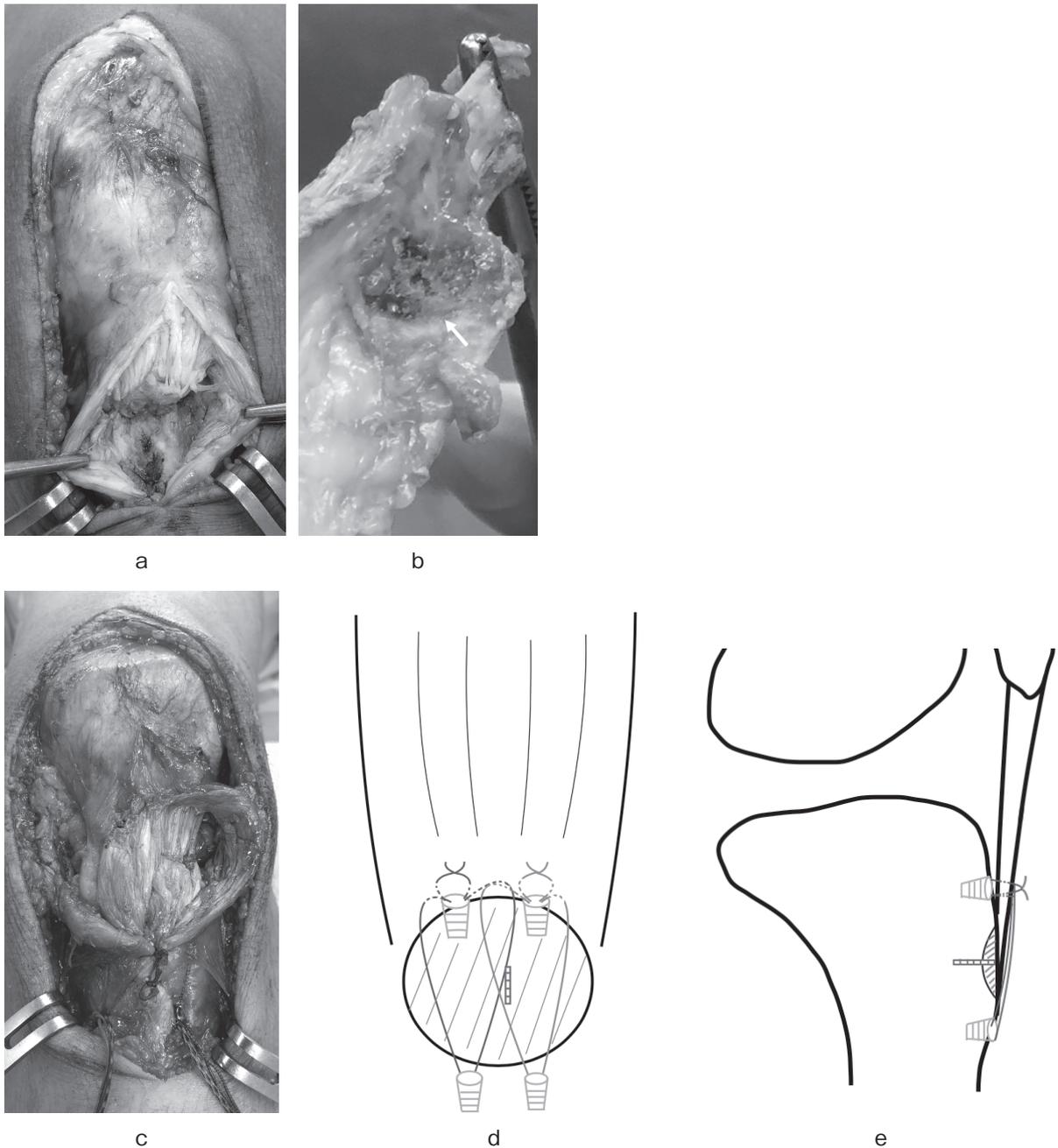


図4 手術時所見 a, b: 脛骨粗面裂離骨折部. c: Suture bridge 法施行後. d, e: 手術シエーマ (細螺子: 吸収性ピン, 太螺子: suture anchor).

膝蓋腱膜は保たれていたが、腱膜を正中で切開したところ、膝蓋腱は遠位付着部から厚さ約 1 mm の薄い骨片 (矢印) を伴って断裂し、骨片は中枢に約 3 cm 転位していた (a, b)。1.5 mm 径の吸収性ピンを 1 本用いて骨片を脛骨粗面に固定し、さらに suture anchor を脛骨粗面中枢に 2 本、末梢に 2 本刺入し、suture bridge 法に準じて膝蓋腱を固定した (c, d, e)。

50 度程度の屈曲位で、大腿四頭筋に強い遠心性収縮がかかることによって脛骨粗面裂離骨折と膝蓋骨下極の sleeve fracture が生じたと推測した。W-J 分類 I 型骨折では apophyseal stage が多いため単純 X 線像で裂離骨片の確認が困難なことがあり、本症例、ならびに報告例 7 例中 3 例においても初診時に骨片の存在が見逃されていた。本骨折の診断に際しては圧痛や膝蓋骨高位、膝伸展制限などの臨床所見に注意が必要である。治療に関

しては、過去の報告例では、全例で膝蓋骨、脛骨ともに螺子や軟鋼線、ステイプルなどのインプラントが用いられており、その他 Krackow 法による縫合など、さまざまな固定法が用いられていた。本症例では sleeve fracture に関しては、転位がほとんどなく、骨折部が安定していたため内固定は行なわなかった。脛骨粗面の裂離骨折に対しては、抜去が不要な吸収性ピンと、suture anchor を用いた suture bridge 法を併用した。Suture



