

試合期における高校生投手の 肩関節外転筋力の経時的变化

Change in shoulder abduction strength of high school baseball pitchers
during the competitive season

衛門良幸*¹, 宮下浩二*², 小山太郎*³
太田憲一郎*⁴, 谷 祐輔*⁵, 岡棟亮二*³

キー・ワード : high school baseball pitcher, shoulder abduction strength, competitive season
高校生投手, 肩関節外転筋力, 試合期

〔要旨〕 投球障害肩に関係する肩関節機能の問題の1つに肩外転筋力低下がある。しかし、先行研究では肩外転筋力をシーズンオフなどの一時点で測定していることが多く、週単位の筋力測定により経時的变化を分析した先行研究は見当たらない。本研究の目的は試合期での高校生投手の肩外転筋力を週単位で測定し、筋力の変化の特徴を明らかにすることとした。高校生投手18名の試合期の肩外転筋力を週1回の頻度で6週間、徒手筋力測定器を用いて測定した。18名中、測定時に疼痛を訴えた9名は対象から除外した。測定した筋力を対象間で正規化するために、各対象の6週間の筋力の平均を100として各週の筋力を割合で算出した。また測定期間中、選手に投球数を毎日記録させ、1週間あたりの投球数を算出した。各週の筋力の差について反復測定分散分析と多重比較検定を行った。その結果、各週の筋力は1週目 $107 \pm 6\%$ 、2週目 $104 \pm 5\%$ 、3週目 $92 \pm 7\%$ 、4週目 $99 \pm 4\%$ 、5週目 $97 \pm 7\%$ 、6週目 $98 \pm 5\%$ であった。1週目と3週目、5週目の間、2週目と3週目の間に有意差があった ($p < 0.05$)。投球数は1~2週目 122 ± 87 球、2~3週目 120 ± 106 球、3~4週目 46 ± 60 球、4~5週目 131 ± 87 球、5~6週目 111 ± 118 球であった。試合期において週単位の肩外転筋力は経時的に低下することが示されたが、投球数の減少により筋力が回復することが考えられた。

緒言 (はじめに)

投球障害肩に関係する肩関節機能の代表的な問題として肩外転筋力低下がある。先行研究において、投球時の肩痛を有する選手の肩外転筋力は健康な選手に比べて低下していたことが示されている^{1,2)}。ただし、これらの先行研究は筋力測定をシーズンオフなど、ある一時点でのみ実施した結果であり、その結果をもとに肩外転筋力低下が投球障害肩の発生要因になり得ると述べている。一方、5日間にわたり経時的に肩外転筋力を測定した調

査では、その期間内でも筋力が増減しており、日々変動することが示されている³⁾。そのため、投球障害肩の発生要因について、痛みの生じた時期と異なる一時点で測定した筋力を用いて分析することで、直接的に障害発生と肩外転筋力の低下を関連付けることは不十分であると考え⁴⁾。したがって投球障害肩の発生要因を理解するためには、長期間における筋力の変動の特徴を明らかにすることが必要となる。

一方、投球動作の反復による肩外転筋力への影響について実験による研究がされており、投球練習の直後や24時間後に筋力が低下することが示されている^{5,6)}。また現場調査においても同様に、甲子園大会での連投により肩外転筋力の低下が生じたと報告されている⁷⁾。さらに、試合での投球過多、いわゆる「投げすぎ」が問題視され、投球障

*1 いわた整形外科クリニック

*2 中部大学生命健康科学部理学療法学科

*3 まつした整形外科

*4 わたなべ整形リハビリクリニック

*5 アドバンスリハ株式会社



図1 肩外転筋力の測定方法
端座位，肩関節90度外転位，内外旋中間位にて上肢の遠位端に抵抗を加え，等尺性の肩外転筋力を測定した。

害肩の発生要因となる可能性が示唆されている⁸⁾。野球の現場では，試合や練習で投球を繰り返す試合期において肩の不調や痛みを訴える選手が多く，投球過多に伴う経時的な肩外転筋力の低下がその一因となっていることが推察される。先述の通り5日間などの短期間での肩外転筋力の変動は明らかにされているのに対し⁵⁻⁷⁾，週単位での筋力の経時的変化を明らかにした先行研究は乏しい限り見当たらない。そこで本研究では，高校生投手を対象に試合期における肩外転筋力を週単位で測定し，肩外転筋力の変化の特徴を明らかにすることを目的とした。同時に投球数の増減が筋力の経時的変化に及ぼす影響について分析することとした。

