投球数が肩関節機能に及ぼす影響

—中学生野球選手において—

*Effect on Shoulder Function of Number of Pitches Performed
by Junior-High School Baseball Players*

岩佐 知子¹⁾ 菅沼 一男²⁾ 知念 紗嘉³⁾ 丸山 仁司⁴⁾

TOMOKO IWASA, RPT, MS¹⁾, KAZUO SUGANUMA, RPT, PhD²⁾, SUZUKA CHINEN, RPT³⁾, HITOSI MARUYAMA, RPT, PhD⁴⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare Atami Hospital: 13-1 Higashikaigan Town, Atami City, Shizuoka 413-0012, Japan. TEL +81 0557-81-9171 E-mail Atami_pt@yahoo.co.jp

²⁾ Department of Tokyo Physical Therapy, Faculty of Medical Science, Teikyo University of Science

³⁾ Department of Rehabilitation, Kurata Hospital

⁴⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 26(1): 23-26, 2010. Submitted Jul. 13, 2010. Accepted Sep. 4, 2010.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated the change in shoulder function of junior-high school baseball players after 70 pitches, a limit proposed for preventing juvenile baseball injuries. [Subjects] The subjects were 10 junior-high school baseball club pitchers. [Method] Before and after pitching we measured shoulder internal range of motion (ROM), shoulder internal and external rotation strength, and fatigue on the throwing side, and ball speed. Seventy pitches, straight and curve balls, were thrown as if in normal practice. Shoulder ROM and strengths, and fatigue before and after practice were examined with the t test, and ball speed with one-way analysis of variance. [Results] Shoulder ROM was significantly reduced after pitching practice; however, no differences in internal or external rotation strength were found. Fatigue significantly increased after pitching practice, but no difference in ball speed was found. [Conclusion] Similar to a report on high school baseball players, shoulder ROM declined after pitching practice without any difference being found in internal or external rotation strength. Therefore, we consider it necessary to perform shoulder external rotation stretching after pitching practice.

Key words: pitching, junior-high school students, shoulder function

要旨: [目的] 中学生野球選手が青少年の野球障害に対する提言での上限である70球投を投げることによる投球前後の肩関節機能の変化について検討した。[対象] 中学生野球クラブチームに所属する男性投手10名であった。[方法] 投球前後に投球側の肩関節内旋可動域および肩関節内外旋筋力、疲労度、球速の測定を行った。投球は実践投球を意識しストレートと変化球を合わせた計70球とした。投球前後の肩関節内旋可動域および肩関節内外旋筋力、疲労度については、対応のあるt検定を用い、球速については1元配置の分散分析を用いて分析を行った。[結果] 肩関節内旋可動域は投球後に可動域が有意に減少した。肩関節内外旋筋力は投球前後において筋力に差が認められなかった。肩関節の疲労度は、投球前後において有意に増加したが、球速については差が認められなかった。[結論] 高校生を対象とした報告と同様に投球後は肩関節内旋可動域が低下し、肩関節内外旋筋力は差が見られなかった。したがって、投球練習後は肩関節外旋筋のストレッチを行う必要があると考えられた。

キーワード: 投球, 中学生, 肩関節機能

¹⁾ 国際医療福祉大学熱海病院 リハビリテーション室: 静岡県熱海市東海岸町13-1 (〒413-0012) TEL 0557-81-9171

²⁾ 帝京科学大学 医療科学部東京理学療法学科

³⁾ くらた病院 リハビリテーション室

⁴⁾ 国際医療福祉大学 保健医療学部理学療法学科

I. はじめに

肩関節は、肩甲骨関節窩と上腕骨頭とのあいだの多軸性の球関節である。肩関節は運動性を主体とした構造で、骨性構造の安定性は弱いために、関節唇や靱帯、筋、腱が肩関節を補強している。とくに、4つの腱板筋は協調して収縮し、常に骨頭を関節窩の一定位置にとどめる働きがある。

