

大学女子ソフトボール選手の 関節可動域と肩痛との関連性

Relationship between range of joint motion and shoulder pain in female collegiate softball players

栗原 靖*¹, 烏野 大*¹, 松田雅弘*¹
大杉紘徳*¹, 森下勝行*¹, 横井悠加*¹
河辺信秀*¹, 桑江 豊*¹, 藤川提碁*²

キー・ワード : softball, range of joint motion, shoulder pain
ソフトボール, 関節可動域, 肩痛

【要旨】 女子ソフトボール選手において肩痛の訴えは多い。オーバーヘッドスロー競技では、上下肢の関節可動域と肩痛との関連が報告されるが、ソフトボールにおける報告は限られている。本研究の目的は、大学女子ソフトボール選手を対象に上下肢の関節可動域と肩痛の関連を明らかにすることとした。対象は A 大学の女子ソフトボール部に所属する 20 名のうち、投手を除いた 17 名とした。上下肢の関節可動域の計測をし、全対象者の投球側と非投球側を比較した。さらに、対象者の投球側における肩痛に関して質問紙による調査を行い、過去 1 年以内に肩痛で競技に支障が出た経験がある者を既往群 (7 名)、それ以外の者を非既往群 (10 名) と分類し、上下肢の関節可動域を群間で比較した。結果、全対象者において投球側の肩関節 90° 外転位での内旋可動域が、非投球側に比べ有意に低下した。非既往群と比較し既往群では、投球側の肩関節 90° 外転位での外旋、肩関節水平屈曲、前腕回外、手関節背屈、股関節伸展、非投球側の前腕回内可動域が有意に低下した。これらの関節可動域の低下は、投球動作における肩関節への力学的負荷を増大させると推測される。本研究の結果より、上下肢の関節可動域は、女子ソフトボール選手の投球動作に起因した肩痛発症に対する評価指標として有用であると考えられた。

緒 言

野球やソフトボールなど、オーバーヘッドスロー動作が求められる競技では、その動作によって生じる肩部への繰り返しの力学的負荷が要因となって傷害を発症することが報告される¹⁻³⁾。特に、肩関節後方関節包や後方軟部組織のタイトネスは、肩関節内外旋運動時における上腕骨頭の動きに影響を与え、肩痛を生じさせると考えられている^{4,5)}。このように、肩関節の可動域変化は、オーバーヘッドスロー競技における傷害発症リスクを増加させる可能性がある。野球における投球動作

においては、効率的なボールリリースを行うために、上肢のみではなく、下肢の動きに着目する必要性が報告されている^{6,7)}。Anloaque ら⁸⁾は、大学野球部所属の投手を対象に投球側の肩関節内外旋の可動域と下肢柔軟性との関連を調べ、肩関節内外旋の可動域の低下と下肢柔軟性の低下に関連があることを示した。また Kibler ら⁹⁾は、両側の股関節内外旋の可動域の低下により、投球動作中の下肢への力学的負荷だけではなく、投球側の肩・肘への力学的負荷を増加させる可能性を指摘している。

これらのことから、肩痛に対し肩関節の可動域および下肢関節の可動域に対する臨床評価は重要と考えられるが、これまでは野球選手を対象とした報告が多く、ソフトボール選手を対象とした報

*1 城西国際大学福祉総合学部理学療法学科

*2 京成小岩訪問診療所

表 1 各群の特性

	既往群	非既往群
人数 (名)	7	10
身長 (cm)	160.2±5.1	156.5±4.1
体重 (kg)	60.4±8.0	57.1±4.9
競技歴 (年)	7.4±2.5	6.9±2.7

平均値±標準偏差

身長, 体重, 競技歴ともに有意差はなし ($p<0.05$)