図5 術後2ヵ月時の単純X線側面像
 裂離した骨片の骨癒合が得られ、I-S比は0.93であった。



図6 術後4ヵ月時のMR像 (T2強調 矢状断)
 膝蓋腱の脛骨粗面への付着が良好であることを確認した。

表1 脛骨粗面と膝蓋骨下極の裂離骨折を同時に受傷した骨端線閉鎖前の報告例

報告者	Stepanovich MT et al	Bradko V et al	Bradko V et al	Hermansen LL et al
年齢	12	13	12	12
脛骨 骨成長	Apophyseal	Epiphyseal	Apophyseal	Apophyseal
性別	男	男	男	男
受傷時のスポーツ	スケートボード	陸上 (ハードル)	バスケット	スケートボード
発症機序	ボードから落下	ジャンプの着地	ジャンプ動作 (詳細不明)	詳細不明
脛骨粗面骨折 type (W-J分類*)	II	I	I	I
脛骨粗面固定法	スクリュー	Krackow 法+ステイプル	スクリュー, Krackow 法+ステイプル	suture anchor + 軟鋼線
膝蓋骨固定法	pull-out wire 法	pull-out wire 法	pull-out wire 法	suture anchor
オスグッド病の既往	無	無	有	無
単純X線での脛骨粗面裂離骨片の有無	有	無	有	有
術後から完全復帰までの期間	26週	記載なし	部分的な復帰まで3ヵ月	記載なし

報告者	Hayashi M et al	Yamazaki S et al	Ozaki M et al	自験例
年齢	11	12	12	13
脛骨 骨成長	Epiphyseal	Epiphyseal	Epiphyseal	Apophyseal
性別	男	男	男	男
受傷時のスポーツ	走り高跳び	詳細不明	サッカー	サッカー
発症機序	助走動作 (詳細不明)	ジャンプの着地時に転倒	ボールを蹴る時の軸足	ボールを蹴る時の軸足
脛骨粗面骨折 type (W-J分類*)	I	I	I	I
脛骨粗面固定法	suture anchor	Krackow 法+スクリュー	tension band wiring 法	吸収性ピン+ suture bridge 法
膝蓋骨固定法	suture anchor	suture anchor	軟鋼線	内固定せず
オスグッド病の既往	有	無	無	無
単純X線での脛骨粗面裂離骨片の有無	無	有	無	有
術後から完全復帰までの期間	部分的な復帰まで6ヵ月	記載なし	記載なし	5ヵ月

*Watson-Jones 分類

bridge 法は 2005 年に報告された手術法であり、腱板断裂に対して腱板とフットプリントの接触面積および接触圧を増加させる手技である¹⁵⁾。本症例においても脛骨粗面への膝蓋腱の縫着と骨折部の骨癒合獲得には本法が適していると考え用いたところ、術後 2 ヶ月で骨癒合、4 ヶ月で腱の骨への連続性が得られたことから本法は W-J 分類 I 型骨折に対して有用な手術法と考えた。また、スポーツ復帰に関して記載がある報告例の 3 例のうち 1 例は術後 26 週で完全復帰、他の 2 例は術後 3 ヶ月、また 6 ヶ月から部分復帰であり、本症例においても比較的早期の術後 5 ヶ月で完全復帰が可能であった。Apophyseal stage の W-J 分類 I 型骨折では単純 X 線像で裂離骨片の確認が困難なことがあり、CT や MRI 検査を用いて正確に骨折部を評価し、手術方法を検討する必要がある。

文 献

- 1) Ergün M et al: Simultaneous bilateral tibial tubercle avulsion fracture in a basketball player. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11: 163-166, 2003.
- 2) Bolesta MJ et al: Tibial tubercle avulsions. *J Pediatr Orthop*, 6: 186-192, 1986.
- 3) Hunt DM et al: A review of sleeve fractures of the patella in children. *Knee*, 12: 3-7, 2005.
- 4) Stepanovich MT et al: Combined tibial tubercle avulsion fracture and patellar avulsion fracture: An unusual variant in an adolescent patient. *Am J Orthop*, 45: E31-E34, 2016.
- 5) Bradko V et al: Two cases of combined patellar tendon avulsion from the tibia and patella. *SICOT J*, 4: 17, 2018.
- 6) Hermansen LL et al: Bifocal osseous avulsion of the patellar tendon from the distal patella and tibial tuberosity in a child. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24: 712-714, 2016.
- 7) 林真ほか：小児に生じた Bipolar infrapatellar tendon rupture の稀な 1 例. *膝*, 31: 301-304, 2007.
- 8) 山崎真哉ほか：拡張型心筋症患者に発生した膝蓋腱断裂の 1 例. *JOSKAS*, 37: 282-283, 2012.
- 9) 尾崎正大ほか：小児膝伸展機構損傷の 1 例. *東日整災外会誌*, 25: 84-87, 2013.
- 10) Bowers KD Jr: Patellar tendon avulsion as a complication of Osgood-Schlatter's disease. *Am J Sports Med*, 9: 356-359, 1981.
- 11) Pretell-Mazzini J et al: Outcomes and complications of tibial tubercle fractures in pediatric patients: a systematic review of the literature. *J Pediatr Orthop*, 36: 440-446, 2016.
- 12) Henard DC et al: Avulsion fractures of the tibial tubercle in adolescents. A report of bilateral fractures and a review of the literature. *Clin Orthop Relat Res*, 182-187, 1983.
- 13) Manfred F: Zerreiß- und Druckprüfungen an der Kniescheibe. *Arch Orthop Unfall-Chir*, 70: 261-274, 1971.
- 14) 佐々木崇ほか：スポーツによる膝蓋骨下端裂離骨折の 3 例. *整形外科*, 25: 113-116, 1974.
- 15) Park MC et al: Tendon-to-bone pressure distributions at a repaired rotator cuff footprint using transosseous suture and suture anchor fixation techniques. *Am J Sports Med*, 33: 1154-1159, 2005.

スポーツにより発症した 非外傷性肩関節不安定症に対する保存的治療の成績

Outcomes of Conservative Treatment for Atraumatic Shoulder Instability Caused by Sports

岩下 哲¹⁾ Satoshi Iwashita
若宮みあり¹⁾ Miari Wakamiya
飯澤 典茂²⁾ Norishige Iizawa

橋口 宏¹⁾ Hiroshi Hashiguchi
園木謙太郎¹⁾ Kentarou Sonoki
高井 信朗²⁾ Shinro Takai

● Key words

非外傷性肩関節不安定症, スポーツ傷害, 保存療法

Shoulder multidirectional instability : Sports injury : Conservative treatment

● 要旨

明らかな外傷歴がないスポーツにより発症した肩関節不安定症に対する保存的治療の成績について検討を行なった。

対象はスポーツにより生じた非外傷性肩関節不安定症 19 肩 (男性 3 例, 女性 15 例, 平均年齢 15.9 歳) である。保存的治療として, 腱板機能訓練や肩甲骨周囲筋訓練などの筋力訓練を中心にリハビリテーションを行なった。

