

肩後方タイトネスが テイクバック期の肩外転角度に与える影響

Posterior shoulder tightness causes insufficient throwing arm abduction in the early cocking phase

大歳憲一*1, 猪狩貴弘*2, 四家卓也*3

キー・ワード : posterior shoulder tightness, early cocking phase, limitation of shoulder abduction angle
肩後方タイトネス, 早期コッキング期, 肘下がり

〔要旨〕 肩後方タイトネスが、投球動作におけるテイクバック期の肩外転角度に与える影響について検討した。投球側は、非投球側と比較し、外旋可動域の増加と内旋可動域、肩甲上腕関節の外転角度、水平内転角度、及び肩内旋位での肩外転角度(AIR角)の低下が認められた。AIR角と肩関節の内旋可動域、及び、肩甲上腕関節外転、水平内転可動域には有意な正の相関が認められた。

またAIR角低下と肩肘痛に有意な関連が認められた。肩甲上腕関節の内旋制限、外転制限、水平内転制限(いわゆる肩後方タイトネス)は、AIR角の減少、すなわち早期コッキング期の肩外転制限を引き起こし、肩肘関節の障害を惹起する可能性が示唆された。

緒言

野球選手では、投球に伴う軟部組織性・骨性の適応により、肩関節の外旋可動域が増加し内旋可動域が減少することが報告されている¹⁻³⁾。Burkhardtらは、内旋可動域の減少をGIRD(Glenohumeral internal rotation deficit)と定義し、内旋可動域の減少が外旋可動域の増加を上回る場合を病的な状態と述べている^{4,5)}。また、Tylerらは、肩後方タイトネスが存在すると肩内旋可動域は有意に減少すると述べており⁶⁾、これらの報告から、内旋可動域の減少は肩後方タイトネスを反映する指標として認識されている。一方、Warnerらは、肩後方タイトネスの指標として、肩関節水平内転可動域の評価を提唱し⁷⁾、その信頼性も証明されている⁸⁾。また、原らは、肩甲骨を固定した状態での肩甲上腕関節の外転可動域制限(combined abduction test; 以下CAT)と水平内転可動域制限

(horizontal flexion test: 以下HFT)は、肩関節後方のタイトネスや筋バランス異常が存在する場合に陽性になると報告しており⁹⁾、肩後方タイトネスの評価に用いられている¹⁰⁾。

肩後方タイトネスが肩関節や肘関節の投球障害発生に関与するとの報告は散見される^{4,5,11-14)}。肩後方タイトネスが投球動作に及ぼす影響として、能勢は、肩内旋位での肩外転制限と代償性の肩甲帯挙上を報告し^{15,16)}、Davisらは、肩内旋位での肩外転減少、すなわちコッキング期の肘下がり、投球時の肘外反トルクを増大させると述べている¹⁷⁾。しかし、実際に、肩後方タイトネスが肩内旋位での肩外転を減少させるか直接的に証明した報告はなく、また、肩外転制限の投球障害発生への関与についても明らかではない。今回我々は、高校野球選手を対象に、肩後方タイトネスと肩内旋位での肩外転角度(以下AIR角)との関連、及びAIR角と肩肘痛の関係について調査したので報告する。