対象および方法

1. 対象

対象は高校硬式野球部に所属する投手18名とした。除外基準として，測定期間中1度でも測定時に肩や肘の疼痛を訴えた選手は除外し，最終的に9名の投手を分析対象とした（年齢 15.9 ± 0.6 歳，身長 173.9 ± 3.7 cm，体重 64.2 ± 6.8 kg，野球歴 7.9 ± 1.1 年）。投球側は右投げが8名，左投げが1名であった。なお，対象者9名中2名が測定日以外で1回ずつ投球時に肩の疼痛を訴えたが，次の測定日までは消失していたため分析対象とした。他7名に関しては測定期間中に疼痛の訴えはなかった。本研究では，コンディショニングとして対象が基本的に毎日，肩関節可動域および腱板

機能に対するエクササイズを各自で実施していた。

測定にあたって選手および選手の指導者に本研究の趣旨を説明し，協力の同意を得た。なお，本研究は中部大学倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号290087）。

2. 肩外転筋力の測定時期と方法

本研究の測定は対外試合が可能な3月から11月の試合期のうち，8月から10月にかけて1週間に1回の頻度で6週間実施した。この時期は毎週ほとんどの土曜日および日曜日に練習試合や公式戦が行われており，投手は試合に登板する機会が多い時期である。また，実際の野球現場での肩外転筋力の経時的な変化を分析するため，休養日や投球数，投球のタイミングなどの設定は行わなかった。

肩外転筋力の測定には徒手筋力測定器 Micro-FETII (Hoggan社製)を用いた。徒手筋力測定器での筋力測定は簡易的な筋力評価の方法として広く普及しており，信頼性に関しても多くの先行研究で良好な結果が報告されている^{3,9,10)}。測定肢位は端座位にて肩関節90度外転位，内外旋中間位，肘関節伸展位，前腕中間位とし，投球側の筋力を測定した。棘上筋による上腕骨頭の白蓋に対する求心位保持の機能を評価するため，徒手抵抗を加える位置を前腕の遠位端とし，等尺性の肩外転筋力を測定した¹¹⁻¹³⁾(図1)。測定はすべて同一検者が行った。なお筋力測定時，徒手抵抗に対して極端な体幹の動揺や肩甲骨の偏位が生じることにより肩外転位を保持することができない選手はいなかった。測定は練習前に一人あたり3回行い，その3回の平均値を代表値とした。

3. 投球数の聴取

アンケート用紙を各対象に配布し，測定期間における毎日の投球数を記録させた。なお，本研究での投球数は登板した試合およびブルペンで行った投球練習における球数とした。試合での投球数の制限は行わず，また投球練習を行うタイミングや投球数は各対象が決定した。

4. 算出項目および統計方法

測定した肩外転筋力を対象間で正規化するために，各対象において6週間の筋力の平均を100として，各週の筋力を割合で算出した。算出した各週の肩外転筋力の割合を反復測定分散分析および多重比較検定 (Tukey法)を用いて比較した。有