しかし野球の投球障害において、過度の投球回数や、不適切な準備や投球動作により、腱板筋が疲労し、あるいは炎症を起こして拘縮し、その協調した収縮が妨げられる。すると関節窩と骨頭は良好な位置関係が保てなくなり、ズレが生じ関節窩上腕靱帯－関節唇－関節窩縁複合体に過度なストレスが加わる。この時の力は生理的限界に近く、その頻度が組織の修復するスピードを上回れば複合体に障害が蓄積し、オーバーユースによる不安定症が発生する。この障害に伴う痛みは腱板のスパズムを引き起こし、さらに腱板の強調した収縮を妨げるという悪循環を成立させるといわれている¹⁾。

日本臨床スポーツ医学会の青少年の野球障害に対する提言では、高校生では全力投球一日100球以内、週500球以内、中学生では全力投球一日70球以内、週350球をこえないこととしている。連続投球でのオーバーユースが肩関節にさまざまなストレスをもたらし、障害と密接に関連していることは周知のことである。

高校野球選手を対象とした研究報告において、肩関節可動域は非投球側に比較し投球側で外旋角度が増し、内旋角度は減少することが知られており、肩関節筋力についてもさまざまな報告がされている^{2,3)}。一方、中学生における肩関節可動域、肩筋力評価の検討は十分にされておらず、投球数が肩関節の筋力や関節可動域に及ぼす影響についての報告はなされていない。

本研究は日本臨床スポーツ医学会の青少年の野球障害に対する提言を参考に中学生野球選手の投球数の上限である70球の投球が、肩関節可動域および肩関節筋力に与える影響について明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

対象者は、本研究に同意を得られた中学生クラブチームに所属する男性投手10名とした。年齢は 13.4 ± 0.8 歳、身長 166.9 ± 5.1 cm、体重 61.2 ± 10.1 kgであった。投球側は全員が右投げであり、投球フォームは全てオーバースローであった。

測定は、投球前後において投球側の肩関節内旋可動域および肩関節内外旋筋力、疲労度、球速を対象に行った。投球は実際の試合を想定し、ストレートと変化球

を合わせた計70球とし、球速をスピードガンにて測定しながら行った。また、投球前にはストレッチやランニング等の十分なウォーミングアップを行うこととした。なお、肩関節内旋可動域、肩関節内外旋筋力、球速の測定値は、全測定終了時点までは被験者には開示しないこととした。

肩関節内旋可動域の測定には、東栄工業株式会社製デジタル角度計ミニDPM-1（以下デジタル角度計）を使用した。検査者は、角度を測定する者と代償動作の抑制を行う者の2名とした。測定肢位は、被験者を背臥位とし肩関節90°外転位、肘関節90°屈曲位、前腕回外位とした。測定の際は、検査者が肩甲骨の肩峰を徒手にて固定し、自動運動にて肩関節を内旋させた。その後、もう一方の検査者が前腕遠位端にデジタル角度計の遠位部がくるように設置し計測を行った。計測は2回行いその平均値を小数点1桁まで採用した。

肩関節内外旋筋力の測定は、アニマ社製徒手筋力測定機器 μ Tas MF-01（ハンドヘルドダイナモメーター以下HHD）を使用した。測定方法は、知念ら⁴⁾の方法を用いベルト使用下で行った。肩関節内旋筋力測定の開始肢位は、測定肢の上腕が強固な鉄の棒に接する椅坐位とし、肩関節外旋筋力測定の開始肢位は、測定肢の反対側の上腕が強固な鉄の棒に接する椅坐位とした。上肢は下垂位とし、固定ベルトにより両側の上腕遠位部と体幹を固定した。センサーパットの位置は、センサーの遠位端を橈骨茎状突起と尺骨茎状突起を結んだ線に合わせ、ベロクロで固定した。測定肢は前腕中間位、肘関節90°屈曲位とした。検査者は2名とし、その一方はセンサーパットのずれを防止するために前方にてパットを固定し、もう一方は代償運動が入らないよう注意するため体幹の固定を行った。測定は5秒間の最大努力による等尺性運動を30秒以上の間隔をあけて2回行い、その最大値を小数点1桁まで採用した。

疲労度の測定には、メモリのない10 cmのVisual analog scale (VAS) を使用し、疲労感の全くない状態を0、これまでにない疲労感10として被験者が当てはまる位置に線を引き0から線を引いた点までの距離を1 mm単位まで採用した。

球速の測定には、ダイナテック社製スポーツレーダーガン Model SR3600を使用した。全投球中スピードガン投手に向け設置し、初球、10球目、20球目の順に70球目まで10球目ごとの球速を計測した。