対象および方法

調査時に肩関節や肘関節に明らかな外傷歴や手

*1 福島県立医科大学スポーツ医学講座

*2 福島県立医科大学整形外科

*3 スポーツアンドメディカルフィットネス リ・バース

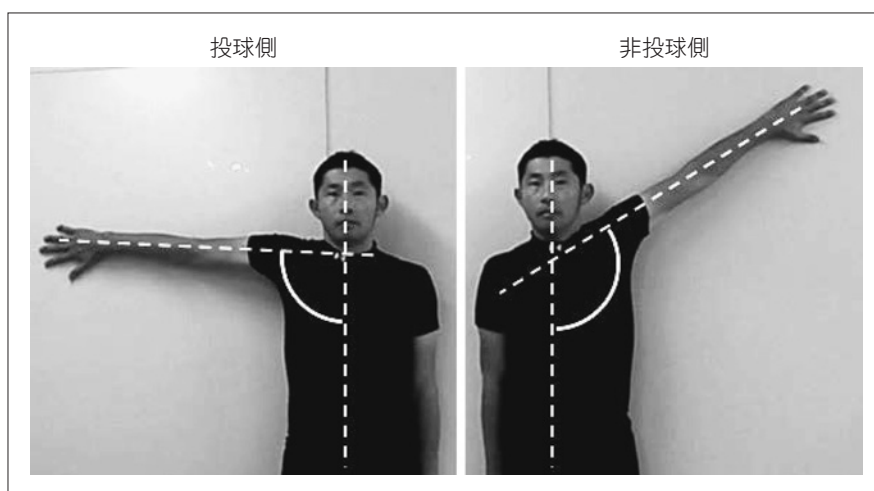


図1 AIR角の測定

壁に背中をつけ、前腕を回内、肩を内旋させ、母指が下を向いた状態で手掌を壁に密着させたまま、肩関節を外転させる。片側ずつ実施し、最大外転したときの体幹と上肢の角度（AIR角）を測定する。体幹の側屈や、外転に伴い手掌（特に母指球部）が壁から離れることがあるため気をつける。

術歴を有しない高校硬式野球部員 25 名を対象とした。全例男性で、年齢は 15 歳～17 歳、平均 15.6 歳、ポジションは投手 7 名捕手 4 名、内野手 10 名、外野手 4 名であった。調査はシーズンオフに行い、全例シーズン中に自覚した肩・肘関節痛の有無と、両肩関節の他動可動域を測定した。肩・肘関節の外傷歴や手術歴、シーズン中に自覚した肩・肘関節痛の有無は、問診にて直接聴取した。肩関節の可動域は、肩下垂位での内旋・外旋可動域（以下 IR1・ER1）、90°外転位での内旋・外旋可動域（以下 IR2・ER2）、90°屈曲位における内旋・外旋可動域（以下 IR3・ER3）を測定し、ER2 と IR2 の合計値を Total arc とした。肩下垂位での内旋可動域（IR1）は、笠原らの報告を参考に、第 7 頸椎棘突起から母指先端までの距離を測定した¹⁸⁾。肩甲上腕関節の可動性は、肩甲骨を徒手的に固定した状態での肩外転可動域（以下 CAT）、と水平内転可動域（以下 HFT）を測定した⁶⁾。また、壁に背中をつけ、前腕を回内、肩を内旋させ、母指が下を向いた状態を維持しながら肩関節を外転したときの角度を AIR（abduction in internal rotation）角とし、早期コッキング期の肩外転角度を反映する値と定義した（図 1）。いずれの可動域も角度計を用いて 3 回測定し、その平均値を求めた。可動域測定時に疼痛を訴える選手はいなかった。投球側と非投球側の両側を測定し、AIR 角と肩関節の各可動域との関連について pearson の相関

係数を求めて評価した。

肩肘痛と GIRD、及び AIR 角との関連については Fisher の正確検定を用いて評価した。GIRD は Burkhart らの定義に準じ、投球側 Total arc の減少、かつ内旋可動域の低下が 25 度以上である場合を陽性とした⁴⁾。AIR 角については、投球側が非投球側に対し 25 度以上低下している場合を制限ありと定義した。統計ソフトは JMP10 を用い、有意水準を 5% とした。なお、本研究は、福島県立医科大学倫理委員会の承認を得て行った。

結果

1、各測定項目の投球側と非投球側の比較

肩内旋可動域は、IR1 で投球側 18 ± 4 cm、非投球側 10 ± 4 cm、IR2 で投球側 $43 \pm 12^\circ$ 、非投球側 $60 \pm 16^\circ$ 、IR3 で投球側 $24 \pm 9^\circ$ 、非投球側 $39 \pm 11^\circ$ と、いずれも投球側で有意に低値であった。肩外旋可動域は、ER1 で投球側、非投球側とも $74 \pm 12^\circ$ と両側間で有意差は認められなかったが、ER2 では投球側 $114 \pm 12^\circ$ 、非投球側 $105 \pm 11^\circ$ 、ER3 では投球側 $96 \pm 7^\circ$ 、非投球側 $91 \pm 8^\circ$ と投球側で有意に高値であった。Total arc は投球側 $157 \pm 20^\circ$ 非投球側 $165 \pm 18^\circ$ 、CAT は投球側 $135 \pm 12^\circ$ 、非投球側 $149 \pm 7^\circ$ 、HFT は投球側 $104 \pm 11^\circ$ 、非投球側 $117 \pm 11^\circ$ と、いずれも投球側で有意に低値であった。AIR 角は投球側で $107 \pm 14^\circ$ 、非投球側で $128 \pm 12^\circ$ と、非投球側と比較し、投球側で有意に低値であった