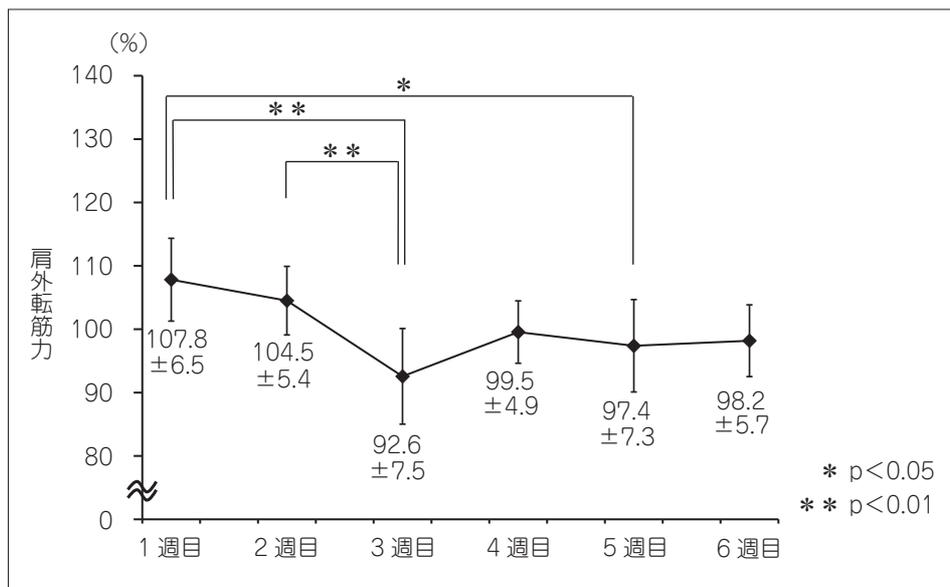


図2 肩外転筋力の推移

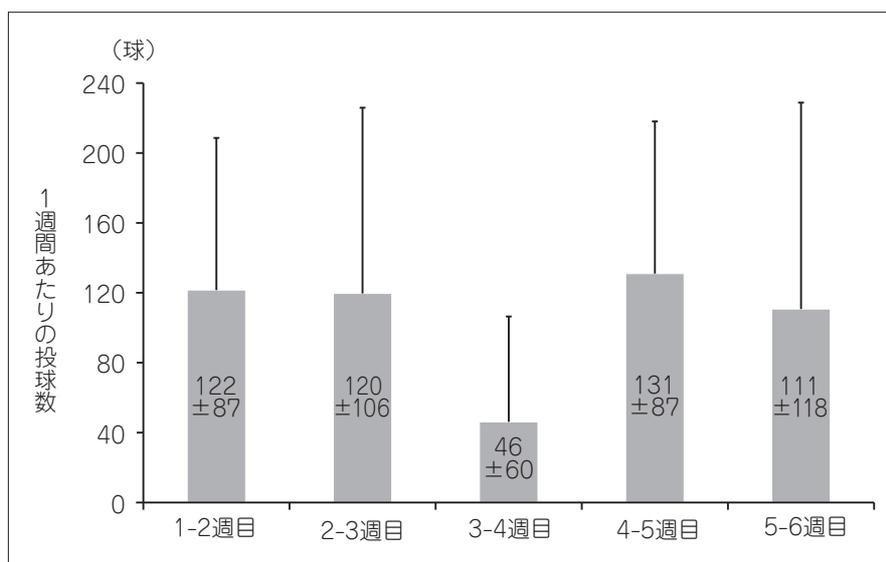


図3 1週間あたりの投球数

意水準は5%とした。次に、選手に毎日記録させた投球数から1週間あたりの投球数を算出した。さらに、肩外転筋力と1週間あたりの投球数の関係についても検討した。なお、統計学的解析にはエクセル統計2015 (BellCurve社製)を用いた。

■ 結果

各週の肩外転筋力は、1週目 $107.8 \pm 6.5\%$ 、2週目 $104.5 \pm 5.4\%$ 、3週目 $92.6 \pm 7.5\%$ 、4週目 $99.5 \pm 4.9\%$ 、5週目 $97.4 \pm 7.3\%$ 、6週目 $98.2 \pm 5.7\%$ であった(図2)。1週目と3週目、1週目と5週目、

2週目と3週目の間に有意差があった($p < 0.05$)。また、1週間あたりの投球数は、1~2週目 122 ± 87 球、2~3週目 120 ± 106 球、3~4週目 46 ± 60 球、4~5週目 131 ± 87 球、5~6週目 111 ± 118 球であった(図3)。

