

## 投球障害発生前の肩甲骨周囲の身体特性の比較： 大学硬式野球選手に着目して

吉田 一也<sup>1)</sup> 佃 文子<sup>1)</sup> 小松 猛<sup>1)</sup>

### Measurement of scapular function in university baseball pitchers with shoulder injuries: A retrospective cohort study

Kazuya YOSHIDA, Fumiko TSUKUDA, Takeshi KOMATSU

#### Abstract

The purpose of this study was to compare scapular function in university baseball pitchers before injury and to compare such function to uninjured pitchers.

A total of 23 pitchers were analyzed in this study. We measured the scapular position in each subject at varying shoulder abduction angles as well as its strength during adduction, abduction, and upper rotation. This study performed such measurements prior to injury.

Shoulder or elbow injury occurred in a total of 9 of the 23 pitchers. There was significantly greater movement of the scapula at the middle scapular border during 90° shoulder abduction prior to injury in those pitchers who were eventually injured compared to non-injured pitchers. Moreover, the inferior angle exhibited significantly less movement during 145° shoulder abduction in injured pitchers than in non-injured pitchers. The strength of the scapula differed between the dominant and non-dominant side within each athlete, while the scapula was less strong in non-injured pitchers when the scapula was performing abduction and upper rotation movements.

Scapular function differed between injured and non-injured pitchers before injury occurred.

Key words : baseball, injury, scapular, retrospective cohort study

キーワード：野球，傷害，肩甲骨，後ろ向き研究

---

1) スポーツ学部

## 1. 研究背景

野球選手において、投球時に発生する肩関節や肘関節の疼痛（以下「投球障害」と略す）は競技力や選手生命に関わる重要な問題である。投球障害の発生については、高校生で1000Athlete-Exposureあたり1.7-2.5件であることが報告されている（Krajnik et al.,2010; Shanley et al.,2011）。また、大学生においては、22.1%が投球障害を有していることが報告されている（Dick et al.,2009）。このように、投球障害は高校生や大学生にも発症するため、早期的に投球障害の予防に務める必要がある。

投球動作を円滑に行うために、肩甲骨周囲筋群の役割が重要である。投球動作中は肩関節に広い可動範囲を有するが、その内に肩甲骨や胸椎の貢献が含まれる（宮下ほか, 2009）。投球動作中の肩甲骨は上方回旋、挙上運動を行うことで肩関節挙上時の肩峰下スペースを維持しているとされる（Ebaugh et al.,2005; Nasu et al.,2012）。肩峰下スペースの低下は、インピンジメント症候群（Ebaugh et al.,2005）を引き起こすとされ、投球者の肩甲骨上方回旋角度の増大（Kibler, 1998）は投球動作を円滑に行うための身体的適応であると考えられる。

投球障害に関わる要因として、肩関節可動域の低下（Myers et al.,2006）や投球数（Lyman et al.,2001）、肩甲骨上腕リズムの左右差（石井ほか, 2010）、肩甲骨周囲筋群の筋活動の低下（Glousman et al.,1988）などが報告されている。また、投球障害肩を有する場合には、投球動作中に前鋸筋の筋活動が低下（Glousman et al.,1988）することや、肩甲骨の上方回旋角度が低下（Ludewig and Cook, 2000）することが報告されている。したがって投球障害を予防する上で肩甲骨周囲の評価を行うことは、投球障害を予防する上で重要であることが示される。

しかし、投球障害に関わる要因として肩甲

骨周囲の機能低下が示されているが、横断的な研究であるため障害の発生により生じた機能低下である可能性がある。その為、投球障害発生前の肩甲骨周囲を含めた身体状況の評価を行い、投球障害発生前に生じる肩甲骨周囲および身体的機能の違いが、投球障害の要因となるかを検討する必要がある。

本研究の目的は投球障害発症の有無で、投球障害発症前の肩甲骨機能が異なるのかを比較検討することである。本研究より投球障害発症前から身体機能の低下が生じていることが示されれば、投球障害を予防するための一助となることが期待される。