表 1 各測定項目の投球側と非投球側の比較

	投球側	非投球側	P 値
AIR 角 (度)	107±14	128±12	<0.05
IR1 (cm)	18±4	10±4	<0.05
IR2 (度)	43±12	60±16	<0.05
IR3 (度)	24±9	39±11	<0.05
ER1 (度)	74±12	74±12	N.S
ER2 (度)	114±12	105±11	<0.05
ER3 (度)	96±7	91±8	<0.05
Total Arc (度)	157±20	165±18	<0.05
CAT (度)	135±12	149±7	<0.05
HFT (度)	14±11	27±11	<0.05

Paired-t 検定 (*P<0.05)

(表 1).

2, AIR 角と各測定項目との関連

AIR 角と IR1, IR2, IR3 には有意な相関が認められ, その相関係数はそれぞれ 0.67, 0.55, 0.59 と, いずれも中等度の相関であった(図 2). これに対し, AIR 角と ER1, ER2, ER3 には有意な相関は認められず, 相関係数もそれぞれ 0.26, 0.05, 0.10 であった(図 3). AIR 角と CAT, HFT にも有意な相関が認められ, その相関係数はそれぞれ 0.57, 0.48, 0.37 であった(図 4).

3, 肩肘痛と肩後方タイトネス, および AIR 角との関係

GIRD 陽性群は, 非陽性群と比較し, 肩肘痛を有

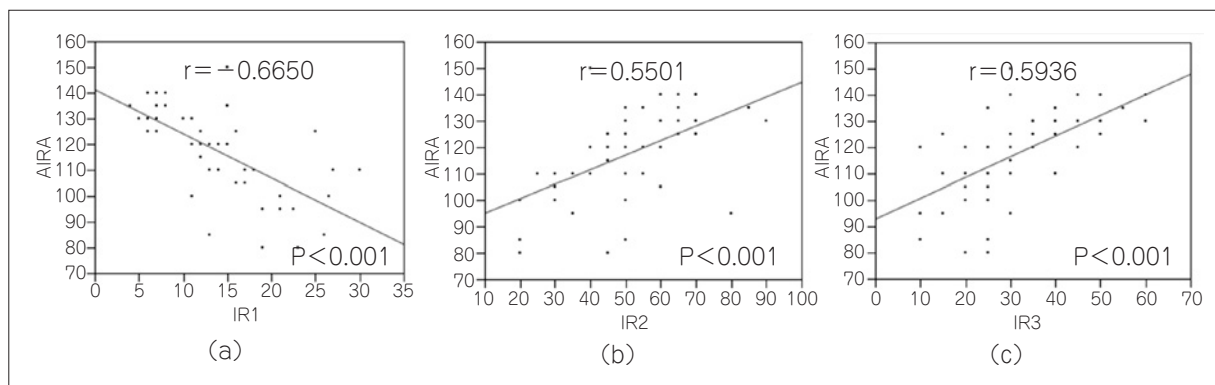


図 2 AIR 角と肩内旋可動域との関係

- (a) 上肢下垂位 (IR1)
- (b) 肩 90° 外転位 (IR2)
- (c) 肩 90° 屈曲位 (IR3)

AIR 角と IR1 には有意な負の相関を, AIR 角と IR2, IR3 には有意な正の相関が認められた.