告は限られる。Shanley ら^{10,11)}は、女子ソフトボール選手を対象に肩関節の関節可動域に着目して、その機能的な特徴を調査しているが、上下肢の可動域と肩痛との関連を調査した報告は渉猟する限りみられない。古後ら¹²⁾は、大学生を対象に関節弛緩性における性差を検討し、女性の関節弛緩性が高いことを報告している。このため、性差による影響が上下肢の関節可動域に生じることが推察され、女子ソフトボール選手を対象とした上下肢の関節可動域と肩痛の関連を明らかにする必要がある。そこで本研究の目的は、大学女子ソフトボール選手を対象に、上下肢の関節可動域と肩痛の関連を明らかにすることとした。

対象および方法

対象者は、A 大学女子ソフトボール部に所属する 20 名のうち、投手を除いた 17 名とした。投手はソフトボール特有の投法¹³⁾を有し、その影響を考慮する必要があるため除外した。チーム練習は 1 日平均 3 時間、週 6 日間実施していた。対象者の年齢、身長、体重、競技歴の平均値±標準偏差はそれぞれ、19.3±0.7 歳、158.0±4.9cm、58.4±6.6 kg、7.7±2.4 年であった。対象者には、対象者の保護・権利の優先、参加・中止の自由、研究内容、身体への影響などを口頭および文書にて説明し、同意が得られた者のみを対象に計測を行った。なお、本研究は城西国際大学倫理委員会の承認（承認番号 6N170006）を得ている。

対象者には、日本整形外科学会が制定する関節可動域表示に準拠した方法で、関節可動域測定を行った。測定箇所について、上肢関節可動域は、肩関節内旋・外旋・水平屈曲、肘関節伸展、前腕回内・回外、手関節掌屈・背屈とした。下肢関節可動域は、股関節屈曲・伸展・内旋・外旋、足関節背屈を抽出した。足関節背屈可動域を除き、全て他動運動を測定した。肩関節内旋・外旋につい

ては、背臥位をとらせ、肩関節 90° 外転位での関節可動域を測定した。足関節背屈は、立位にて下腿をできる限り前傾させた時点での関節可動域を測定した。デジタル角度計を用い、1° 単位まで測定した。また測定は、対象者 1 名に対し 2 名の検査者で実施し、一方が関節の固定および他動運動を行い、他方がデジタル角度計をあて測定値を確認した。関節可動域の測定は 10 年以上の臨床経験のある理学療法士が担当し、予め測定の練習を十分に行うことで、測定精度に留意した。

分析は、対象者の投球側と非投球側の関節可動域を比較し、その差異について調べた。対象者全員に投球側の肩痛に関して質問紙による調査を行い、過去 1 年以内に肩痛が生じた者を既往群、それ以外の者を非既往群と分類した。本研究では質問紙で得られた内容から、過去 1 年以内に投球動作時の肩周囲の痛みにより競技を 1 日以上休んだ者、また、その肩周囲の痛みにより 100% 全力で投球できない時期があった者を肩痛の既往群と定義した。なお、測定時点で競技に支障が出ている対象者はいなかった。表 1 に各群の特性を示す。既往群と非既往群はそれぞれ 7 名と 10 名に分類でき、この群間における関節可動域を比較した。統計処理には、IBM SPSS Statistics Ver.24 (IBM 社製)を用いた。投球側と非投球側および既往群と非既往群の関節可動域の比較にはそれぞれ、対応のある t 検定、対応のない t 検定を用い、有意水準を 5% とした。

結 果

表 2 に投球側と非投球側における関節可動域の比較結果を示す。肩関節内旋可動域は、投球側 65.4°、非投球側 77.4°であり、投球側が有意に低下した ($p<0.05$)。その他項目では、投球側と非投球側の関節可動域に有意差がなかった。

表 3 に既往群と非既往群における関節可動域の比較結果を示す。投球側では、肩関節外旋 (既往群 98.8°、非既往群 117.9°)、肩関節水平屈曲 (既往群 60.2°、非既往群 66.5°)、前腕回外 (既往群 91.3°、非既往群 101.5°)、手関節掌屈 (既往群 81.8°、非既往群 91.0°)、手関節背屈 (既往群 80.4°、非既往群 89.9°)、股関節伸展 (既往群 13.5°、非既往群 18.9°)であり、これらの項目において既往群が有意に低下した ($p<0.05$)。非投球側では、前腕回内 (既往群 85.1°、非既往群 94.6°)、手関節掌屈 (既往

群 82.3°, 非既往群 91.1°), 手関節背屈 (既往群 78.2°, 非既往群 87.0°) であり, 既往群が有意に低下した ($p < 0.05$). その他項目では, 既往群と非既往群の関節可動域に有意差がなかった.