統計学的手法は、統計用ソフトウェアSPSS ver.15.0J for Windowsを用いて行った。投球前後の肩関節内旋可動域および肩関節内外旋筋力、疲労度については、対応のあるt検定を用い、球速については1元配置の分散分析を用いて行った。いずれの検定も有意水準5%未満をもって有意と判断した。

III. 結 果

投球前後の肩関節機能を表1に示した。肩関節内旋可動域は、投球前に比べ投球後に可動域が減少した ($p<0.05$)。肩関節内旋筋力、肩関節外旋筋力ともに、投球後に低値を示す傾向が見られたが有意差は認められなかった。肩関節の疲労度は、投球後に有意に高値を示した ($p<0.05$)。球速は、初球、10球目、20球目から70球目の順に 99.6 ± 10.9 km/h, 102.1 ± 7.8 km/h, 101.5 ± 8.3 km/h, 102.9 ± 7.6 km/h, 102.5 ± 8.5 km/h, 101.3 ± 10.0 km/h, 102.0 ± 10.6 km/h, 102.2 ± 10.5 km/h であり、一元配置分散分析において主効果は認められなかった。

IV. 考 察

投球数が肩関節可動域、肩関節筋力に及ぼす影響について高校生を対象とした報告は数多くなされているが、中学生を対象とした検討は十分にされていない。日本臨床スポーツ医学会の青少年の野球障害に対する提言では、中学生野球選手の1日の投球数は70球とされているが、投球数が肩関節機能におよぼす影響についての報告はなされていない。本研究では、中学生野球選手を対象に70球の投球が肩関節機能におよぼす影響について検証した。

肩関節内旋可動域は、投球前後において有意に減少した。高校生を対象とした研究において、柳沢ら³⁾は投球動作にともなう肩関節可動域の変化について投球動作を90回繰り返すことによって、肩関節内旋可動域が有意に減少したと報告している。また、赤澤ら²⁾は肩内旋可動域は投球を開始して70球以降に約14%の低下がみられていると報告している。中学生を対象とした本研究においても諸家の報告と同様に投球により肩関節内旋可動域を減少させる結果となった。しかし、投球前と70球投球後の可動域の測定しか行っていないことから、どの投球数から可動域の減少が見られるのかについては検証できなかった。

肩関節内旋可動域の減少の理由として、投球動作のフォースルー期に投球側の肩関節後部に体重と同等か体重の1.5倍程度の牽引力が加わるといわれている⁵⁾。この負荷を後方関節包が緊張し、肩関節外旋筋力が遠心性収縮することで緩和している⁶⁾。投球動作の反復は肩外旋筋群や後方関節包に過度な緊張をもたらし、肩関節内旋可動域が減少したものと考えた。

肩関節後方・下方の構成体の伸張性低下は、伸張性の低下した筋や腱付着部の損傷を招いたり、外側四角腔出の腋窩神経の絞扼障害を招いて投球障害肩の重要な発生因子となる⁷⁾。中学生は成長過程にあり伸張性の低下が様々な障害の原因となると考えられ、このよ

表1 投球前後の肩関節機能

	投球前	投球後
肩関節内旋可動域 (度)	61.1 ± 6.9	$57.1 \pm 6.5^*$
肩関節内旋筋力 (kgf)	7.7 ± 3.2	6.9 ± 3.0
肩関節外旋筋力 (kgf)	6.1 ± 1.4	5.6 ± 1.8
疲労度 (cm)	0	$5.3 \pm 2.5^*$