## 2. 方法

### 1) 研究対象者

本研究はB大学硬式野球部に所属する投手27名を対象の候補者とした。対象者の所属する硬式野球部が2017年4月に実施したメディカルチェックのデータ提供により、対象者を選別した。対象者の条件として、メディカルチェック実施において、投球時に肩関節、肘関節に痛みを有していない者とした。除外条件として、メディカルチェック実施時に肩関節、肘関節に痛みを有していた者、2017年4月から2017年9月までの間にポジションを変更した者とした。除外条件に合致しない23名を対象者として選定した。

### 2) 研究デザイン

本研究は投球障害発症の有無により対象を分類し、発症前の過去の身体データを用いて比較するretrospective cohort studyを実施した。2017年4月から2017年9月末日までの間で投球時に影響が出る痛みを肩もしくは肘に有した場合を投球障害と定義し、投球障害が生じた者を投球障害群、未発症の者を健常群とし対象者を2群に分類した。対象者の2017年4月時点でのメディカルチェックデータを使用し、健常群と投球障害群の身体測定値を比較検討した。

### 3) メディカルチェック項目

肩甲骨周囲の値を検証するために、メディカルチェックで実施された項目の中から肩甲骨アライメント、および肩甲骨周囲の筋力測定を検討項目とした。測定項目別に各1名の検者が実施した。

#### 3)-1. 肩甲骨アライメントの測定

第7頸椎棘突起を原点とし、肩甲棘内側縁部（以下「内側縁」と略す）および肩甲骨下角（以下「下角」と略す）の2点を基準点とした。内側縁及び下角から、原点より垂直に下した垂線と、内側縁および下角を通る水平線の交点までの距離を内側縁距離、下角距離とし測定した。測定はメジャーを用いて実施し、距離の単位はcmとした。

対象者に立位姿勢にて肩関節外転0°、90°、145°の肢位をそれぞれ指示し、3肢位にて測定を実施した。

#### 3)-2. 肩甲骨周囲筋力の測定

筋力測定は徒手筋力測定（以下「MMT」と略す）を参考に肩甲骨の内転、外転および上方回旋筋力の測定を実施した。測定はハンドヘルドダイナモメーター（以下「HHD」と略す）（ $\mu$ TasF-1 ANIMA社）を用いて実施し、等尺性収縮を行った。測定単位はN（ニュートン）とし、対象者の体重で除した値（N/kg）を測定値として採用した。測定方法は以下の通りとした。

肩甲骨内転筋力：対象者を腹臥位とし肩関節90°外転位、肩関節内外旋中間位、肘関節90°屈曲位、にて測定を行った。HHDによる抵抗位置は肩甲上腕関節部の後面とし、対象者は肩甲骨内転運動を実施した。

肩甲骨外転筋力：対象者を端座位とし肩関節90°屈曲、肩関節内外旋中間位、肘関節90°屈曲にて実施した。HHDによる抵抗位置は肘頭部とし、対象者は肩甲骨外転運動を実施した。

肩甲骨上方回旋筋力：対象者を端座位とし肩関節130°屈曲位、肘関節伸展位とした。HHDによる抵抗位置は上腕遠位部とし対象者は肩甲骨上方回旋運動を実施した。

各条件にて対象者の最大努力にて5秒間の等尺性収縮を行い、測定は3回実施し3回の測定の平均値を採用した。

#### 4) 統計処理

投球障害群、健常群で肩甲骨アライメント、肩甲骨周囲筋力の比較をそれぞれ行った。Shapiro-Wilk 検定により正規性の検定を行い、正規性が認められた項目に対して対応のないt検定を用い群間の比較を行った。群内の投球側と非投球側の比較には対応のあるt検定を用いた。

統計解析にはIBM SPSS Statistics19（日本アイ・ビー・エム株式会社）を使用し、有意水準は5%未満とした。

## 3. 結果

### 1) 投球障害発生状況

2017年4月から2017年9月の間で、投球障害を発症した人数は23名中9名（39.1%）であった。投球障害発生者の内、肩関節にのみ疼痛が発生した者が3名、肘関節にのみ痛みが発生した者が3名、肩・肘関節の両方に痛みが発生した者が3名であった。