考察

これまで, オーバヘッドスロー競技選手における関節可動域と肩痛との関連は多く報告されてお

り^{5,14)}, 関節可動域は肩痛発症に対する評価指標となり得る. しかし, 女子ソフトボール選手を対象とした報告は限られており, 本研究は, 女子ソフトボール選手における関節可動域と肩痛の関連を検討した. 結果, 非投球側に比べ, 投球側の肩関節内旋可動域が低下した. この関連については先行報告^{5,14)}を追認する結果となった. しかしながら, 既往群と非既往群を比較したところ, 投球側の肩関節内旋可動域に有意差がなかった. 肩関節 90° 外転位での内旋可動域の低下は, 肩関節後方軟部組織のタイトネスの影響が大きく, 投球動作の過度の繰り返しによって肩痛につながるとされる^{4,5)}. 一方, 肩関節内旋可動域の低下は投球動作に対する身体の適応で, 肩痛との関連はないという報告もあり¹⁵⁾, 一定の見解が得られていない. これらのことから, 肩関節の内旋可動域の低下は肩痛発症の可能性を高めるが, 本研究の対象である女子ソフトボール選手では, 投球動作に対する適応として投球側の肩関節内旋可動域の低下が生じていたとも考えられた.

次いで本研究では, 既往群と非既往群に分類し, 群間における関節可動域の比較を行った. 結果, 非既往群と比較し既往群では, 投球側の肩関節外旋・水平屈曲, 前腕回外, 手関節背屈, 股関節伸展可動域, 非投球側の前腕回内可動域が低下した. 山口¹⁶⁾は, 投球障害肩に対する指標として肢位の観察を挙げ, その一つに上肢下垂位における肩関

表 2 投球側と非投球側における関節可動域の比較

関節可動域 (°)	投球側	非投球側
肩関節内旋	65.4 ± 11.3*	77.4 ± 9.9
肩関節外旋	110.2 ± 13.2	105.6 ± 7.1
肩関節水平屈曲	153.4 ± 6.5	156.1 ± 8.4
肘関節伸展	10.1 ± 5.3	11.0 ± 5.6
前腕回内	87.1 ± 9.3	88.5 ± 10.4
前腕回外	95.8 ± 8.3	98.4 ± 12.0
手関節掌屈	86.8 ± 10.6	86.7 ± 10.9
手関節背屈	84.2 ± 7.6	82.8 ± 7.8
股関節屈曲	123.9 ± 10.1	123.8 ± 6.6
股関節伸展	16.5 ± 5.8	16.1 ± 6.8
股関節内旋	50.1 ± 17.0	51.4 ± 15.0
股関節外旋	52.1 ± 8.4	53.5 ± 6.2
足関節背屈	39.5 ± 5.9	40.9 ± 5.8

