肘障害を有する野球選手における肩関節下垂位外旋角度の特徴
―上腕骨後捻角の増大に反して下垂位での外旋角度は低下している―

藤井　康成[1]　　栫　　博則[2]　　小倉　　雅[3]　　泉　　俊彦[2]
[1]鹿屋体育大学保健管理センター
[2]鹿児島大学整形外科　　[3]恒心会おぐら病院

The Characteristics of the Shoulder External Rotation at 0°of Abduction in Baseball Players with Elbow Injury

Yasunari Fujii [1]　Hironori Kakoi[2]　Tadashi Ogura[3]　Toshihiko Izumi[2]
[1]The Health Service Center, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
[2]Department of Orthopaedic Surgery, Kagoshima University, School of Medicine
[3]Koshinkai Ogura Hospital

目的：投球肘障害選手の下垂位での肩外旋角度の特徴を検証した．
方法：対象は肘障害を有する野球選手 25 例（肘障害群）と障害を有さない選手 14 例（健常群）であった．対照は，非投球スポーツ選手 20 例とした（対照群）．全例に対して下垂位での外旋角度を両肩で測定し，肘障害群と健常群では投球側と非投球側の下垂位外旋角度の差を，対照群では利き手側と非利き手側との角度差を算出し，3 群間で比較検討した．
結果：肘障害群，健常群，対照群の下垂位外旋角度差は，それぞれ－4.6±3.5 度，－2.9±6.7 度，－0.4±2.4 度で，いずれの群も投球側あるいは利き手側が小さかった．特に肘障害群では，対照群に比し有意に下垂位外旋角度差が小さかった（P=0.0001）．
結論：肘障害群で明らかに下垂位肩外旋角度が投球側で低下していたことより，定期的な両肩の下垂位肩外旋角度の測定は肘障害発生予防のために有用と考えられた．

【はじめに】

投球スポーツ選手の 90 度外転位での外旋角度は，投球動作を繰り返し行うため，成長期における後捻角の減少が起こらず非投球側に比べ増大している[1-3]．上腕骨の後捻角が投球側で増大しているのであれば，当然肩関節のポジションに関係なく，外旋角度が増大している可能性が高い．われわれは，投球肩障害と下垂位外旋角度との関係を検討し，上腕骨後捻角の増大に反して，肩に障害を有する選手において下垂位外旋角度が有意に低下していることを明らかにした[4]．今回，肘障害を有する野球選手に対して，同様に下垂位での肩外旋角度を測定し，投球側における上腕骨後捻角度の増大を背景とした，肘障害を有する野球選手の肩関節の下垂位外旋角度の特徴を検討したので報告する．

【対象および方法】

対象は肘障害を有する野球選手 25 例（以下肘障害群）と障害のない選手 14 例（以下健常群）である．両群とも全例男性で，平均年齢はそれぞれ 14.4±1.9 歳，17.3±1.6 歳，競技歴は 5.6±2.2 年，8.5±1.9 年であった．障害群の肘痛の内訳は，内側型が 14 例で，裂離などの骨端部の障害を有する症例が 13 例とほとんどを占め，内側側副靱帯の損傷は 1 例であった．外側型が 9 例で，2 例は後方のインピンジメントと肘頭の疲労骨折例がそれぞれ 1 例ずつであった．

非投球スポーツ選手 26 例，男性 24 例，女性 2 例，平均年齢 18.4±2.3 歳，競技歴 8.8±3.3 年を対照群とした．非投球スポーツの内訳は，サッカー 19 例，陸上短中距離選手 5 例，自転車，ラグビーが各 1 例ずつで，スポーツ歴に投球スポーツの既往はなかった．

全例に対して両肩の下垂位および 90 度外転位での外旋角度を計測した．下垂位外旋角度の測定については，体幹の回旋や肩関節伸展による代償を抑えるため，検者が測定時に体幹や上腕骨を可及的に固定し，下垂位での上腕骨軸上での外旋角度を測定した（図 1）．

統計学的検討として，1）各群それぞれで，投球側と非投球側および利き手側と非利き手側の下垂位および 90 度外転位における外旋角度を paired t 検定で，2）肘障害群および健常群においては投球側と非投球側間，対照群では利き手側と非利き手側間の下垂位および 90 度外転位での外旋角度の差を，3 群間で unpaired t 検定を用いて比較検討した．有意水準は 5% とした．