### 2) メディカルチェック項目の比較

#### 2)-1. 肩甲骨アライメント

肩甲骨アライメントにおいて、肩関節外転0°、90°、145°の肢位での内側縁、下角それぞれの測定値に投球障害群と健常群の間に有意な差は認められなかった（表1）。

肩関節外転運動時における肩甲骨の運動を比較するため、肩甲骨の内側縁、下角それぞれの移動量（肩関節外転90°or 145°の値－肩関節外転0°の値）を投球障害群と健常群を比較した。

表1. 肩甲骨アライメント測定値

		肩関節外転		
		0°	90°	145°
投球障害群	内側縁(cm)	8.17	4.94	6.00
		0.43	1.65	1.98
	下角(cm)	10.17	11.94	15.44
		2.02	2.11	1.07
健常群	内側縁(cm)	7.39	6.11	6.75
		1.23	1.64	2.15
	下角(cm)	9.04	11.79	16.04
		1.10	1.50	1.17
		上段:平均		
		下段:標準偏差		

肩関節外転90°の肢位で内側縁移動量が投球障害群 -3.22±1.60cm, 健常群 -1.29±1.64cmであり, 投球障害群が有意に大きな変化を示した。肩関節外転145°の肢位での下角移動量は投球障害群5.28±1.91cm, 健常群7.00±1.33cmであり, 投球障害群が有意に大きな変化を示した(図1)。

2)-2. 肩甲骨周囲筋力

肩甲骨周囲筋力において, 投球側測定値の比較では投球障害群, 健常群の両群間に各項目で有意な差は認められなかった。

投球側と非投球側の比較では, 健常群は, 外転筋力と上方回旋筋力で投球側 (2.53±0.54N/kg, 2.24±0.42N/kg) が非投球側 (2.14±0.33N/kg, 1.87±0.39N/kg) より有意に高い値を示した。投球障害群では, 各項目で有意な差は認められなかった(図2)。

肩甲骨周囲筋力の左右差(投球側値-非投球側値)について投球障害群と健常群を比較

した。肩甲骨外転筋力(N/kg)の左右差において, 投球障害群 -0.05±0.29N/kg, 健常群 0.39±0.47N/kgであり, 投球障害群が有意に低値を示した(図3)。

肩甲骨内転筋力, 肩甲骨上方回旋筋力の左右差においては, 両群間に有意な差は認められなかった。

4. 考察

1) 投球障害発症状況について

本研究において投球障害は, おおよそ4割の対象者に発症していた。大学生野球選手を調査した先行研究(Dick et al.,2009)と比較しても発症の割合が多くなっている。本研究は投手のみを対象としており, 投手のみに焦点を当てた場合, 肩関節傷害の発症は38-69%(Krajnik et al.,2010; McFarland and Wasik,1998)と報告されており, 本研究と近い値もしくはそれ以上の高い値を示してい