肩外転筋力の推移と1週間あたりの投球数を照合すると、投球数の少ない傾向を示した3週目から4週目にかけて肩外転筋力は増加傾向にあった。

■ 考 察

本研究では、試合期における高校生投手の肩外転筋力を6週間にわたり測定した。その結果、肩外転筋力は測定期間を通して経時的に低下することが示された。試合期における高校生投手の肩外転筋力の変化に関する先行研究では甲子園大会期間中の約1週間の変化が報告されており、肩外転筋力の低下が生じたことが示されている⁷⁾。その一方で、宮下³⁾はプレシーズンにおける大学生投手の肩外転筋力を5日間連続で測定し、測定期間内の有意な筋力増加を報告している。これらのことから選手の肩外転筋力は時期によって異なる変動を呈することが考えられる。本研究の結果から、高校生投手の肩外転筋力は、試合期には経時的に低下し、その傾向は週単位に及ぶことが明らかにされた。投球数の増加は肩外転筋力を週単位でも低下させることから、投球過多が投球障害の一要因になるかもしれない。

一方、投球数の増減に対する肩外転筋力の変動を分析した結果、投球数が減少する週には筋力が一時的に回復する傾向にあった。3~4週目の投球数が減少した要因として、その週に試合での登板がなかった対象者が多かったことがあげられる。統計的分析には至っていないが、週単位の分析においても投球数増加により肩外転筋力は低下するのに対して、投球数を減少させることで筋力が回復する可能性が考えられる。投球数の調整や休養日の設定によって筋力低下を予防できる可能性があると考ええる。

Trakis et al¹⁴⁾ や Tyler et al¹⁵⁾ の報告では、プレシーズンやシーズンオフのある一時点で測定した肩外転筋力の低下が試合期での投球障害肩の発生要因となる可能性が示されている。これはある時点での筋力であっても各選手の筋力のおおよその強さを示しており、因果関係を呈するに至ったと考えられる。しかし、本研究から試合期における高校生投手の肩外転筋力は変動し、週ごとの投球数の増減によって筋力が低下する場合も回復する場合もあることが示唆された。そのため、一時点での測定だけでは投球障害肩の発生要因になり得ると考えることは難しいと考える。先行研究においても選手の肩関節機能を長期的に評価することの必要性や一時点で測定することの限界が述べられている^{5, 16, 17)}。今後は投球障害肩が発生した選手

を対象とし、疼痛発生前後の肩外転筋力の経時的変化を分析する必要がある。

最後に本研究の限界について述べる。今回、投球数と肩外転筋力の関係については投球数の増減に伴った筋力の変動の傾向を示したのみである。対象者9名中7名は3~4週目の投球数が最も少なく、そのうち5名の筋力が回復していたことから、投球数の減少が筋力回復の一因となる可能性は高いと考える。しかし、2名の筋力は低下していることから、投球の強度やどの程度の投球数の増減が筋力の変動に影響を与えるのかより詳細に分析する必要がある。

■ 結語 (まとめ)

1. 高校生投手を対象に、試合期における肩外転筋力を6週にわたり週単位で測定し、筋力の経時的変化の特徴について検討した。

2. 週単位で測定した肩外転筋力は経時的に低下していた。

3. 投球数が減少する週には肩外転筋力が一時的に回復する傾向にあった。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA. Shoulder weakness in professional baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26: 5-9.
- 2) 長谷川伸, 館 俊樹, 佐々木宏, 他. 大学野球選手の回旋腱板筋ならびに三角筋の形態および筋力特性. *体力科学.* 2003; 52: 407-420.
- 3) 宮下浩二, 小山太郎, 太田憲一郎, 他. プレシーズンにおける大学野球投手の肩外転筋力の日差変動. *日本アスレチックトレーニング学会誌.* 2018; 4: 55-60.
- 4) Agresta CE, Krieg K, Freehill MT. Risk factors for baseball-related arm injuries: A Systematic Review. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2019; 7: 1-13.
- 5) Mullaney JM, McHugh MP, Donofrio TM, et al. Upper and lower extremity muscle fatigue after a baseball pitching performance. *Am J Sports Med.* 2005; 13: 108-113.
- 6) Yanagisawa O, Miyanaga Y, Siraki H, et al. The ef-