Key words : throwing injury of the elbow（投球障害肘），shoulder external rotation at 0°abduction（肩下垂位外旋角），humeral retroversion（上腕骨後捻角）
Address for reprints : Yasunari Fujii, The Health Service Center, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, 1 Shiramizu-cho, Kanaoya, Kagoshima 891-2393 Japan

表 1　下垂位および 90 度外転位での外旋角度
＊対照群では利き手側と非利き手側

	下垂位外旋			90 度外転位外旋		
	投球側		非投球側	投球側		非投球側
肘障害群	33.8±10.1	*	38.4±12.0	95.4±5.4	**	90.4±4.8
健常群	35.7±13.1		38.6±15.2	100.4±7.5	*	93.6±6.9
対照群	32.3±13.0		32.7±13.8	90.8±7.3	**	87.5±6.9

投球群，障害群および健常群：投球側 ― 非投球側　*：$P<0.0001$
対照群：利き手側 ― 非利き手側　**：$P<0.005$

表 2　各群の下垂位および 90 度外転位における投球側と非投球側の外旋角度差

	下垂位外旋		90 度外転位外旋	
肘障害群	-4.6±3.5		5.4±5.0	
健常群	-2.9±6.7	*	6.8±4.2	
対照群	-0.4±2.4		3.3±3.3	**

投球群，障害群および健常群：投球側 ― 非投球側　*：$P<0.0001$
対照群：利き手側 ― 非利き手側　**：$P<0.05$

【結　　果】

肘障害群および健常群における下垂位外旋角度は，投球側はそれぞれ 33.8±10.1 度，35.7 度±13.1 度で，非投球側 38.4±12.0 度，38.6±15.2 度と両群とも投球側の外旋角度が小さく，肘障害群で有意差を認めた（$P<0.0001$：表 1）．一方，対照群では，利き手側 32.3±13.0 度，非利き手側 32.7±13.8 度と差を認めなかった．

90 度外転位での外旋角度は，肘障害群および健常群でそれぞれ投球側 95.4±5.4 度，100.4±7.5 度，非投球側で 90.4±4.8 度，93.6±6.9 度と両群とも有意に投球側の外旋角度が大きかった（前者 $P<0.005$，後者 $P<0.0001$：表 1）．また，対照群においても利き手側が 90.8±7.3 度，非利き手側が 87.5±6.9 度で，有意に利き手側の外旋角度が大きかった（$P<0.05$：表 1）．

3 群における下垂位外旋角度の差は，それぞれ肘障害群－4.6±3.5 度，健常群－2.9±6.7 度，対照群－0.4±2.4 度で，肘障害群と対照群間で有意差を認めた（$P=0.0001$：表 2）．

90 度外転位における外転角度の差は，肘障害群 5.4±5.0 度，健常群 6.8±4.2 度，対照群 3.3±3.3 度で，健常群と対照群間でのみ有意差を認めた（$P<0.05$：表 2）．

【考　　察】

野球選手における肩関節の下垂位での外旋角度については，Osbahr らは投球側で大きかったと報告し[5]，Hurd らは特に左右差を認めなかったと報告している[6]．彼らは，下垂位での外旋角度の測定方法について詳細を触れていない．下垂位外旋角度の測定においては，外旋角度を大きくするため体幹や胸郭が回旋あるいは伸展したり，肩関節が伸展するなど代償運動が生じやすい．われわれは今回，代償運動を可及的に抑制するため，上腕骨軸で外旋運動を行えるように検者が後側方から上腕骨軸を安定させながら測定を行った．90 度外転位での外旋は仰臥位で測定することで体幹や胸郭の伸展や肩関節の伸展を抑制できる．下垂位での外旋角度の測定においても，検者が体幹や上腕を安定させたり，下垂位で肘掛けなどに肘をついて closed kinetic position にて計測するなど測定時の正確性を向上させる必要があると考えた（図 1）．

近年，投球スポーツ選手は，投球動作時の外旋運動の繰り返しにより，成長期での生理的な後捻角度の減少が起こらず，そのため外旋角度が大きくなると報告されている[2]．また小林らはスポーツの種目に関係なく，利き手側と非利き手側間においても，利き手側優位の生活習慣を背景に，利き手側が非利き手側より様々な負荷に暴露される頻度が多いため，