平均値 ± 標準偏差

* : $p < 0.05$

肩関節内旋・外旋については, 肩関節 90 度外転位 (背臥位) で実施

足関節背屈は, 立位にて下腿をできる限り前傾させた時点での関節可動域を計測

表 3 各群における関節可動域の比較

関節可動域 (°)	投球側		非投球側	
	既往群	非既往群	既往群	非既往群
肩関節内旋	72.9 ± 10.0	66.2 ± 9.6	79.9 ± 7.5	72.2 ± 11.6
肩関節外旋	97.6 ± 7.3 *	120.0 ± 7.2	102.0 ± 6.0	108.5 ± 6.7
肩関節水平屈曲	150.2 ± 3.5 *	156.5 ± 6.4	151.8 ± 8.8	156.8 ± 8.1
肘関節伸展	10.7 ± 5.0	9.1 ± 5.4	10.9 ± 4.5	10.8 ± 6.7
前腕回内	84.1 ± 8.5	88.7 ± 10.9	85.1 ± 5.9 *	94.6 ± 10.2
前腕回外	91.3 ± 8.2 *	101.5 ± 10.1	92.6 ± 7.9	99.3 ± 12.2
手関節掌屈	81.8 ± 7.1	85.8 ± 10.5	82.3 ± 6.8	85.7 ± 8.5
手関節背屈	78.5 ± 8.9 *	89.9 ± 5.4	80.1 ± 7.2	87.0 ± 4.4
股関節屈曲	123.4 ± 11.6	125.3 ± 6.6	122.6 ± 8.6	121.8 ± 7.2
股関節伸展	13.5 ± 2.7 *	18.9 ± 6.7	16.0 ± 3.1	16.2 ± 7.4
股関節内旋	54.5 ± 15.9	52.8 ± 14.3	50.0 ± 14.3	47.7 ± 17.8
股関節外旋	51.5 ± 7.2	52.6 ± 7.4	51.0 ± 7.2	54.4 ± 5.3
足関節背屈	40.9 ± 5.5	36.9 ± 5.0	40.2 ± 6.7	42.1 ± 6.0

平均値 ± 標準偏差

* : $p < 0.05$

肩関節内旋・外旋については, 肩関節 90 度外転位 (背臥位) で実施

足関節背屈は, 立位にて下腿をできる限り前傾させた時点での関節可動域を計測

節内旋位・前腕回内位および肩関節外旋位・前腕回外位の場合、肩・肘関節に機能的問題がある可能性を指摘している。肩関節内旋と外旋の動きは、前腕回内と回外の動きと機能的に連結しており、肩関節の内旋には前腕回内の動きが伴い、外旋には前腕回外の動きが伴うとされる¹⁷⁾。このことから、肩関節外旋、前腕回外可動域の低下は、肩関節と前腕の機能的問題を示唆する。本研究では、既往群の肩関節外旋、前腕回外可動域が低下していた。また、非投球側と比べ投球側の肩関節内旋可動域は低下していたことから、既往群の投球側の肩関節内外旋可動域はともに低下している。投球動作では肩関節外旋から内旋の動きが要求されるため¹⁸⁾、本研究におけるこの関節可動域の低下は、投球動作時の肩関節にかかる力学的負荷を増大させると考えられた。手関節背屈可動域の低下には、前腕回外の動きの機能低下が影響すると考えられ¹⁷⁾、既往群の前腕回外、手関節背屈可動域がともに低下する結果は妥当であるといえる。よって、本研究で得られた投球側の肩関節外旋、前腕回外、手関節背屈可動域は、肩痛と関連がある機能的特徴と考えられた。

投球相で区分される follow through phase では、投球側の肩関節内旋および水平屈曲の動きによって肩関節後方構成体の力学的負荷が増大し^{18,19)}、過度の動きの繰り返しが肩痛を発症させる^{1~3)}。本研究の投球側の肩関節水平屈曲可動域は群間で異なり、非既往群と比べ既往群が低下した。この結果は、既往群の投球動作時の肩関節にかかる力学的負荷を相対的に高め、肩痛の発症を助長させる。よって、本研究における投球側の肩関節水平屈曲可動域の低下は、肩痛の発症を判断する指標になると考えられた。