平均値±標準偏差, *: $p<0.05$

うな障害を予防するために、投球後には十分なストレッチを行うことが必要であると考えた。

次に、投球が肩関節内外旋筋力におよぼす影響をみると、投球前後で肩関節内・外旋筋力は低下する傾向にあるものの有意差は認められなかった。本研究の中学生クラブチームは、投球傷害予防の観点からチームの方針で入部当初より腱板筋トレーニングを積極的に取り入れている。石井ら⁸⁾は無症状の選手であっても繰り返される投球動作の外力によって野球選手の肩甲上腕関節にはインピンジメントに起因すると思われる上腕骨頭病変と肩甲骨病変が形成されつつあるとしている。インピンジメントに起因する投球障害には、インナーマッスルとアウトマッスルのバランスが関与することは諸家により報告され、アウトマッスルに対し相対的に腱板機能が低下すると、動作時に上腕骨頭の関節窩上での支点が定まらず、制動が効かない状態になり上腕骨頭関節内組織に機械的な障害を引き起こすと考えられ、腱板筋運動は多くの者が推奨している^{1,9-11)}。このことから、腱板筋トレーニングを行う事で70球程度の投球数では肩関節内・外旋筋力には影響を及ぼしていない可能性が考えられた。しかし、中学生のチームで腱板筋トレーニングを取り入れているチームは少なく、腱板筋トレーニングを取り入れているチームの選手が70球の投球により肩関節内・外旋筋力にどのような影響を及ぼすのかについては言及できない。

アクセレーション期での肩関節水平外転からのすばやい内転と過外旋位からの内旋に対して、腱板機能の低下によって骨頭は不安定性が生じる。さらに川島ら¹²⁾によれば腱板は鳥口肩峰アーチにおいて圧迫・摩擦を受け、インピンジメント症候群を生じるとある。これらのことから、単に投球後の肩関節回旋筋力の低下のみに着目するのではなく、インナーマッスルとアウトマッスルの筋力バランスについての検討も必要である。

投球障害は1回の投球で起こることは少なく、動作を繰り返すことにより引き起こされることが多いことから、適切なトレーニング、投球数、フォームによって投球障害の予防は可能である。しかし、特に中学生

は発育途上であり体力に個体差があると考えられ個々の能力を見極めたうえでトレーニングや投球数を決める必要があり定量化は困難である。

これらのことから、投球障害の予防のためには日常から理学療法士などの専門スタッフの介入が必要であり現場もそのことを望んでいる。何よりも、現場の監督、選手は障害を起こしてからよりも、投球障害の予防の観点から専門職の介入を望んでおり中学生の野球チームへの理学療法士の介入が必要である。

謝辞 本研究を進めるにあたり研究の主旨に賛同し協力をして頂きました、湯河原ベースボールクラブの監督をはじめ選手、ご父兄の皆様に心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 林田賢二, 米田 稔: 投球障害肩の臨床診断. 臨床スポーツ医学, 1996, **13**(2): 137-146.
- 2) 赤瀬良裕, 杉野伸治, 貞清正史・他: 高校生において投球数増加が肩・体幹・股関節の回旋可動域, 肩回旋筋力に及ぼす影響. 長崎理学療法, 2004, **5**: 9-14.
- 3) 柳澤 修, 宮永 豊, 白木 仁・他: 高校生投手の投球数増加が身体諸機能に及ぼす影響—いわゆる100球肩の検証—. 臨床スポーツ医学, 2000, **17**(6): 735-739.
- 4) 知念紗嘉, 菅沼一男, 岩佐知子・他: 固定用ベルトを装着したハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性肩内・外旋筋力測定—検者内・検者間再現性の検討—. 理学療法科学, 2010, **25**(2): 189-192.
- 5) Wilk KE, Andrews JR, Arrigo CA, et al.: The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 1993, **21**: 61-66.
- 6) 鈴木克憲: 野球選手の肩関節特性. 臨床スポーツ医学, 1998, **15**(3): 267-271.
- 7) 末永直樹, 鈴木克憲, 三波明雄・他: 野球選手における肩関節可動域と肩障害の関連について. 肩関節, 1994, **18**(1): 77-81.
- 8) 石井莊朗, 向井直樹, 宮川俊平: 投球姿勢における肩関節の応力分布シュミレーション—有限要素法解析とMRIとの相関—. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2010, **18**(2): 280-289.
- 9) 西中直也, 筒井廣明: Cuff-Y exerciseの理論と実践. 臨床スポーツ医学, 2005, **22**(11): 1371-1377.
- 10) 柚木 脩: 肩のスポーツ障害に対する体操療法. 関節外科, 1996, **15**: 1476-1484.
- 11) 山口光國: 肩の深部筋トレーニングの理論と実際—腱板機能に着目して—. 徒手の理学療法, 2003, **3**(1): 35-38.
- 12) 川島敏生, 渡邊幹彦: 肩・肘関節障害に対するスポーツ理学療法. PTジャーナル, 2004, **38**(1): 53-61.