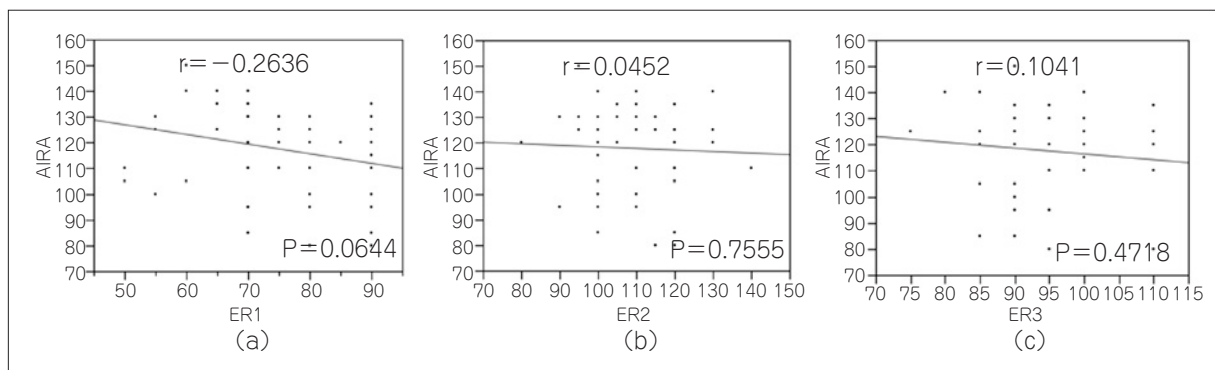


図 3 AIR 角と肩外旋可動域との関係

- (a) 上肢下垂位 (ER1)
- (b) 肩 90° 外転位 (ER2)
- (c) 肩 90° 屈曲位 (ER3)

AIR 角は ER1, ER2, ER3 のいずれとも有意な相関は認められなかった.

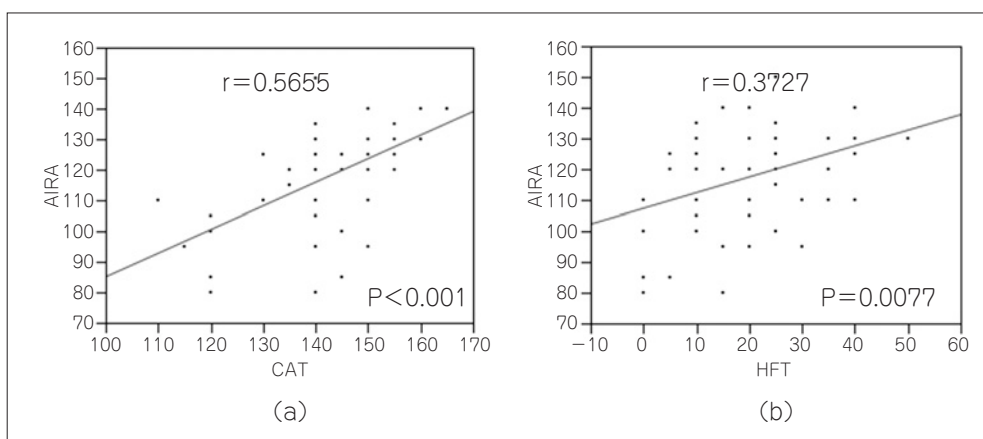


図4 AIR角とCAT, HFT との関係

- (a) 上肢下垂位 (ER1)
- (b) 肩 90° 外転位 (ER2)
- (c) 肩 90° 屈曲位 (ER3)

AIR角はCAT, HFT のいずれとも有意な正の相関が認められた。

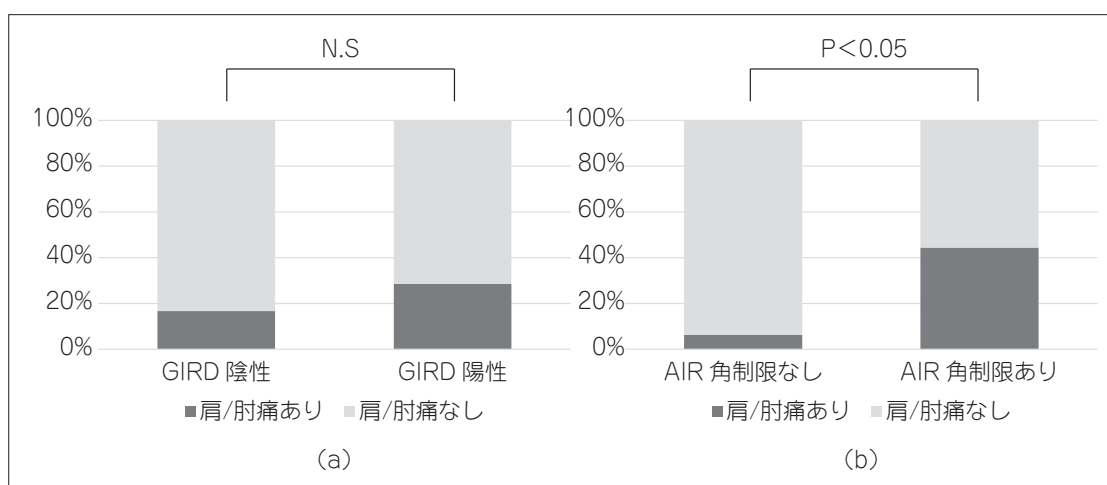


図5 GIRD, AIR角と肩肘痛との関係

- (a) GIRD と肩肘痛の関係
- (b) AIR角制限と肩肘痛の関係

GIRD 陽性群は肩肘痛を経験した選手が多かったが有意差はなかった。一方, AIR角制限群では有意に肩肘痛を経験した選手が多かった。

する選手の割合が多かったが有意差は認められなかった。一方, AIR角制限群は, 非制限群と比較し, 有意に肩肘痛を有する選手の割合が多かった ($P<0.05$) (図5)。