本研究では、非既往群と比べ既往群の投球側の股関節伸展可動域が低下した。下肢関節可動域と肩痛の関係についての報告は多いが^{8,9)}、投球側の股関節伸展可動域と肩痛の関連を直接示した報告はみられない。投球側の股関節伸展可動域の低下が生じる症例では、投球相で区分される wind up phase において後方への荷重位を維持する要因となり、十分な重心移動がなされる前に体幹の回旋運動が起きる。この投球動作の一連の結果、肩関節への負荷が増大することが推測され、投球側の股関節伸展可動域の低下は投球障害肩に対する指標になると述べている¹⁶⁾。本研究はソフトボール

野手競技者の投球動作の結果であり、上述した投球側の股関節伸展可動域の影響と重心移動および体幹の回旋運動の関連に言及できない。野手競技者の wind up phase に相当する解析は渉猟する限りみられず、ソフトボール野手競技者の投球動作の解析による検証が今後の課題である。しかし、投球障害肩の臨床指標とされる結果が追認できたことから、本研究における投球側の股関節伸展可動域の低下と肩痛との関連が推測された。

本研究では、非既往群と比較して既往群の非投球側の前腕回内関節可動域が低下した結果であった。非投球側の関節可動域と肩痛の関連を示した報告は渉猟する限りみられない。投球動作を踏まえたトレーニングでは、非投球側の肩甲骨前方傾斜を行わせることが必要であり、この動きは体幹の投球方向への回旋準備としての機能を持つ¹⁶⁾。また投球相で区分される cocking phase において、非投球側の肩甲骨前方傾斜の動きには、同側の肩関節内旋の動きおよび、同側の前腕回内の動きが伴う¹⁷⁾。このため、本研究の非投球側の前腕回内可動域の変化は、投球動作時における非投球側の肩甲骨前方傾斜の動きに影響することが考えられる。しかし、これらの動きが投球側の肩関節への力学的負荷に対しどのような影響を生じさせるかは明らかではない。本研究の結果を踏まえ、非投球側の前腕可動域が女子ソフトボール選手の肩痛と関連のある特徴であるかは今後の検証課題といえた。

本研究の限界は、A 大学に所属する女子ソフトボール選手のみを対象としているため、サンプルサイズが小さい。傷害の発症要因には、チームの練習時間、練習方法、ケアの仕方などが挙げられる。このため、他チーム所属選手の結果を含めた調査が必要と考えられた。本研究は、既往群と非既往群の結果を比較した横断的研究であり、関節可動域と肩痛との因果関係は明らかにできていない。今後は肩痛の発症に関連した前向き調査および実際の投球動作分析を実施し、上下肢の関節可動域と肩痛発症との関連を検証していく必要がある。

結 語

本研究は、大学女子ソフトボール選手を対象に、上下肢の関節可動域と肩痛の関連を検討した。結果、全対象者において、投球側の肩関節内旋可動

域が、非投球側に比べ低下した。非既往群と比較し既往群では、投球側の肩関節外旋・水平屈曲、前腕回外、手関節背屈、股関節伸展、非投球側の前腕回内可動域が低下した。これら関節可動域の低下は、投球動作における肩関節への力学的負荷を増大させると示唆された。本研究の結果より、上下肢の関節可動域は、女子ソフトボール選手の投球動作に起因した肩痛発症に対する評価指標として有用であると考えられた。