保存的治療が奏功した 16 例はスポーツへの復帰が可能であったが, 完全復帰は 13 例, 不完全復帰は 3 例であった。2 例は最終的に手術的治療を要した。

スポーツを発症機転とした肩関節不安定症例においても保存的治療が有効であった。一方, 最終的に手術的治療を要した症例も認め, 不安定性の程度を中心に多角的に検討を行ない治療法の選択を行なうことが重要であると考えられた。

はじめに

遠藤は疫学調査により, 明らかな外傷歴がなく, 両側に罹患した異常な下方不安定性を有する病態を動揺性肩関節症 (loose shoulder) と命名した¹⁾。その後, loose shoulder を包含する概念として, Neer らにより, 不随意性の下方不安定性を基盤に 2 方向以上の動揺性を示す multidirectional instability (MDI) が報告され, 汎用されるようになった²⁾。動揺性肩関節症を主病変と考え, MDI から外傷例を除いた病態に非外傷性肩関節不安定症がある²⁾。

その病態は, 靭帯や関節包弛緩, 肩甲骨胸郭機能不全, inner muscle と outer muscle のアンバランス, 筋活動量の低下など多岐にわたる^{3, 4)}。関節の緩みにスポーツ

による繰り返す小外傷が加わることも一因であることは報告されている⁵⁾。しかし, 明らかな外傷歴のないスポーツを契機として発症した非外傷性肩関節不安定症の治療成績は不明である。

そこで, 今回スポーツを発症機転とした非外傷性肩関節不安定症に対する保存的治療の成績について検討を行なったので報告する。

症例と方法

対象はスポーツにより疼痛や不安定感, 亜脱臼を発症した非外傷性肩関節不安定症 18 例 19 肩である。男性 3 例, 女性 15 例で, 転倒や脱臼肢位強制などの明らかな外傷により生じた症例, 一度の動作で疼痛を発症した症例, 徒手整復を要した脱臼例は除外した。初診時平均年

岩下 哲
〒 270-1694 印西市鎌苅 1715
日本医科大学千葉北総病院整形外科
TEL 090-1887-2018

1) 日本医科大学千葉北総病院整形外科
Nippon Medical School Chiba Hokusoh Hospital
2) 日本医科大学付属病院整形外科
Nippon Medical School Hospital

年齢は15.9歳(13~18歳)で、罹患側は右肩14例、左肩3例、両肩1例であった。発症から初診・保存的治療開始までの期間は平均2.9ヵ月(0.5~5ヵ月)であった。スポーツ種目はバレーボール:9例、バドミントン:2例、テニス:2例、野球・ハンドボール・柔道・レスリング・チアリーディングが各1例であった。身体所見として、全例で肩関節の前方(anterior apprehension・drawer test)および下方不安定性(Sulcus sign)を認め、後方不安定性(posterior apprehension・drawer test)は6例に認められた。Apprehension testおよびdrawer testは不安感を認める、骨頭が関節窩を乗り越える、あるいはclickを生じた時を陽性とした。健側肩関節の緩さ(hyper abduction testおよび下垂外旋85度以上で評価)を全例に認めたが、Carter 徴候3項目以上陽性の全身性関節弛緩を有する症例は認められなかった。X線所見にて下方ストレスによる骨頭下降は全例で認められたが、X線およびMRI検査でその他Bankart病変やHill-Sachs病変などの異常所見は認められなかった(図1)。

保存的治療として、全症例に対し、腱板機能訓練や肩甲帯周囲筋訓練などの筋力訓練およびclosed-chain exerciseを用いたproprioceptive trainingを中心にリハビリテーションを行なった。平均治療期間は5.1ヵ月(3~8ヵ月)であった。

評価項目は、スポーツ復帰率、手術移行率を評価とした。また成績不良因子を検討するため、手術移行例と不完全復帰例を成績不良群、完全復帰を成績良好群とし両群間における年齢、性別、罹病期間、不安定性の程度(Sulcus sign, anterior・posterior apprehension test, anterior・posterior drawer testで不安定性を認める方向数を評価)、オーバーヘッドスポーツか否か、全身関

節弛緩性(Carter 徴候項目数)に関して比較検討した。統計学的検討は、Mann-Whitney *U* test, フィッシャーの正確確率検定を用い、危険率5%未満を有意差ありとした。

結 果

最終経過観察時点(5.1ヵ月(3~8ヵ月))で保存的治療が奏功した16例はスポーツへの復帰が可能(スポーツ復帰率88.9%)であったが、完全復帰は13例、不完全復帰は3例であった。亜脱臼を頻回に認め、野球およびチアリーディングにより発症した2例は手術療法を行なった(手術移行率11.1%)。

成績不良群と成績良好群の比較検討では、両群間で年齢、性別、罹病期間、オーバーヘッドスポーツ、全身弛緩性に関して統計学的有意差を認めなかった。また前方、後方、下方の3方向への不安定性を認める症例においても両群に有意差は認められなかった(表1)。

考 察

本研究で、全例対側の不安定性を認めていたことからスポーツを契機とした肩関節非外傷性不安定症は、もともと患者本人が関節包弛緩などhyper laxityを素因としても、繰り返す小外傷により関節包靭帯の弛緩などのstatic factorの低下を起し、発症したと考えられた。治療は生活指導に併せ、非外傷性肩関節症の主因となるstatic factor低下を腱板機能訓練と肩甲帯周囲筋訓練を中心としたdynamic factor強化により補うことで、その不安定性改善を目指す⁶⁾。筋力訓練の効果は、外旋・内旋筋力の20%以上の増加により、93.3%の症例で不安

