

球種と肩肘の投球障害との関係

原 著

Relationship between pitch type and shoulder/elbow injuries

平本真知子*¹, 森原 徹*², 松井知之*¹, 東 善一*¹
瀬尾和弥*³, 宮崎哲哉*³, 渡邊裕也*⁴, 山田陽介*⁵
来田宣幸*⁶, 盛房周平*¹

キー・ワード : baseball, pitch type, injuries
野球, 球種, 投球障害

〔要旨〕 本研究では、球種数の調査と球種と投球障害の関係を明らかにすることを目的とした。中学校、高等学校、女子プロ野球の投手に対して、ストレステストと球種に関するアンケート調査を実施し、クラメールの連関係数を用いて検討した。中学生、高校生、女子プロ選手の順で球種数は増加していた。高校生、女子プロ選手では、シュートを投げる選手においてストレステストの陽性率が高かった。投球障害の一因として球種を考慮する必要がある。

はじめに

野球は日本で人気のあるスポーツのひとつである。日本では、ストレートを投げられるようになると次はカーブ、あるいはスライダーを教える。アメリカでは、ストレートの次はチェンジアップである¹⁾。このように国によって方針が異なっている。

ボーイズリーグの小学生部では肩肘障害予防のために、変化球が禁止されている。変化球の投球を許可される中学生以降の投手がどのような球種を投げているのかは調査されていない。また、球種と投球動作中のストレスとの関係性についてカーブはストレートより負担が少ないか負担がほぼ等しい²⁾、チェンジアップはカーブやストレートより肩肘トルクが低い³⁾と報告されているが、障害との関係についてはいまだ不明な点が多い。特に

女子選手についての報告は見当たらない。そこで、本研究では、第1にどのような球種を投げているかを調査すること、第2に球種と投球障害の関係を明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 対象

投手151名(男子中学生35名, 男子高校生97名, 女子プロ選手19名)を対象とした検討をおこなった。対象の基本情報を表1に示す。

なお、本研究は京都府立医科大学医学倫理委員会の承認を得た後に、参加者に対し、メディカルチェックの意義、重要性の説明をおこない、全員から同意を得て実施した。

2. 調査内容

(1) 所見陽性群の判定

野球における投球障害として、肩関節内インピンジメント症候群(腱板関節包面断裂, 肩関節唇損傷による投球時肩後方痛), 肘関節内側障害(上腕骨内上顆炎, 上腕骨内上顆剥離骨折, 尺側側副靭帯損傷による肘関節内側痛), 肘関節後方障害(肘頭の疲労骨折, 肘頭骨棘による肘関節伸展痛)が挙げられる^{4,5)}。肩関節所見陽性群の判定として、肩関節内インピンジメント症候群のストレステス

*1 丸太町リハビリテーションクリニック

*2 京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学(整形外科学教室)

*3 京都府立医科大学附属病院リハビリテーション部

*4 同志社大学スポーツ健康科学部

*5 国立健康・栄養研究所基礎栄養研究部エネルギー代謝研究室

*6 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

表 1 基本情報

	中学生			高校生			女子プロ		
	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	95%CI	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	95%CI	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	95%CI
年齢	35	13.4±0.6	[13.2, 13.6]	97	16.2±0.7	[16.1, 16.4]	19	23.7±3.4	[22.1, 25.3]
月齢	35	166.4±6.4	[164.2, 168.6]	97	200.7±6.7	[199.3, 202.0]	19	289.6±40.7	[270.0, 309.2]
野球経験年数	35	4.7±1.9	[4.0, 5.4]	95	7.4±1.7	[7.0, 7.7]	19	15.9±3.5	[14.2, 17.6]
野球開始年齢	35	8.7±1.9	[8.1, 9.4]	95	8.8±1.7	[8.5, 9.2]	19	7.8±2.0	[6.8, 8.7]
身長	35	163.6±8.2	[160.8, 166.4]	97	174.3±6.0	[173.1, 175.5]	18	165.2±4.6	[162.9, 167.5]
体重	34	50.7±7.1	[48.2, 53.1]	97	66.1±7.5	[64.5, 67.6]	17	61.6±6.1	[58.5, 64.7]