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) Krajnik S, Fogarty KJ, Yard EE, et al. Shoulder injuries in US high school baseball and softball athletes, 2005-2008. *Pediatrics*. 2010; 125(3): 497-501.
- 2) Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overheadthrowing athlete (current concepts). *Am J Sports Med*. 2002; 30(1): 136-151.
- 3) Arthur MP, Richard MZ, Thomas JS. Biomechanics of baseball pitching: a preliminary report. *Am J Sports Med*. 1985; 13(4): 216-222.
- 4) Borsa PA, Wilk KE, Jacobson JA, et al. Correlation of range of motion and glenohumeral translation of professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 2005; 33(9): 1392-1399.
- 5) Tyler TF, Nicholas SJ, Roy T, et al. Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. *Am J Sports Med*. 2000; 28(5): 668-673.
- 6) Oliver GD, Weimar W. Hip range of motion and scapula position in youth baseball pitching pre and post simulated game. *J Sports Sci*. 2015; 33(14): 1447-1453.
- 7) Ellenbecker TS, Ellenbecker GA, Roetert EP, et al. Descriptive profile of hip rotation range of motion in elite tennis players and professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 2007; 35(8): 1371-1376.
- 8) Anloague PA, Spees V, Smith J, et al. Glenohumeral range of motion and lower extremity flexibility in collegiate-level baseball players. *Sports Health*. 2012; 4(1): 25-30.
- 9) Kibler WB, Wilkes T, Sciascia A. Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. *Clin Sports Med*. 2013; 32(4): 637-651.
- 10) Shanley E, Michener LA, Ellenbecker TS, et al. Shoulder range of motion, pitch count, and injuries among interscholastic female softball pitchers: a descriptive study. *Int J Sports Phys Ther*. 2012; 7(5): 548-557.
- 11) Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, et al. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *Am J Sports Med*. 2011; 39(9): 1997-2006.
- 12) 古後晴基, 村田 潤, 東登志夫. 身体柔軟性と関節弛緩性における性差および関係性. *ヘルスプロモーション理学療法研究*. 2014; 4(4): 189-193.
- 13) Oliver GD, Dwelly PM, Kwon YH. Kinematic motion of the windmill softball pitch in prepubescent and pubescent girls. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(9): 2400-2407.
- 14) Almeida GP, Silveira PF, Rosseto NP, et al. Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013; 22(5): 602-607.
- 15) Wilk KE, Obma P, Simpson CD, et al. Shoulder injuries in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009; 39(2): 38-54.
- 16) 筒井廣明, 山口光圀. 投球障害肩こう診てこう治せ. 東京: メジカルビュー社; 37-62, 112-143, 2004.
- 17) Donald A. Neumann. In: 嶋田智明, 平田総一郎 (監訳). *筋骨格系のキネシオロジー*. 東京: 医歯薬出版; 145-185, 2007.
- 18) 桜井伸二, 池上康男, 矢部京之介, 他. 野球の投手の投動作の3次元動作分析. *体育学研究*. 1990; 35: 143-156.
- 19) 後藤英之. 投球障害肩(超音波画像診療の実際). *臨床スポーツ医学*. 2011; 28(9): 941-947.

(受付: 2018年8月27日, 受理: 2019年3月27日)

Relationship between range of joint motion and shoulder pain in female collegiate softball players

Kurihara, Y.^{*1}, Karasuno, H.^{*1}, Matsuda, T.^{*1}
Ohsugi, H.^{*1}, Morishita, K.^{*1}, Yokoi, Y.^{*1}
Kawabe, N.^{*1}, Kuwae, Y.^{*1}, Fujikawa, D.^{*2}

^{*1} Department of Physical Therapy, Faculty of Social Work Studies, Josai International University

^{*2} Keiseikoiwa Clinic, Home Medical Care

Key words: softball, range of joint motion, shoulder pain

[Abstract] We examined the relationship between the range of joint motion and shoulder pain in 17 members of University A women's softball club. Subjects were grouped into those who reported difficulty with practice due to shoulder pain within the past year (pain, 7 women) and those who reported no difficulty (non-pain, 10 women). The range of motion of the upper and lower limbs bilaterally was measured and compared between the throwing and non-throwing sides within and between the groups. In all subjects, the range of internal rotation of the shoulder at 90° abduction was significantly smaller on the throwing than the non-throwing side. The range of external rotation of the shoulder at 90° abduction, horizontal flexion of the shoulder, supination of the forearm, dorsiflexion of the wrist, extension of the hip, and the range of pronation of the forearm were smaller on the non-throwing side in the pain than the non-pain group. These findings allow us to estimate the increase in mechanical stress on the shoulder joint during the throwing motion, suggesting that the items of the range of motion extracted in this study may be used as an evaluation index for the development of shoulder pain caused by overhead-throw motion in university women softball players.