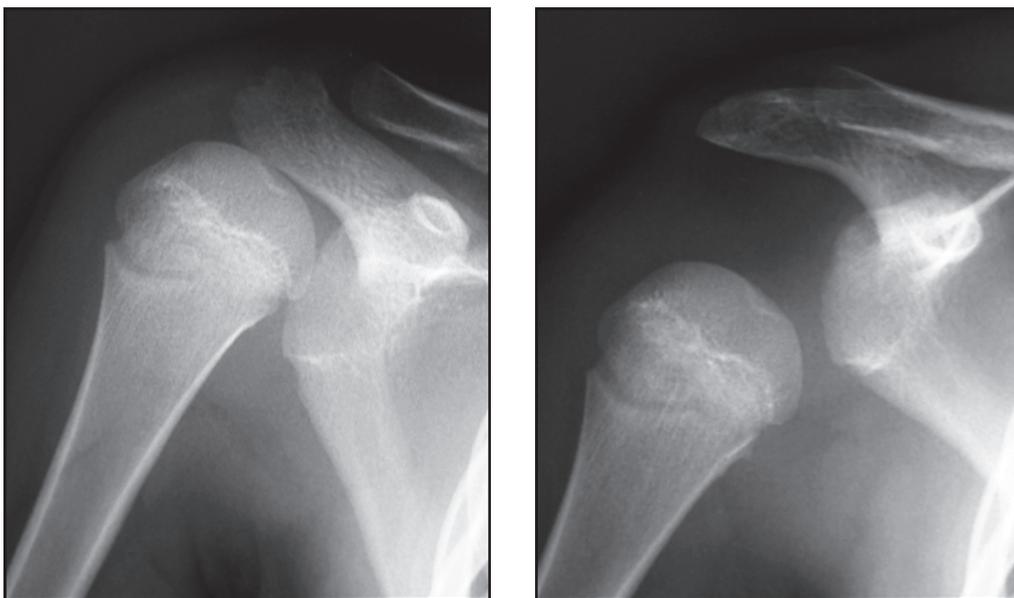


図1 X線所見において下方ストレス(立位にて手関節に3kgの重錘を負荷)により骨頭下降を全例で認めた

表 1 成績不良群と成績良好群の比較

	成績不良例	成績良好例	P 値
平均年齢	15.9 歳 (14~18)	15.8 歳 (13~18)	0.96
性別	男：2 例，女：3 例	男：1 例，女：12 例	0.0995
罹病期間	1.9 ヲ月	3.2 ヲ月	0.0887
不安定性の程度	3 方向：60%	3 方向：23.1%	0.268
オーバーヘッド スポーツ	60%	61.6%	0.4728
全身弛緩性	0.2 項目	0.5 項目	0.7163 (N.S.)

定性や臨床症状の改善を認めたと証明されている⁷⁾。このようにリハビリテーションに良好な反応を示すとともに、自然治癒の可能性も考慮されるため、非外傷性不安定症は保存療法が第一選択となる⁵⁾。実際、Rockwood らは肩関節不安定症を 4 つに分類し、本例のような非外傷性肩関節症例において 87% の症例で保存療法の有効性を報告している⁶⁾。同様の良好な治療成績がほかにも多数示されている^{7~12)}。

Watson らは Rockwood らの報告した筋力訓練に併せて肩甲骨異常や proprioception 低下の改善を目的としたリハビリを施行することで、治療効果がより高かったことを報告した^{13~15)}。

当院では、Watson らのリハビリプログラムに習い、スポーツを契機とした非外傷性肩関節不安定症の患者に対して Rockwood らの推奨する腱板筋力訓練や肩甲骨周囲筋訓練に加え、治療初期には低可動域で肩甲骨および上腕骨位置の徹底的な修正をまず施行している。その後、可動域拡大に伴って proprioceptive training を行なっている。肩甲骨や上腕骨の良好なポジション下で可動域拡大と筋力獲得をした後、日常生活機能、さらにはスポーツ特異的な訓練を施行しスポーツ復帰を目指している。

筋力トレーニングのみでなく、非外傷性肩関節不安定症で認める肩甲骨位置異常や proprioception の低下の改善も目指したりハビリテーション導入により、スポーツによる負荷やオーバーユースがその発症機転となった症例においても平均治療期間約 5 ヲ月でスポーツ復帰率 88.9% と良好な成績を獲得できた。

さらに、static factor のより低下を来している可能性のある 3 方向への不安定性に関して、統計学的有意差はなかったものの成績不良群で 3 方向への不安定性を有する率が高く、治療成績に影響を与えた可能性がある。しかし、手術療法と比較して保存療法では正常な上腕骨頭や肩甲骨の回転中心や筋活動を獲得できないといった報告から保存療法の限界¹⁶⁾があると考えられるため、今後、さらに症例数を増やし、保存療法の奏功しない成績不良群のリスクファクターを検討する必要があると考えている。

結 語

スポーツを発症機転とした非外傷性肩関節不安定症に対してもリハビリテーションを中心とした保存的治療が有効であった。

文 献

- 1) 遠藤寿男：Sog. Schulterschlottergelenk の診断と治療法の経験。中部整災誌, 14: 630-632, 1971.
- 2) Neer CS 2nd et al: Inferior capsular shift for involuntary inferior and multidirectional instability of the shoulder. A preliminary report. J Bone Joint Surg Am, 62: 897-908, 1980.
- 3) Morris AD et al: Shoulder electromyography in multidirectional instability. J Shoulder Elbow Surg, 13: 24-29, 2004.
- 4) Ogston JB et al: Differences in 3-dimensional shoulder kinematics between persons with multidirectional instability and asymptomatic controls. Am J Sports Med, 35: 1361-1370, 2007.
- 5) 黒田重史ほか：肩関節多方向不安定症の発症と自然治癒に関する考察。肩関節, 21: 449-452, 1997.
- 6) Rockwood et al. Subluxation of the glenohumeral joint: Response to rehabilitation exercise traumatic vs. atraumatic instability. The Shoulder Proceeding of Third International Conference on Surgery of the Shoulder, 293-298, 1986.
- 7) 井手淳二ほか：肩関節不安定症に対する肩回旋腱板筋力増強訓練の意義について。肩関節, 12: 91-94, 1988.
- 8) Ide J et al: Shoulder-strengthening exercise with an orthosis for multidirectional shoulder instability: quantitative evaluation of rotational shoulder strength before and after the exercise program. J Shoulder Elbow Surg, 12: 342-345, 2003.
- 9) Burkhead WZ Jr et al: Treatment of instability of the shoulder with an exercise program. J Bone Joint Surg Am, 74: 890-896, 1992.

