

肘関節後方障害選手のリハビリテーション前後における投球動作解析

松井 知之¹ 瀬尾 和弥² 東 善一¹
平本真知子² 盛房 周平¹ 森原 徹³

¹ 丸太町リハビリテーションクリニック ² 京都府立医科大学附属病院リハビリテーション部
³ 京都府立医科大学スポーツ傷害予防医学講座

A Biomechanical Comparison of Pitching in High School Baseball Pitchers with Postmedial Elbow Impingement Before Versus After Rehabilitations

Tomoyuki Matsui¹ Kazuya Seo² Yoshikazu Azuma¹
Machiko Hiramoto² Shuhei Morifusa¹ Toru Morihara³

¹ Marutamachi Rehabilitation Clinic ² Rehabilitation Unit, Kyoto Prefectural University of Medicine
³ Department of Prevention of Sports Injury, Kyoto Prefectural University of Medical Science

はじめに：肘関節後方障害を有する高校生投手に対し、リハビリテーションを行い、その前後での投球動作の変化を検討した。

対象・方法：肘関節後方障害と診断された高校生投手 10 例に対し、リハビリテーション前後での投球動作を三次元動作解析装置で測定した。評価として、球速および下肢・体幹の関節角度変化を対応のある t 検定を用いて比較した。

結果：球速は有意差を認めなかった。リハビリテーション後の下肢・体幹の関節角度では、アーリーコッキング期に軸足股関節外転角度が有意に増大し、肩関節最大外旋位 (MER) では軸足股関節外転角度、非投球側への体幹側屈角度が有意に減少した。

考察：アーリーコッキング期では、下肢筋群が最大収縮を行う時期であり、特に股関節運動は、内転モーメントを産出する重要な動きである。リハビリテーション前では、股関節外転不足によって、MER において体幹の代償動作を生じていると考えた。

【はじめに】

成人期野球選手における肘関節後方障害の罹患率に関する報告は少なく、京都府高校生野球選手では、1079 例中 92 名 (8.5%) に肘関節過伸展テスト陽性、肘頭の圧痛、投球時痛を認めた¹⁾。投球による肘関節後方障害の発生機序として、レイトコッキング期から加速期での valgus extension over load やフォロースルー期での mechanical door stop action とされている^{2,3)}。

肘関節後方障害選手の下肢・体幹を中心とした投球動作解析を行ったわれわれの研究⁴⁾では、健常群と比較し、ワインドアップ期から MER に重心の後・側方傾斜を認めた。またボールリリースからフォロースルーにかけて、重心の前方移動不足を呈していた。姿勢異常や不良な投球フォームを改善することで、競技復帰可能となることが多いが、リハビリテーション前後での投球動作の変化を検討した報告は少ない。

今回われわれは、肘関節後方障害選手に対しリハビリテーションを施行し、その前後における投球動作を運動学的な観点から検討したので報告する。

【対象と方法】

対象は、投球時に疼痛を訴え、画像所見で肘関節後方障害と診断された高校生投手 10 例 (16.4±0.7 歳) であった。身体所見として、身長 174.2±5.4 cm、体重 63.7±7.7 kg であった。自覚症状として、全力投球は可能であるが、全例投球時痛を訴えていた。理学所見では、肘関節過伸展テストが 9 例、肘頭圧痛が 10 例であった。画像所見では肘頭骨棘が 9 例、肘頭疲労骨折が 1 例であった。

対象には、十分なウォーミングアップを行わせ、前方約 10m に設置したネットに向かって全力投球を行わせた。過去の報告^{4,6)}を参考に、被検者の体表に 39 個の赤外線反射マーカーを Davis ら⁷⁾ や Kadaba ら⁸⁾ が報告した解析ソフト Vicon Plug in Gait に従って貼布し、10 台の赤外線カメラで構成される三次元動作解析装置 (Vicon motion systems 社製：VICON MX) を用いて、投球動作を周波数 250 Hz で計測した。解析区間はワインドアップ期からフォロースルー期までとし (図 1)、投球動作を 5 回行わせ、球速が最速であった試技を採用した。測定の流れとして、初期評価時に動作解析を行い、その後リハビリテーションを行った。当院でのリハビリテーションは、セルフトレーニングを基本とし、