■ 考 察

本研究では, AIR角とIR1, IR2, IR3, 及びCAT, HFT との間に有意な相関が認められた。この結果から, 肩関節の内旋可動域制限, 肩甲上腕関節の外転, 及び水平内転可動域制限で評価され

るいわゆる肩後方タイトネスは, AIR角低下と関連している可能性が示唆された。また, 本研究では, 投球側のAIR角の低下は肩肘痛と有意な関連が認められ, GIRD 陽性群に関しても, 有意差は認められなかったものの肩肘痛を有する割合が高かった。Dinesらは肩後方タイトネスが肘内側側副靭帯損傷と関連すると報告し, 肩後方タイトネスが投球動作の運動連鎖に影響を及ぼし, 肘関節の外反ストレスを増加させると推察している¹¹⁾。また坂田や瀬戸口らは, 肘下がりの投球フォーム

は肘の外反ストレスを増加させ肘痛を誘発すると報告している^{19,20}。今回測定した肩内旋位での外転(AIR)動作は、肩後方タイトネスの指標として用いられる肩関節内旋制限と外転制限の複合動作であることから、肩後方タイトネスを総合的に評価できる可能性がある。また、AIR角は、その動作特性から、投球動作の中では早期コッキング期のテイクバック動作時にみられる動作を再現していると考えられる。すなわち、AIR角度の低下は同時期の肩外転制限と、それに引き続くトップポジションでの肘下がりを反映している可能性がある。

肘下がりの原因としては、身体機能障害だけではなく、選手の体の使い方など様々な要素が関与しているが、本報告で呈示したAIR角は、肩後方タイトネスに起因する肘下がりを反映する一つの指標と考えられる。測定は簡便であり、投球フォームとリンクしていることから、臨床や現場での評価法として使いやすい。また肩後方タイトネスの改善が直接肩の外転角度改善(肘の上げやすさ)に反映するため、選手の理解も得やすく、リハビリに対する意識向上にも繋がると考えられる。

本研究の限界としては、被験者が少ない点と可動域測定の信頼性評価を行っていない点が挙げられる。また、本研究では投球フォームの評価を行っていないため、AIR角が本当に早期コッキング期の肩外転角度を反映しているか不明である。今後はフォームの解析を含めた検討を行う必要がある。

結 語

1) 肩内旋位での肩外転角度(AIR角)と肩関節の内旋可動域、及び、肩甲上腕関節外転、水平内転可動域には有意な正の相関が認められた。

2) AIR角低下と肩肘痛に有意な関連が認められた。

3) 肩甲上腕関節の内旋制限、外転制限、水平内転制限(いわゆる肩後方タイトネス)は、AIR角の減少、すなわち早期コッキング期の肩外転制限を引き起こし、肩肘関節の障害を惹起する可能性が示唆された。

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) 岩堀裕介. 少年野球選手の肩関節内旋可動域の減少. 肩関節. 2003; 27: 415-419.
- 2) Osbahr, DC, Cannon, DL, Speer, KP. Retroversion of the humerus in the throwing shoulder of college baseball pitchers. Am J Sports Med. 2002; 30: 347-353.
- 3) Meister, K, Day, T, Horodyski, M, Kaminski, TW, Wasik, MP, Tillman, S. Rotational motion changes in the glenohumeral joint of the adolescent/Little League baseball player. Am J Sports Med. 2005; 33: 693-698.
- 4) Burkhart, SS, Morgan, CD, Kibler, WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. Arthroscopy. 2003; 19: 404-420.
- 5) Burkhart, SS, Morgan, CD, Kibler, WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. Arthroscopy. 2003; 19: 641-661.
- 6) Tyler, TF, Nicholas, SJ, Roy, T, Gleim, GW. Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. Am J Sports Med. 2000; 28: 668-673.
- 7) Warner, JJ, Micheli, LJ, Arslanian, LE, Kennedy, J, Kennedy, R. Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. Am J Sports Med. 1990; 18: 366-375.
- 8) Tyler, TF, Roy, T, Nicholas, SJ, Gleim, GW. Reliability and validity of a new method of measuring posterior shoulder tightness. J Orthop Sports Phys Ther. 1999; 29: 262-269.
- 9) 原 正文. 投球肩障害の診察法(メデイカルチェックを中心として). 骨・関節・靭帯. 2007; 20: 301-308.
- 10) 今井直樹, 竹田 敦, 伊丹康夫, 三幡輝久, 渡辺千聡, 井上 薫. 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. 整スポ会誌. 2014; 34: 274-278.
- 11) Dines, JS, Frank, JB, Akerman, M, Yocum, LA. Glenohumeral internal rotation deficits in baseball players with ulnar collateral ligament insufficiency. Am J Sports Med. 2009; 37: 566-570.