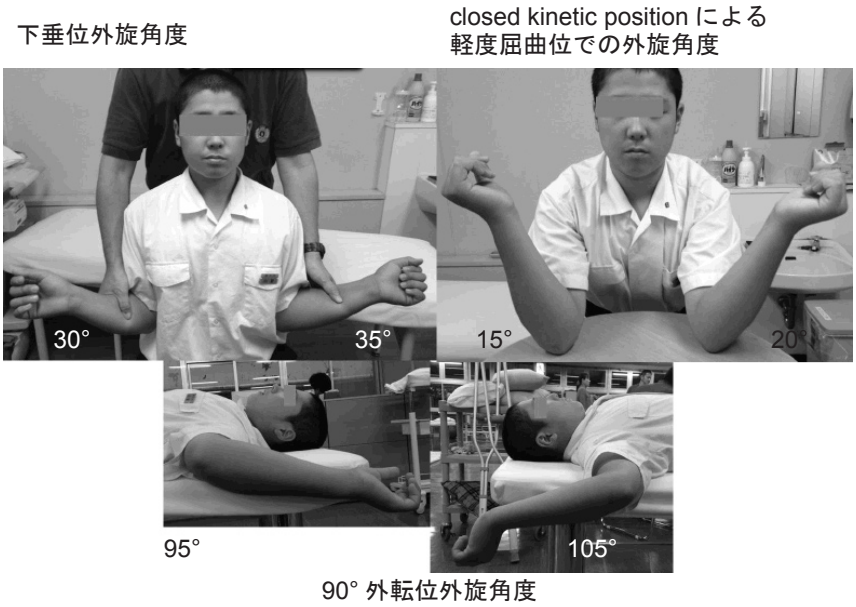

図 1　症例：15 歳男性，野球選手，右投げ，右内側型野球肘
下垂位外旋角度の測定時に，
1）検者が後側方より被検者の胸郭や体幹の回旋および伸展と肩関節の伸展を可及的に抑えて測定する
2）下垂位あるいは軽度肩屈曲位の状態で，椅子の肘掛けやテーブルに肘を置き，closed kinetic position をとることで上腕骨軸を固定することが可能で，選手が外旋角度を自己評価できる
＊ 90 度外転位での投球側の外旋角度の増大に対して，下垂位あるいは軽度屈曲位での外旋角度の低下をセルフチェックすることで, 投球側のコンディションに対する意識と自主トレーニングなどのコンディショニングに対するモチベーションの向上につながる．（セルフチェックによる肘障害予防への意識付け）
上段：左；下垂位外旋角度　投球側：30 度　非投球側：35 度
右；closed kinetic position における軽度屈曲位での外旋角度　投球側：15 度　非投球側：20 度
下段：90 度外転位外旋角度　投球側：105 度　非投球側：95 度

利き手側で後捻角が大きい可能性を指摘している[7]．われわれは，後稔角が投球側および利き手側で大きいのであれば，下垂位においても 90 度外転位と同じく外旋角度が投球側および利き手側で大きいと予想し，本調査を行った．結果は予想に反し，90 度外転位では投球側および利き手側の外旋角度が大きかったものの，下垂位においては非投球側および非利き手側の外旋角度が大きかった．特に肘障害群では, 対照群に比べ外旋角度差が有意に大きかった．諸家の報告によると，後捻角の差は 10 度程度であり[8,9]，それを基に計算すると下垂位外旋角は健常群で 10 度程度，肘障害群においては 15 度近い外旋角度の低下を認めたことになる．

本研究における投球側の下垂位での肩外旋角度の低下は，特に肘障害群で有意に大きかったことより，投球による肘障害の発生と並行して下垂位での肩外旋運動に機能的な問題が生じている可能性が予想される．しかし，投球側の下垂位肩外旋角度の低下が，直接的に投球による肘障害の発生に関与した可能性は考えにくい．われわれは投球肩障害発生の背景に存在する，投球側の下垂位肩外旋角度の低下を明らかにした[4]．少なくとも，投球側における下垂位外旋角度の低下は，投球側の肩関節および肩甲骨機能が低下している可能性を示唆している. 近年，投球肘障害と肩関節後方のタイトネスや肩甲骨アライメント異常との関連性に関する報告が散見され[10,11]，投球肘障害の背景に投球側の肩関節や肩甲骨の機能異常が存在していると考えられる．肩の障害が下垂位での外旋運動を制限した原因を，あくまで推測であるが考察した．投球動作における internal impingement の原因の一つとして，肩関節 90 度外転位での最大外旋運動時に生じる肩関節の micro instability による骨頭の前方への移動が挙げられる[12]．この骨頭の前方移動は，腱板疎部にストレスを与え，同部の伸長や損傷の原因となる．腱板疎部に損傷や炎症が生じると，烏口上腕靱帯を介して棘上筋や肩甲下筋の筋緊張を変化させ，その滑走を制限し外旋制限を引き起こす可能性が考えられる. また，棘上筋腱の緊張亢進は肩関節の内転運動を制限し，その状態で肩下垂位をとらせると，肩上方の腱板疎部を中心とした関節包がより緊張することになる[13]．そのため，肩関節内転位である下垂位や軽度屈曲位では投球側の外旋角度の低下を認めたものの，90 度外転位では腱板疎部の緊張が低下するため外旋角度は維持されていたと考える．