Key words : posterior elbow joint disorders (肘関節後方障害), rehabilitation (リハビリテーション), pitching analysis (投球動作解析)

Address for reprints : Tomoyuki Matsui, Marutamachi Rehabilitation Clinic, 12 Kurumazaka-cho Nishinokyo, Nakagyo-ku Kyoto 604-8405 Japan

股関節・体幹のストレッチおよび筋力トレーニング、手関節、肘関節への筋力トレーニングを1日60分程度、週1回施行した。リハビリテーションは平均6.7±1.2回であり、それ以外の日は自主トレーニングを毎日行うよう指導した。保存療法によって疼痛が消失し、試合に完全復帰した段階(95.4±2.8日)で、再度投球動作解析を行った。統計はリハビリテーション前後における球速と下肢・体幹角度を対応のあるt検定を用いて比較し、有意水準を5%とした。

【結 果】

1. 肘関節の疼痛

初期評価時に認めていた理学所見(肘関節過伸展

ストレス)、肘頭の圧痛および自覚症状(投球時痛)は、リハビリテーション後全例消失した。

2. 球速

リハビリテーション前では平均114.7 km/h (106.6 ~ 123.9)、リハビリテーション後112.1 km/h (102.6 ~ 124.2)であり、両者に有意差を認めなかった。

3. 下肢・体幹関節角度(表1, 図2, 表2)

アーリーコッキング期(フットコンタクト直前)における軸足の股関節外転角度はリハビリテーション後有意に増大していた(P<0.05)。MERにおいては、体幹の非投球側への側屈と軸足の股関節外転角度が有意に減少していた(P<0.05)。その他の角度変化において有意差を認めなかった。

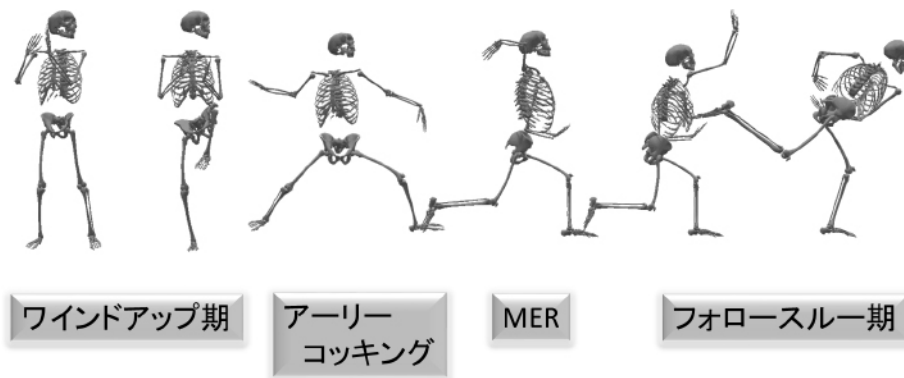





図1 投球解析フェーズ

表1 下肢関節角度比較

単位 °

		リハビリテーション前	リハビリテーション後	P 値
		軸足 /step 足	軸足 /step 足	軸足 /step 足
 ワインドアップ期 股関節屈曲 外 転 膝関節屈曲 足関節底屈		2.91 / 92.4	5.99 / 94.7	0.41 / 0.46
		18.86 / 5.5	18.1 / 10.82	0.56 / 0.40
		18.8 / 133.75	18.17 / 134.28	0.82 / 0.89
		-6.38 / 5.39	-5.62 / 5.37	0.59 / 0.99
 フットコンタクト 股関節屈曲 外 転 膝関節屈曲 足関節底屈		8.84 / 67.08	4.99 / 69.45	0.41 / 0.75
		37.24 / 47.43	36.19 / 49.86	0.70 / 0.27
		45.14 / 62.28	43.35 / 66.23	0.65 / 0.14
		3.32 / 9.05	8.78 / 8.85	0.46 / 0.94
 MER 股関節屈曲 外 転 膝関節屈曲 足関節底屈		-3.78 / 102.15	-1.48 / 104.85	0.51 / 0.58
		7.29 / 0.24	1.12 / 1.98	0.03 / 0.6
		41.84 / 66.56	41.66 / 67.38	0.95 / 0.81
		31.09 / 2.71	34 / 3.4	0.20 / 0.78
 フォロースルー期 股関節屈曲 外 転 膝関節屈曲 足関節底屈		4.71 / 86.88	5.28 / 88.31	0.91 / 0.78
		13.23 / -9.69	7.32 / -9.31	0.06 / 0.82
		73.19 / 37.18	69.78 / 34.85	0.46 / 0.45
		27.52 / 1.15	29.10 / 2.19	0.49 / 0.49
角度定義		股関節屈曲+ 伸展-	外転+ 内転-	
		膝関節屈曲+ 伸展-	足関節底屈+ 背屈-	