- 12) Mihata, T, McGarry, MH, Kinoshita, M, Lee, TQ. 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.* 2010; 38: 369-374.
- 13) Muraki, T, Yamamoto, N, Zhao, KD, Sperling, JW, Steinmann, SP, Cofield, RH, An, KN. Effect of posteroinferior capsule tightness on contact pressure and area beneath the coracoacromial arch during pitching motion. *Am J Sports Med.* 2010; 38: 600-607.
- 14) Myers, JB, Laudner, KG, Pasquale, MR, Bradley, JP, Lephart, SM. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med.* 2006; 34: 385-391.
- 15) 能勢康史. 続・投球障害の予防と対応—まとめ2 投球動作のみかたと対応—. *Sportsmedicine.* 2009; 21: 29-34.
- 16) 能勢康史. 競技復帰のためのコンディショニング. *臨スポ医.* 2011; 29: 301-306.
- 17) Davis, JT, Limpisvasti, O, Fluhme, D, Mohr, KJ, Yocum, LA, Elattrache, NS, Jobe, FW. The effect of pitching biomechanics on the upper extremity in youth and adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2009; 37: 1484-1491.
- 18) 笠原政志, 河原 貴, 奥脇 徹, 山本利春. 肩関節障害を有する選手に対する指椎間距離測定の有効性. *整スポ会誌.* 2012; 32: 38-42.
- 19) 坂田 淳, 鈴川仁人, 赤池 敦, 清水邦明, 青木治人. 内側型野球肘患者の疼痛出現相における投球フォームの違いと理学所見について. *整スポ会誌.* 2012; 32: 259-266.
- 20) 瀬戸口芳正. 機能からみた投球スポーツにおける肩・肘障害へのアプローチ—投球フォームと肩・肘障害. *臨スポ医.* 2013; 30: 831-839.

(受付：2018年2月16日, 受理：2018年6月28日)

Posterior shoulder tightness causes insufficient throwing arm abduction in the early cocking phase

Otoshi, K.^{*1}, Igari, T.^{*2}, Shike, T.^{*3}

^{*1} Department of Sports Medicine, Fukushima Medical University

^{*2} Department of Orthopaedic Surgery, Fukushima Medical University School of Medicine

^{*3} Sports and Medical Fitness, Re-Birth

Key words: posterior shoulder tightness, early cocking phase, limitation of shoulder abduction angle

[Abstract] It has been reported that posterior shoulder tightness (PST) is one of the risk factors of shoulder and elbow injuries in overhead throwing athletes because adequate shoulder elevation is limited during the wind-up and early cocking phase. The purpose of this study was to investigate the association between PST and shoulder elevation angle and the relation between PST and shoulder/elbow pain. Twenty-five high school baseball players who participated in annual medical check-ups were enrolled in this study. The shoulder range of motion was measured by goniometer in both arms. The shoulder abduction angle in the fully internally rotated position (AIR angle) was also measured. The association between AIR angle and each glenohumeral angle was also investigated. On the throwing side, there was significant decrease in internal rotation, abduction, and horizontal flexion compared with the non-throwing side. AIR angle was significantly correlated with the angle of glenohumeral internal rotation and abduction, and a decrease in the AIR angle was significantly associated with shoulder and elbow pain. According to this study, PST may be a cause of shoulder and elbow injuries because it limits shoulder elevation during the throwing motion, and AIR angle may serve as an easily measureable indicator of PST.