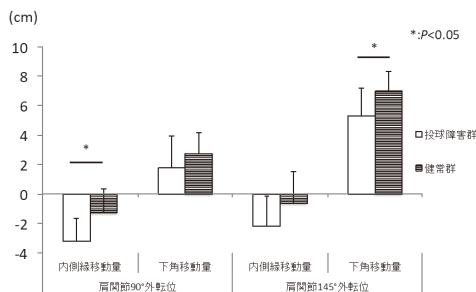


図1. 肩甲骨移動量 比較

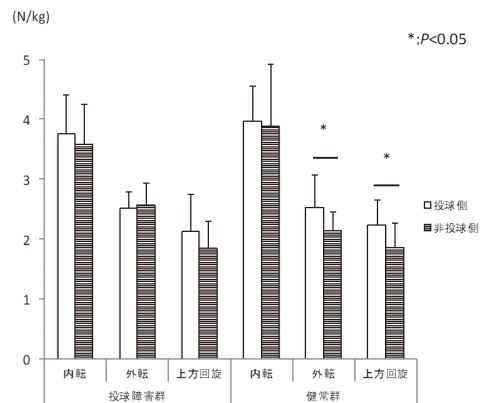


図2. 肩甲骨周囲筋力 測定値比較

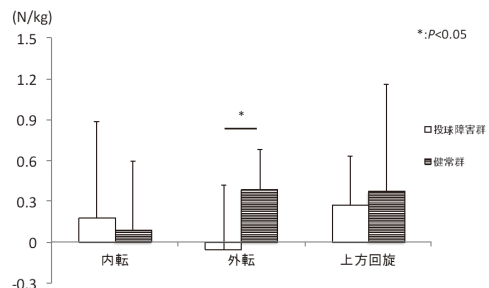


図3. 肩甲骨周囲筋力 左右差比較

る。これらから、投球障害は投手の発症率が高くなり、本研究の対象者のポジション特性も投球障害を検討する上で妥当であると考えられる。

## 2) 肩甲骨アライメントについて

肩関節外転動作では、外転角度の上昇と共に肩甲骨は脊椎方向に引き寄せられながら上方回旋する(三浦ほか, 2008)。本研究では、肩関節外転90°の内側縁移動量が負の値を示していることから、投球者の肩甲骨の運動パターンも、先行研究と同様に肩甲骨内側縁が脊椎の方向(内転)へ移動していた。投球障害群も同様に肩甲骨は内転方向へ移動するパターンが示されたが、肩関節90°外転位において、健常群より内転方向へ移動する量が多いことが示された。

さらに投球障害群では、肩関節145°外転位において、肩関節下垂位からの肩甲骨下角の移動量が健常群に比べて低い値を示しているため、投球障害群の肩甲骨上方回旋は健常群に比べ低下していることが示される。

上記より投球障害群は健常群に比べ、肩甲骨が過度に脊椎方向へ移動し、上方回旋量は低下している。投球者の肩甲骨運動について、上方回旋角度の増大(Myers et al., 2005)が報告されているが、投球障害を発症している場合は上方回旋角度が低下する(Ludewig and Cook, 2000)とされている。また、投球障害を有する場合、前鋸筋機能の活動量の低下(Glousman et al., 1988)が報告されている。前鋸筋については肩甲骨の上方回旋と外転の機能を持つため、投球者の肩甲骨上方回旋角度の低下に大きく影響していることが考えられる。また、肩甲骨の内転方向への抑制としても機能することが推測されるため、本研究での投球障害群の肩甲骨運動パターンについては前鋸筋機能の低下が生じている可能性が考えられる。

## 3) 肩甲骨周囲の筋力について

投球動作のような一方向への偏った運動を反復することは、非対称性を引き起こすとされている。本研究では、健常群の肩甲骨外転筋力と肩甲骨上方回旋筋力において投球側の筋力が非投球より高い値を示した。投球動作では、Late cockingで肩甲骨外転筋群が肩甲骨の過度な内転運動を制限し、後のaccelerationで肩甲骨外転運動をするために働くことされる(Escamilla and Andrews, 2009)。繰り返しの投球動作で肩甲骨外転筋群が働くことにより、投球側の肩甲骨外転筋力が増大したことが考えられる。また、Late cockingからaccelerationでは肩甲骨外転筋群の中でも前鋸筋の活動量が高いことが報告されている(DiGiovine et al., 1992)。肩甲骨外転筋力だけでなく、上方回旋筋力も高い値を示したのは、前鋸筋の機能的な部分が影響しているのではないかと推察される。

投球障害群では、投球側と非投球側に筋力の差が見られなかった。また、外転筋力の左右差は健常群に比べ小さいことが示されている。投球障害の要因には、肩甲骨周囲筋群の活動低下(Glousman et al., 1988)が関連するとされるが、投球障害の発症前から肩甲骨の外転筋力の低下が生じている可能性が考えられる。

## 4) 総合考察

大学生硬式野球部投手において、投球障害が発症する選手は、投球障害の発症前から、肩甲骨アライメントおよび筋力に機能的な影響が生じていることが示された。投球動作では全身の適切な運動連鎖により成り立つが、肩甲骨運動の異常パターンや肩甲骨周囲筋群の筋力低下が生じると投球障害の発症の要因となりえると考えられる。

中でも、肩甲骨の外転、上方回旋の機能を持つ前鋸筋機能が投球障害の一要因として推察される。前鋸筋の機能低下により、Late cockingからaccelerationの間に肩甲骨周囲

の運動パターンが破綻し、投球障害の発症に関与していると推察する。投球障害の予防について障害発症前から前鋸筋にアプローチを行うことで、障害発症の予防となりえる可能性が示される。