- 10) Rowe CR et al: Voluntary dislocation of the shoulder. A preliminary report on a clinical, electromyographic, and psychiatric study of twenty-six patients. *J Bone Joint Surg Am*, 55: 445-460, 1973.
- 11) Fronek J et al: Posterior subluxation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am*, 71: 205-216, 1989.
- 12) Bateman M et al: Physiotherapy treatment for atraumatic recurrent shoulder instability: early results of a specific exercise protocol using pathology-specific outcome measures. *Shoulder Elbow*, 7: 282-288, 2015.
- 13) Watson L et al: The effects of a conservative rehabilitation program for multidirectional instability of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*, 27: 104-111, 2018.
- 14) Watson L et al: The treatment of multidirectional instability of the shoulder with a rehabilitation program: Part 1. *Shoulder Elbow*, 8: 271-278, 2016.
- 15) Watson L et al: The treatment of multidirectional instability of the shoulder with a rehabilitation programme: Part 2. *Shoulder Elbow*, 9: 46-53, 2017.
- 16) Kiss J et al: Non-operative treatment of multidirectional shoulder instability. *Int Orthop*, 24: 354-357, 2001.

解剖学的二重束前十字靭帯再建術における 中高年者の術後成績の検討

Evaluation of Postoperative Results of Middle Age after Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

柳澤 真也 Shinya Yanagisawa 木村 雅史 Masashi Kimura
萩原 敬一 Keiichi Hagiwara 生越 敦子 Atsuko Ogoshi

● Key words

Middle age : Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : Signal noise quotient

● 要旨

目的：本研究の目的は、中高年者の前十字靭帯再建術（以下 ACLR）後臨床成績、移植靭帯成熟度は若年者と比較しても同等に良好であるとの仮説をもとに、ACLR における中高年者の術後臨床成績と MRI による成熟度につき検討することである。

方法：2013 年から 2016 年までに ACLR を施行した 153 例 153 膝を対象とし後ろ向きに調査した。術前検討項目として年齢、性別、BMI、ストレス撮影による健側と患側の差（side to side difference : SSD）、International Knee Documentation Committee score（IKDC score）、を評価した。1 年経過時の SSD、IKDC score、と MRI における移植靭帯の signal noise quotient（SNQ）値を算出した。40 歳未満の A 群、40 歳以上の B 群の 2 群に分け各項目の単変量解析を行なった。

結果：A 群 118 膝、B 群 35 膝であった。術後 Lysholm score、IKDC score に有意差は認められなかった。術後 SSD は B 群が有意に低値であったが（ $p=0.01$ ）、MRI の大腿骨側、脛骨側の移植靭帯輝度に有意差を認めなかった。

結論：中高年者の ACLR 後臨床成績は良好であり、術後 SSD は若年者と比較して有意に低値であった。MRI による移植靭帯輝度は若年者と中高年者では有意差は認められなかった。

仮説をもとに、ACLR における中高年者の術後成績と MRI による成熟度につき検討することである。

はじめに

スポーツ活動への復帰を望む中高年の前十字靭帯（ACL）損傷患者に対し、解剖学的二重束前十字靭帯再建術（Anterior cruciate ligament reconstruction ; ACLR）は近年増加している¹⁾が、中高年の ACLR 術後合併症が多いとの報告がみられる一方²⁾、40 歳以上の ACLR 後臨床成績が良好との報告もみられる^{3,4)}。しかし MRI による移植靭帯の成熟度⁵⁾を含め若年者と比較検討した報告は乏しい。

本研究の目的は、中高年者の ACLR 後臨床成績、移植靭帯成熟度は若年者と比較しても同等に良好であるとの

対象と方法

1. 研究計画

本研究は施設の倫理委員会の承認下に行なった。当院で 2013 年から 2016 年までにハムストリング靭帯を用い out-side in 法で解剖学的二重束 ACLR を施行した 153 例 153 膝（男性 81 膝、女 72 膝、平均年齢 29.5 歳）、を対象として後ろ向きに調査した。平均経過観察期間は 11.7~13.8 ヶ月であった。検討項目として年齢、性別、BMI、術前待機期間（time between injury and sur-

柳澤真也
〒379-2115 前橋市筑井町 54-1
善衆会病院
TEL 027-261-5410/Fax 027-261-5450
E-mail yanashin87@yahoo.co.jp

善衆会病院群馬スポーツ医学研究所
Zensyukai Hospital Gunma Sports Medicine Research Center

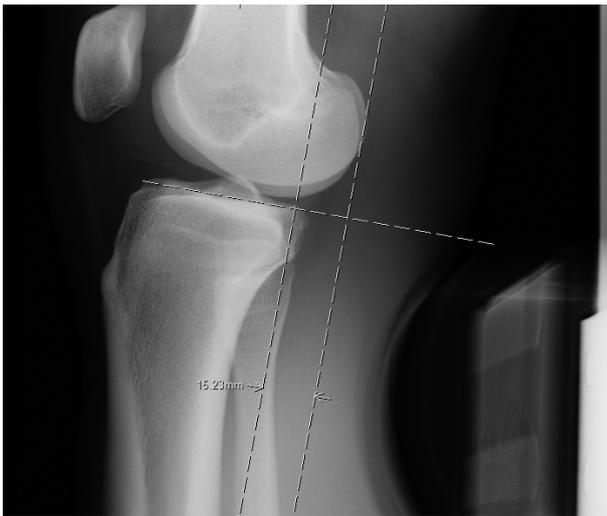


図1 SSD計測方法
膝屈曲20度で130Nの前方ストレス撮影(Telos-SE)による健側と患側の差(SSD)を計測した。

gery ; TBIS), 膝屈曲20度で130Nの前方ストレス撮影(Telos-SE)による健側と患側の差(side to side difference ; SSD)⁶⁾(図1), Lysholm score, Tegner activity score (TAS), International Knee Documentation Committee score (IKDC score) score, Pivot shift test, 伸展可動域の患健側差をHeel height distance (HHD)⁷⁾, 立位単純X線によるKellgren-Lawrence grade (KL grade) を評価した。術中評価項目は移植腱径, 半月板断裂有無と縫合有無, 軟骨損傷有無とした。術後2週目でのCTで大腿骨, 脛骨骨孔位置を評価した。1年経過時のSSD, Lysholm score, IKDC score, Pivot shift test とMRIでのsignal noise quotient (SNQ) 値を算出した⁸⁾。統計処理ソフトにはSPSS (ver.19.0) を用いた。40歳未満のA群, 40歳以上のB群の2群に分け各項目の単変量解析を行なった。統計学的有意水準は5%とした。