投球側の下垂位肩外旋角度の低下を，投球に伴う肩関節機能低下の一つの現象として捉えれば，投球側での明らかな外旋角度の低下やその低下による非

投球側との外旋角度差の増大の有無を定期的に評価することは，投球肘障害予防のためのコンディション評価として有用と考える．また，本測定は非常に簡便で，選手のセルフチェックとして容易な点もその利便性や有用性を高くしていると考える．

今後の課題として，前向き研究にて定期的に下垂位外旋角度差を評価していくことで，投球に伴う肘痛の発症と投球側の下垂位外旋角度低下との関係をさらに詳細に明らかにしたい．

【結　　語】

野球選手における下垂位での肩外旋角度は，投球側の上腕骨後捻角の増大にもかかわらず投球側で低下しており，特に肘の障害を有する場合，投球側の外旋角度の低下が大きくなる傾向が認められた．定期的な投球側の下垂位外旋角度の評価は，投球肘障害予防のためのコンディション評価に有用と考える．

【文　　献】

1）Miar SD, Uhl TL, Robbe RG, et al : Physeal changes and range-of-motion differences in the dominant shoulders of skeletally immature baseball players. J Shoulder Elbow Surg, 2004 ; 13 : 487-91.
2）Wilk KE, Macrina LC, Amigo C : Passive range of motion characteristics in the overhead baseball pitcher and their implications for rehabilitation. Clin Orthop Relat Res, 2012 ; 470 : 1586-94.
3）Yamamoto N, Itoi E, Minagawa H, et al : Why is the humeral retroversion of throwing athletes greater in dominant shoulders than in nondominant shoulders?. J Shoulder Elbow Surg, 2006 ; 15 : 571-5.
4）藤井康成，泉　俊彦，栫　博則ほか：投球スポーツ選手における下垂位外旋角度の特徴－上腕骨後捻角度の増大に反して外旋角度は減少している－．肩関節．40，2016：in press.
5）Osbahr DC, Cannon DL, Speer KP, et al: Retroversion of the humerus in the throwing shoulder of college baseball pitchers . Am J Sports Med, 2002; 30: 347-53.
6）Hurd WJ, Kaplan KM, ElAttrache NS, et al : A Profile of Glenohumeral Internal and External Rotation Motion in the Uninjured High School Baseball Pitcher, Part I: Motion. J Athl Train, 2011 ; 46 : 282-8.
7）小林修三，小川清久，池上博泰ほか：健常者の上腕骨後稔角：性・利き腕・スポーツ歴との関係．肩関節，2008；32：249-52.
8）Crochektt HC, Gross LB, Wilk KE, et al : Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 2002 ; 30 : 20-6.
9）Reagan KM, Meister K, Horodyski MB, et al : Humeral retroversion and its relationship to glenohumeral rotation in the shoulder of college baseball players. Am J Sports Med, 2002 ; 30 : 354-60.
10）吉田雅人，大藪直子，土屋篤志ほか：原テストによる少年野球選手のメディカルチェック：肘の疼痛及び障害との関連に付いて．肩関節．2010；34：907-10.
11）田鹿　毅，小林　勉，山本敦史ほか：高校野球投手における肘関節症状と肩甲骨アライメント異常との関連について．日肘会誌．2013；20：S86.
12）Jobe CM, Coen MJ, Screnar P: Evaluation of impingement syndromes in the overhead-throwing athlete. J Athl Train, 2000 ; 35 : 293-9.
13）Dempster WT : Mechanisms of shoulder movement. Arch Phys Med Rehabil, 1965 ; 46A : 49-70.