## 5) 研究の限界

本研究では、以下の限界点が挙げられる。

(1) 肩甲骨アライメントおよび筋力について、身体機能への影響から発症までの期間が明確でないこと、(2) 投球動作により身体機能の低下が生じたのか、対象者の本来の身体特性として備わっていたものかが明らかでないこと、(3) 身体機能の評価として、個別の筋機能について検討したものではないこと、(4) 研究対象者が少数であったことがあげられる。

今後本研究を発展させる上では、長期的な期間による定期的な肩甲骨周囲の評価を含めたメディカルチェックを行うことで、身体機能の変化が生じることによる投球障害発症の有無が検討できる。

## 5. 結論

本研究は投球障害発症の有無について、投球障害発症前の肩甲骨周囲の身体機能を2群で比較し、以下の結論を得た。

投球障害を発症する選手は健常群と比較し、発症以前より(1)肩関節外転動作で肩甲骨が内転方向へ移動し、上方回旋が低下する。(2)肩甲骨外転筋力の左右差が小さい。

投球障害の発症を予防するためには、発症する以前の身体機能の評価し、適切なアプローチを行う必要がある。

## 引用文献

Dick, R., Sauers, E. L., Agel, J., Keuter, G., Marshall, S. W., McCarty, K. and McFarland, E. (2007) Descriptive epidemiology of collegiate men's baseball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury

Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training*, 42 (2) :183.

DiGiovine, N. M., Jobe, F. W., Pink, M. and Perry, J. (1992) An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 1 (1) :15-25.

Ebaugh, D. D., McClure, P. W. and Karduna, A. R. (2005) Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clinical Biomechanics*, 20 (7) :700-709.

Escamilla, R. F. and Andrews, J. R. (2009) Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports medicine*, 39 (7) :569-590.

Glousman, R., Jobe, F., Tibone, J., Moynes, D., Antonelli, D. and Perry, J. (1988) Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 70 (2) :220-226.

石井壮郎・向井直樹・宮川俊平 (2010) 投球障害肩の発症予測システムの開発～ロジスティック回帰分析を用いて～. *体力科学*, 59 (4) :389-394.

Kibler, B. W. (1998) The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine*, 26 (2) :325-337.

Krajnik, S., Fogarty, K. J., Yard, E. E. and Comstock, R. D. (2010) Shoulder injuries in US high school baseball and softball athletes, 2005-2008. *Pediatrics*, 125 (3) :497-501.

Ludewig, P. M. and Cook, T. M. (2000) Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical therapy*, 80 (3) :276-291.

Lyman, S., Fleisig, G. S., Waterbor, J. W., Funkhouser, E. M., Pulley, L., Andrews, J. R. and Roseman, J. M. (2001) Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Medicine and science in sports and exercise*, 33 (11) :1803-1810.

- McFarland, E. G. and Wasik, M. (1998) Epidemiology of collegiate baseball injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8 (1) : 10-13.
- 三浦雄一郎・森原徹・福島秀晃 (2008) 肩関節屈曲と外転における鎖骨・肩甲骨の運動－座標移動分析を用いた検討. *総合リハビリテーション*, 36 (9) : 877-884.
- 宮下浩二・小林寛和・越田専太郎・浦辺幸夫 (2009) 投球動作の肩最大外旋角度に対する肩甲上腕関節と肩甲胸郭関節および胸椎の貢献度. *体力科学*, 58 (3) : 379-386.
- Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P. and Lephart, S. M. (2005) Scapular position and orientation in throwing athletes. *The American journal of sports medicine*, 33 (2) : 263-271.
- Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P. and Lephart, S. M. (2006) Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *The American journal of sports medicine*, 34 (3) : 385-391.
- Nasu, H., Yamaguchi, K., Nimura, A. and Akita, K. (2012) An anatomic study of structure and innervation of the serratus anterior muscle. *Surgical and radiologic anatomy*, 34 (10) : 921-928.
- Shanley, E., Rauh, M. J., Michener, L. A., Ellenbecker, T. S., Garrison, J. C. and Thigpen, C. A. (2011) Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American journal of sports medicine*, 39 (9) : 1997-2006.