2. 手術方法

①移植腱の作製

両群とも半腱様筋腱および薄筋腱を用いた。二重折りにして, 近位はEndobutton CL Ultra (Smith & Nephew, Andover, USA) を使用し遠位には径2.5mmの人工靭帯(Telos, Marburg, Germany) を縫着しanteromedial bundle (AMB) と posterolateral bundle (PLB) とした。移植腱径はsizing tubeを用いて計測した。

②大腿骨側骨孔作製

解剖学的二重束再建術は既に報告した術式で行なった⁹⁾。大腿骨骨孔作製は外側膝蓋下ポータルより挿入したoutside in用のACLガイドをresident ridgeより後方にあるAMBのfoot printに当て, 2.4mmのガイドピンを刺入後, 4.5mm Endobutton drill (Smith &

Nephew, Andover, USA) でドリリングを行なった。その後移植する靭帯径に合わせた逆行性ドリルで骨孔を作製した。通常は6mm径のドリルを使用した。次にAMB前方にあるPLBのfootprintにout side用ACLガイドを当て, AMBと同様の手順で骨孔を作製した。

③脛骨側骨孔作製

脛骨骨孔作製は, 内側膝蓋下ポータルから挿入したガイドを関節軟骨と靭帯移行部(Parson's knob直後方)に当てAMBのKirschner wireを挿入した。PLBはAMB後方や外側で骨孔同士が接触しない位置を目指し, 移植する靭帯径に合わせた順行性ドリルで骨孔を作製した。

④移植腱設置

移植腱を脛骨骨孔から大腿骨骨孔に挿入し, 大腿骨外側にてEndobuttonで固定した後, 脛骨側は膝関節を10度屈曲位で両移植腱に初期張力30Nを与え, 2本のステープルで固定した。

⑤術後管理

術後2日よりROM訓練を開始した。部分荷重歩行を術後1週より開始し, 3週で全荷重歩行とした。術後4ヵ月でジョギング, 術後6ヵ月でダッシュ, 8~9ヵ月で競技復帰を許可した。

3. 計測方法

①CTでの骨孔位置計測方法

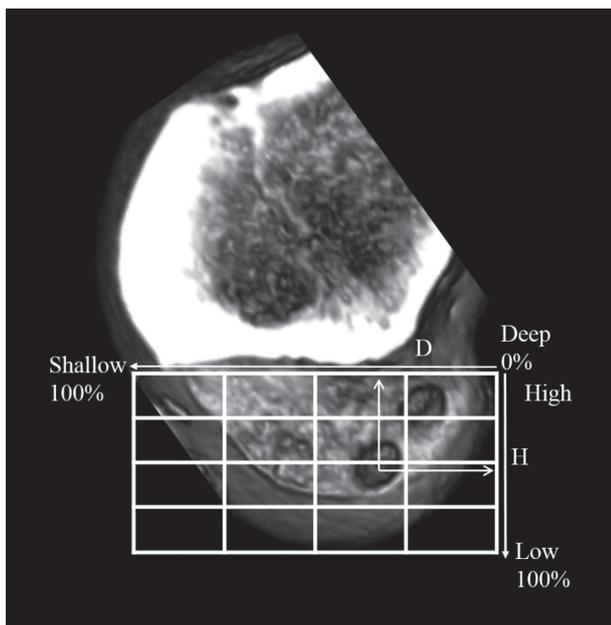
術後2週目でCT (Supra Grand, Hitachi) を撮影した。大腿骨は大腿骨外側関節面に平行に, sagittal viewにてスライス幅1.0mm, スライス間隔1.5mmで撮像し, 脛骨は脛骨関節面に平行にaxial viewにて同様のスライス幅・スライス間隔で撮像を行ない, 画像処理装置(Ziostation2, ザイオンソフト)を用いて3DCTを作製した。Quadrant法による大腿骨骨孔位置(図2a), 脛骨骨孔位置(図2b)を評価した¹⁰⁾。AMB大腿骨骨孔(femoral anteromedial tunnel ; FAMT), AMB脛骨骨孔(tibial anteromedial tunnel ; TAMT), PLB大腿骨骨孔(femoral posterolateral tunnel ; FPLT), PLB脛骨骨孔(tibial posterolateral tunnel ; TPLT)をそれぞれ評価した。CTにおける測定の見極め内誤差は0.91, 検者間誤差は0.90であった。

②MRIでのSNQ計測方法

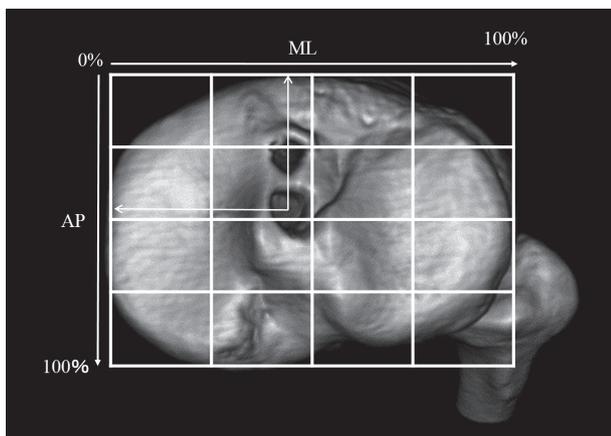
術後1年時に1.5T MRI (Echelon RX, Hitachi) のT2強調像で, ACLに合わせて撮像したoblique coronal viewを用いた。ACL移植腱のSNQはregion of interest (ROI) を用いて算出した⁸⁾。3.3mmのROI circleをAMB, PLBの大腿骨骨孔内, 脛骨骨孔内, 後十字靭帯(posterior cruciate ligament ; PCL), backgroundに設定し以下の計算式を用いた。

$$\text{SNQ} = (\text{ACL graft signal} - \text{Posterior cruciate ligament signal}) / \text{background signal}$$

FAMT, TAMT, FPLT, TPLTのSNQを算出し



a



b

図 2a 大腿骨骨孔位置計測方法
骨孔の中心は Blumensaat's line を基準として、外顆後縁からの距離 (Deep-shallow) および顆間窩天蓋からの距離 (Low-high) を計測し、百分率 (%) で示した。