- fects of various therapeutic measures on shoulder range of motion and cross-sectional areas of rotator cuff muscles after baseball pitching. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003; 43: 356-366.
- 7) 鳥塚之嘉, 中川滋人, 正富 隆, 他. 甲子園大会出場投手の肩関節外転筋力, 握力, 上肢関節可動域の測定結果とその経時的変化. *臨床スポーツ医学*. 1998; 15: 233-240.
- 8) Olsen SJ, Fleisig GS, Dun S, et al. Risk Factors for Shoulder and Elbow Injuries in Adolescent Baseball Pitchers. *Am J Sports Med*. 2006; 34: 905-912.
- 9) 鳥居 俊. 簡易筋力測定器を用いた肩関節周囲筋力・腱板機能の定量的評価. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌*. 2001; 21: 103-107.
- 10) Hayes K, Walton JR, Szomor ZL, et al. Reliability of 3 methods for assessing shoulder strength. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002; 11: 33-39.
- 11) 蒲田和芳, 福林 徹, 黒澤 尚. 肩外転筋運動における抵抗部位の違いが肩関節機能に及ぼす影響. *臨床スポーツ医学*. 1998; 15: 389-396.
- 12) 日野邦彦. 肩関節障害に対する理学療法. *理学療法学*. 2000; 27: 323-328.
- 13) Terrier A, Reist A, Vogel A, et al. Effect of supraspinatus deficiency on humerus translation and glenohumeral contact force during abduction. *Clinical Biomechanics*. 2007; 22: 645-651.
- 14) Trakis JE, McHugh MP, Caracciolo PA, et al. Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain: implications for injury prevention. *Am J Sports Med*. 2008; 36: 2173-2178.
- 15) Tyler TF, Mullaney MJ, Mirabella MR, et al. Risk factors for shoulder and elbow injuries in high school baseball pitchers: The Role of Preseason Strength and Range of Motion. *Am J Sports Med*. 2014; 42: 1993-1999.
- 16) Kibler WB, Sciascia A, Moore S. An acute throwing episode decreases shoulder internal rotation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2012; 470: 1545-1551.
- 17) Picha KJ, Harding JL, Bliven KC. Glenohumeral and Hip Range-of-motion and strength measures in youth baseball athletes. *J Athl Train*. 2016; 51: 466-473.

(受付：2021年2月22日, 受理：2021年11月24日)

Change in shoulder abduction strength of high school baseball pitchers during the competitive season

Emon, Y. ^{*1}, Miyashita, K. ^{*2}, Koyama, T. ^{*3}
Ota, K. ^{*4}, Tani, Y. ^{*5}, Okamune, R. ^{*3}

^{*1} Iwata Orthopedics Clinic

^{*2} Department of Physical Therapy, College of Life and Health Science, Chubu University

^{*3} Matsushita Orthopedics

^{*4} Watanabe Orthopaedics & Rehabilitation Clinic

^{*5} Advancedreha Co., Ltd.

Key words: high school baseball pitcher, shoulder abduction strength, competitive season

[Abstract] The purpose of this study was to determine changes in shoulder abduction strength of high school baseball pitchers as measured for 1 week during the competitive season. Shoulder abduction strength of 18 high school baseball pitchers was measured once a week for 6 weeks during the competitive season. Based on the obtained data, the shoulder abduction strength of 9 pitchers without shoulder or elbow pain was analyzed. The muscle strength was calculated as a percentage considering the average muscle strength for 6 weeks as 100 to normalize the measured strength values between pitchers. The total pitch count per week was recorded during the 6 weeks. The mean abduction strength per week was $107 \pm 6\%$, $104 \pm 5\%$, $92 \pm 7\%$, $99 \pm 4\%$, $97 \pm 7\%$, $98 \pm 5\%$, respectively. A significant difference was observed between the first and third, the first and fifth, and the second and third weeks ($p < 0.05$). During the competitive season, shoulder abduction strength per week gradually decreased. The results of this study also infer that shoulder abduction strength improves when the pitch count is low.