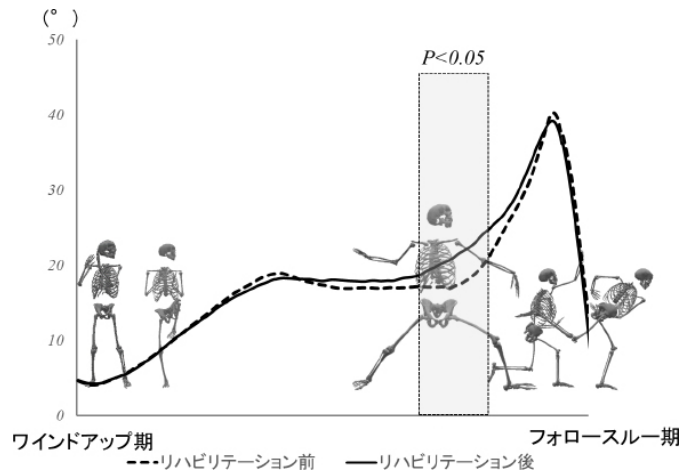


図2 フットコンタクト直前の股関節外転角度

表2 体幹角度比較		単位 °		
		リハビリテーション前	リハビリテーション後	P 値
ワインドアップ期				
体幹屈曲		15.06	14.02	0.81
側屈		12.57	13.57	0.57
回旋		8.07	8.02	0.98
フットコンタクト				
体幹屈曲		-0.96	-1.49	0.92
側屈		-5.20	-5.46	0.90
回旋		-31.51	-30.38	0.44
MER				
体幹屈曲		-8.11	-10.91	0.35
側屈		27.06	24.27	0.04
回旋		0.79	-0.07	0.75
フォロースルー期				
体幹屈曲		16.20	13.79	0.47
側屈		3.25	5.85	0.35
回旋		33.46	35.00	0.48

角度定義

屈曲+ 伸展-
 投球側側屈+ 非投球側側屈-
 投球側回旋+ 非投球側回旋-

【考 察】

投球動作と投球障害の関連性について、これまでさまざまな報告がある。投球動作のアーリーコッキング期において、軸足に生じる内転モーメントは、体重の約2.6倍に達し、姿勢制御に重要な機能を担っていることが報告されている⁵⁾。特にフットコンタクト直前では、姿勢の崩れや回旋のタイミング不良を生じると肘関節への外反トルク⁹⁾や肩関節の内旋トルクが増大する¹⁰⁾とされ、投球障害をきたす要因のひとつと考えられている。今回の結果では、リハビリテーション前のアーリーコッキング初期における軸足の股関節外転角度は低値を示し、軸足の股関節外転不足によって、股関節内転モーメントが発揮できていない、つまりエネルギーロスになって

いたと考えた。

投球動作時の肩・肘関節への力学的負荷に関する報告では、MER直前に肩関節外転・内転・内旋、肘関節内反トルクが最大になり¹¹⁾、体幹側屈を生じると肘関節内反トルクが増大することが報告されている^{12,13)}。本症例では、リハビリテーション前のアーリーコッキング期に十分な下肢関節モーメントが発揮できず、MERに体幹を側屈させることで、エネルギーを産生する代償動作を行っていた。本症例ではMERに肘関節の内反トルクを増大させる動作を行い、肘関節後方障害をきたしたと考えた。