図 2b 脛骨骨孔位置計測方法
骨孔の中心は脛骨関節面の前縁から後縁までの距離 (Antero-posterior) および内縁から外縁までの距離 (Medio-lateral) を計測し、百分率で示した。

た。MRI における測定の検者内誤差は 0.78、検者間誤差は 0.74 であった (図 3)。

結 果

A 群 118 膝, B 群 35 膝であった。A 群, B 群の間で術前の性別, BMI, SSD, Lysholm score, IKDC score, Pivot shift test, 術前 KL grade に有意差は認め

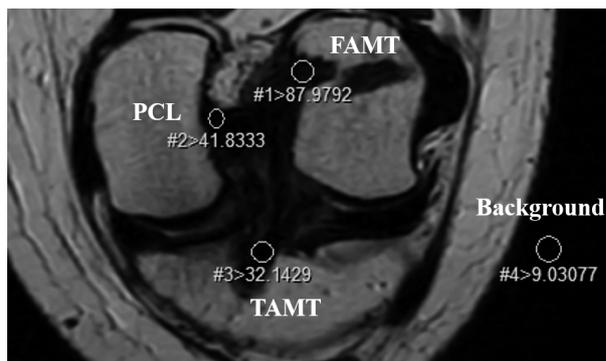


図 3 SNQ 計測方法
3.3 mm の ROI circle を AMB, PLB の大腿骨骨孔内, 脛骨骨孔内, PCL, background に設定し計算式で算出した。
SNQ = (ACL graft signal - Posterior cruciate ligament signal) / background signal

られなかったが待機期間は有意に B 群が長く ($p = 0.02$), 術前 TAS は A 群 7.1 ± 2.0 , B 群 5.1 ± 1.9 で有意に B 群が低かった ($p = 0.001$) (表 1)。術中比較検討では Graft 径, 半月板損傷に有意差は認められなかったが, 軟骨損傷は大腿骨内顆 ($p = 0.001$)・脛骨内顆 ($p = 0.001$)・膝蓋大腿関節 ($p = 0.01$) で B 群に多く認めた (表 2)。術後 TAS は A 群 6.7 ± 2.1 , B 群 4.8 ± 2.0 で B 群が有意に低かった ($p = 0.01$)。術後 SSD は A 群 1.0 ± 1.8 mm, B 群 0.2 ± 1.2 mm で B 群が有意に低値であったが ($p = 0.01$)。その他の検討項目では有意差は認められなかった (表 3)。

MRI の大腿骨側, 脛骨側の移植腱輝度には有意差を認めなかった (表 4)。

骨孔位置に有意差は認められなかった (表 5)。

本研究の primary outcome である術後 SSD の post hoc tests により算出した power は 0.82 であった。

考 察

本研究では過去の報告に準じて 40 歳で群分けを行ない^{3,4)}。術後 Lysholm score, IKDC score では有意差はなく, 術前後 TAS は 40 歳以上で有意に低かったが術後 SSD は 40 歳以上で有意に低値であった。

Nishio らは 40 歳以上と 40 歳未満のハムストリング腱二重束 ACLR 比較で臨床成績はほぼ同等であったが, SSD は 40 歳以上で有意に低値であったと報告した³⁾。本研究でも 40 歳以上では TAS は低値ではあるが, Lysholm score, IKDC score が若年者と比較して同等であり, 40 歳以上でも良好な臨床成績が得られると考えられた。

本研究では軟骨損傷を中高年者に多く認めたが, Nishio らの報告と同様であった³⁾。AAOS ガイドライン¹¹⁾では待機期間が長くなることによる軟骨損傷発生

表 1 A 群 B 群 術前比較

	Group A (n=118)	Groups B (n=35)	p-value
Sex (male/female)	61/57	20/15	0.36
Age	23.9±8.1	48.7±8.0	0.001
BMI (kg/m ²)	22.8±23.3	23.3±2.9	0.42
TBIS (weeks)	26.5±58.3	101.2±171.0	0.02
Preoperative TAS	7.1±2.0	5.1±1.8	0.001
Preoperative Lysholm score	69.6±22.5	72.4±17.5	0.51
Preoperative IKDC score	59.2±19.9	62.1±14.9	0.42
Preoperative SSD (mm)	7.2±3.7	7.2±4.2	0.93
Preoperative pivot shift test (None/Glide/Clunk/Gross)	0/43/71/4	1/9/25/0	0.11
Kellgren-Lawrence grade (0/1)	116/2	32/3	0.08

数値は平均値±標準偏差, BMI ; body mass index, SSD ; side to side difference, TBIS ; Time between injury and surgery, TAS ; Tegner activity score, IKDC ; International Knee Documentation Committee score

表 2 A 群 B 群 術中比較

	Group A (n=118)	Groups B (n=35)	p-value
Graft size AM	6.0±0.4	6.0±0.4	0.90
Graft size PL	5.6±0.5	5.7±0.5	0.23
Medial meniscus injury (none/repair/partial meniscectomy)	71/38/9	20/9/6	0.29
Lateral meniscus injury (none/repair/partial meniscectomy)	79/24/15	21/10/4	0.77
Number of cartilage injuries			
Medial femoral condyle	11 (9.3%)	12 (34.2%)	0.001
Lateral femoral condyle	2 (2.5%)	3 (8.5%)	0.12
Medial tibial plateau	2 (2.5%)	12 (34.2%)	0.001
Lateral tibial plateau	8 (6.7%)	8 (22.8%)	0.01
Patellofemoral joint	3 (2.5%)	5 (14.2%)	0.01

数値は平均値±標準偏差

表 3 A 群 B 群 術後比較

	Group A (n=118)	Groups B (n=35)	p-value
Postoperative TAS	6.7±2.1	4.8±2.0	0.001
Postoperative Lysholm score	92.3±10.8	89.4±18.5	0.31
Postoperative IKDC score	85.7±12.8	83.2±8.2	0.31
Postoperative SSD (mm)	1.0±1.8	0.2±1.4	0.01
Postoperative HHD (cm)	0.23±0.5	0.83±0.9	0.19
Postoperative pivot shift test (None/Glide/Clunk/Gross)	115/3/0/0	35/0/0/0	0.34