リハビリテーションとして、下肢・体幹のストレッチングや筋力トレーニングを目的としたセルフコンディショニングを中心に行った。特に股関節の内外

旋, 体幹, 頸部の回旋運動を意識した指導を行った。その結果, 投球フォームが改善され, 肘関節の疼痛消失に寄与した可能性があると考えた。投球動作中における下肢・体幹機能は, エネルギーの発生・蓄積と, そのエネルギーをロスなく円滑に上肢へと伝達することである。本結果のように, アーリーコッキング期の股関節外転不足など, 下肢の姿勢異常がエネルギーロスを引き起こし, それを補うため上肢依存の投球動作となり, 肘関節へのストレスが増大した可能性がある。そのため, 肘関節障害のリハビリテーションを行うにあたり, 下肢・体幹を含めた全身のコンディショニングが重要と考える。今後, より効果的なトレーニング方法の検討や, 投球動作中の下肢関節モーメント, 肩・肘関節への力学的負荷, フォーム改善による再発予防効果についても検討していく必要がある。

【結 語】

1. 肘関節後方障害症例のリハビリテーション前後における投球動作を解析した。
2. リハビリテーション後においてアーリーコッキング期付近での軸足股関節外転角度が有意に増大していた。MER期では, 体幹側屈角度および軸足股関節外転角度が有意に減少していた。
3. リハビリテーション前では, アーリーコッキング期の不良姿勢が, 肘関節へのストレスを増大させている可能性があると考えた。

【文 献】

- 1) 木田圭重, 森原 徹, 古川龍平ほか: 高校野球選手における肘後側部痛 メディカルチェックの結果から. 日臨整誌. 2014 ; 21 : 19.
- 2) Wilson FD, Andrews JR, Blackburn TA, et al: Valgus extension overload in the pitching elbow. Am J Sports Med. 1983 ; 11 : 83-8.
- 3) 伊藤恵康, 宇沢充圭, 松賢次郎ほか: スポーツ障害 成長期におけるオーバーユース (野球肘) 肘頭骨端離開・肘頭疲労骨折について. 日臨整誌. 2002 ; 27 : 38-42.
- 4) 瀬尾和弥, 森原 徹, 松井知之ほか: 肘関節後方障害投手における投球動作解析. 日臨スポーツ医学会誌. 2013 ; 21 : 146.
- 5) 瀬尾和弥, 森原 徹, 松井知之ほか: 高校生野球投手における投球側下肢に着目した投球動作解析. 日臨スポーツ医学会誌. 2013 ; 21 : 618-22.
- 6) 宮崎茂明, 石田康行, 鳥取部光司ほか: 投球動作における身体運動と肩甲帯周囲の筋活動特性 — 正常肩および投球障害肩での検討 —. 日臨バイオメカ会誌. 2011 ; 32 : 167-72.
- 7) Kabada MP, Ramakrishnan HK, Wootten E, et al : Measurement of lower extremity kinematics during level waking. J Orthop Res. 1990 ; 8 : 383-92.
- 8) Davis RB, Onupuu S, Dennis T, et al : A gait analysis data collection and reduction technique. Hum Mov Sci. 1991 ; 10 : 575-87.
- 9) Aguinaldo AL, Chambers H : Correlation of throwing mechanics with elbow valgus load in adult baseball pitchers. Am J Sports Med. 2009 ; 37 : 2043-8.
- 10) Aguinaldo AL, Buttermore J, Chambers H : Effects of upper trunk rotation on shoulder joint torque among baseball pitchers of various levels. J Appl Biomech. 2007 ; 23 : 42-51.
- 11) Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, et al : Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. Am J Sports Med. 1995 ; 23 : 233-9.
- 12) Sakiko O, Bing Y, Troy B, et al : Effect of Excessive Contralateral Trunk Tilt on Pitching Biomechanics and Performance in High School Baseball Pitchers. Am J Sports Med. 2013 ; 41 : 2430-8.
- 13) Matsuo T, Fleisig GS : Influence of shoulder abduction and lateral trunk tilt on peak elbow varus torque for college baseball pitchers during simulated pitching. J Appl Biomech. 2006 ; 22 : 93-102.