数値は平均値±標準偏差, BMI ; body mass index, SSD ; side to side difference, TAS ; Tegner activity score, IKDC ; International Knee Documentation Committee score
HHD ; Heel height distance

表 4 A 群 B 群 SNQ 比較

	Group A (n=118)	Groups B (n=35)	p-value
SNQ of FAMT	3.86±3.93	3.72±2.56	0.86
SNQ of FPLT	6.16±4.59	5.97±3.59	0.82
SNQ of TAMT	1.23±2.74	0.80±2.45	0.53
SNQ of TPLT	2.54±4.05	2.25±3.84	0.78

数値は平均値±標準偏差, FAMT ; femoral anteromedial tunnel, FPLT ; femoral posterolateral tunnel, TAMT ; tibial anteromedial tunnel, TPLT ; tibial posterolateral tunnel

リスクを指摘しており, 中高年者では待機期間が有意に長かった点と加齢に伴う変性変化が要因として考えられた。

Cristiani らの報告によれば¹²⁾ 中高年者は変性変化に伴い若年者より関節が固くなる傾向があると指摘している。本研究でも軟骨損傷は 40 歳以上で多く認めており, 術後 HHD で有意差は認められなかったが, 40 歳以上で高値であったことから変性に伴う伸展制限が生じた可能性が示唆された。また, 若年者は中高年者より積極的なリハビリを行なう傾向があることから若年者の術後 laxity につながる可能性を報告している¹²⁾。本研究で

表5 A群B群 骨孔位置比較

	Group A (n=118)	Groups B (n=35)	p-value
Position of FAMT (%)			
Deep-shallow	20.0±3	20.7±3	0.96
Low-high	30.0±7	29.4±7	0.69
Position of FPLT (%)			
Deep-shallow	32.1±6	32.8±6	0.91
Low-high	56.5±7	55.9±6	0.53
Position of TAMT (%)			
Antero-posterior	23.4±5	22.3±5	0.30
Medio-lateral	44.1±3	44.6±3	0.51
Position of TPLT (%)			
Antero-posterior	41.4±7	40.0±7	0.54
Medio-lateral	46.1±3	46.3±2	0.65

数値は平均値±標準偏差, FAMT ; femoral anteromedial tunnel, FPLT ; femoral posterolateral tunnel, TAMT ; tibial anteromedial tunnel, TPLT ; tibial posterolateral tunnel

SSDが40歳以上で若年者と比較して低値となった要因として、変性に伴う伸展制限を中高年者に認めた点と、若年者の術後 laxity が生じた点が考えられた。

MRIによるSNQはACL成熟度を反映すると報告されており^{13,14)}, AhnらはMRIによる骨孔内での移植腱輝度につき検討している⁸⁾が、年齢相違によるMRIのACL成熟度評価についての報告はみられない。本研究では40歳以上と40歳未満の移植腱輝度変化に有意差は認められないが、若年者で高い傾向であったことから中高年者の成熟度は若年者と比較しても同等に良好であると考えられた。SNQに有意差が認められなかった要因として、両群で術後SSDの差が小さく、若年者の術後 laxity がSNQに十分反映されなかった可能性が考慮された。

本研究の limitation として以下を考慮する必要がある。①術後1年の短期成績であり、今後の長期経過観察を要する。②TASが中高年者で有意に低く、活動度が移植腱の成熟度やSSDに影響した可能性がある。③スポーツ活動復帰を目指さない中高年者も含まれており、伸展制限の残存や術後成績に影響した可能性がある。④骨密度を評価しておらず、中高年者の術後成績に影響した可能性がある。⑤術後伸展筋力、屈筋筋力、屈曲可動域を検討していない。⑥若年者のSNQが中高年者と比較して高値であったのは、laxity が再建靭帯の成熟度に影響した可能性がある。

本研究より中高年者に対する ACLR は短期的には臨床成績と移植腱成熟度に関して良好な成績が得られると考えられた。

結 語

1. 中高年者の ACLR 術後成績につき評価した。
2. 中高年は若年者と比較して臨床成績はほぼ同等であり、SSDは中高年者で有意に低値であった。
3. MRIによる移植腱輝度は若年者と中高年者では有意

差は認められなかった。

文 献

- 1) Conteduca F et al: Knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction in patients older than forty years: comparison between different age groups. *Int Orthop*, 37: 2265-2269, 2013.
- 2) 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.
- 3) Nishio Y et al: Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon hybrid grafts in patients over 40 years of age: comparisons between different age groups. *Orthop J Sports Med*, 6: 2325967118773685, 2018.
- 4) Cinque ME et al: Outcomes and complication rates after primary anterior cruciate ligament reconstruction are similar in younger and older patients. *Orthop J Sports Med*, 5: 2325967117729659, 2017.
- 5) Takahashi T et al: MRI evaluation of the ACL remnant tissue in ACL-deficient knee. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 25: 230949901773947, 2017.
- 6) Beldame J et al: Anterior knee laxity measurement: comparison of passive stress radiographs Telos® and “Lerat”, and GNRB® arthrometer. *Orthop Traumatol Surg Res*, 98: 744-750, 2012.
- 7) Sachs RA et al: Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 17: 760-765, 1989.
- 8) Ahn JH et al: Graft bending angle is correlated with femoral intraosseous graft signal intensity in anterior cruciate ligament reconstruction using the outside-in technique. *Knee*, 23: 666-673, 2016.

- 9) Yanagisawa S et al: Factors affecting knee laxity following anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon. *Knee*, 24: 1075-1082, 2017.
- 10) Lertwanich P et al: Anterior cruciate ligament tunnel position measurement reliability on 3-dimensional reconstructed computed tomography. *Arthroscopy*, 27: 391-398, 2011.
- 11) The AAOS guideline for management of anterior cruciate ligament injuries in 2014.
- 12) Cristiani R et al: Risk factors for abnormal antero-posterior knee laxity after primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 34: 2478-2484, 2018.
- 13) Figueroa D et al: Magnetic resonance imaging evaluation of the integration and maturation of semitendinosus-gracilis graft in anterior cruciate ligament reconstruction using autologous platelet concentrate. *Arthroscopy*, 26: 1318-1325, 2010.
- 14) Radice F et al: Comparison of magnetic resonance imaging findings in anterior cruciate ligament grafts with and without autologous platelet-derived growth factors. *Arthroscopy*, 26: 50-57, 2010.