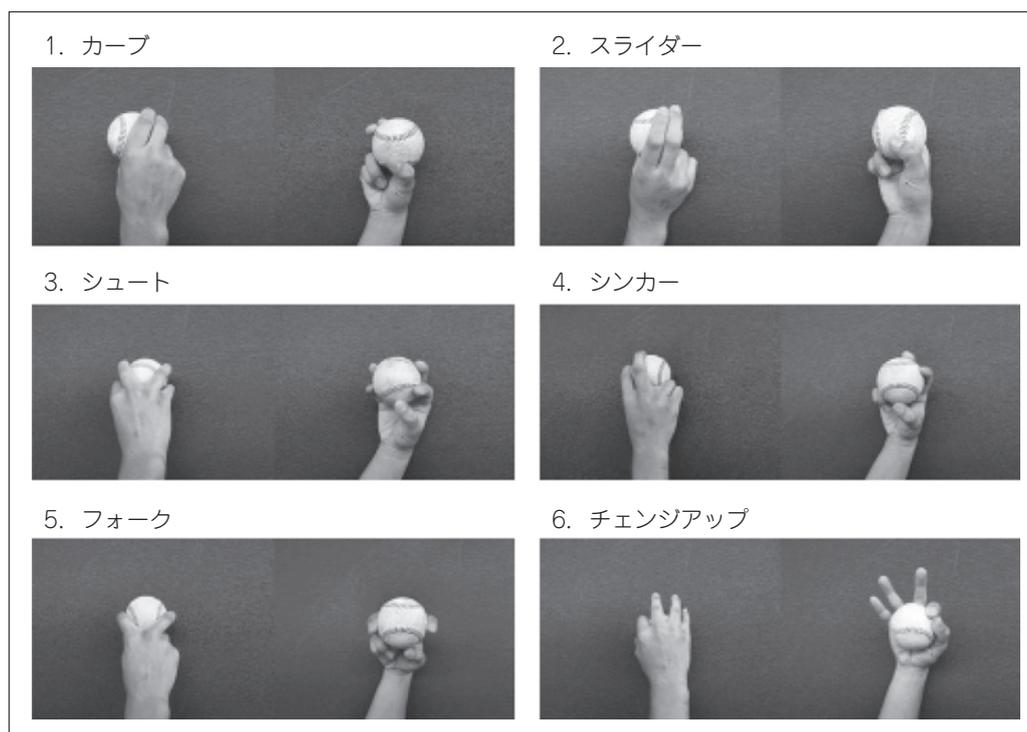


図 1 握り方

トである肩過外旋テスト (HERT)⁶⁻⁸⁾を実施した。肘関節所見陽性群の判定として、肘関節内側障害に対する肘外反ストレステスト (30度, 60度, 90度)^{8,9)}, 肘関節後方障害に対する肘過伸展テスト^{10,11)}, また、内側側副靭帯附着部である上腕骨内側上顆, 尺骨肘頭の圧痛点テストをおこなった¹²⁾。整形外科医師が選手に対し、各テストを実施し、疼痛を訴えた場合を陽性とした。

(2) 質問紙

独自に作成した質問紙を用い、カーブ, スライダー, シュート, シンカー, フォーク, チェンジアップ, その他の7項目について投げる球種を選択させた。なお、複数返答可とした。球種については過去のアンケートで返答の多かったものを抽

出した。

握り方について、図1に示した。

1. カーブ

中指を示指と揃えて縫い目に沿ってかけ、対角の縫い目からボールの下側の間辺りを母指で支える。母指から示指のラインとボールの間に隙間が空くように浅く握る。上肢全体のしなりと手関節を縦に使うとボールに回転を与える。カーブのボールの軌道のイメージでかぶせる様に腕をしならせ、縫い目にかかっている中指でボールを撫でる様にリリースする。

2. スライダー

ストレートの握りから示指と中指をボールの外側にずらして揃える。ちょうど中指全体が縫い目

表 2 球種数

	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	95%CI	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
中学生	35	1.83 ± 0.86	[1.53, 2.12]	11.72	.000**	.137
高校生	97	2.71 ± 0.95	[2.52, 2.90]			
女子プロ	19	2.68 ± 1.06	[2.17, 3.19]			

*, *p* < .05 ; **, *p* < .01

表 3 球種の割合

	<i>n</i>	中学生 35	高校生 97	女子プロ 19	全体 151	<i>Cramer's V</i>	<i>p</i>
カーブ	<i>n</i>	32	85	17	134	.050	.826
	%	.914	.876	.895	.887		
スライダー	<i>n</i>	18	85	14	117	.359	.000**
	%	.514	.876	.737	.775		
シュート	<i>n</i>	3	4	5	12	.266	.005**
	%	.086	.041	.263	.079		
シンカー	<i>n</i>	0	5	0	5	.138	.237
	%	.000	.052	.000	.033		
フォーク	<i>n</i>	2	27	5	34	.221	.025*
	%	.057	.278	.263	.225		
チェンジアップ	<i>n</i>	4	41	6	51	.270	.004**
	%	.114	.423	.316	.338		
その他	<i>n</i>	5	16	4	25	.052	.815
	%	.143	.165	.211	.166		

*, *p* < .05 ; **, *p* < .01

にかかる位置で、示指は縫い目につけない。ストレートと同じ様に手関節と手指で回転をかけ、縫い目にかかっている中指に特に力を入れてリリースする。

3. シュート

示指を縫い目に沿って握る。中指は示指に揃えて置く。体幹回旋を早くし、前腕の回内を使って行う。そして示指に力を入れてリリースする。

4. シンカー

中指と環指で挟む様にして握る。示指は中指、小指は環指にそれぞれ並べるように添えて、母指で下側を支える。リリースは、環指を軸に示指と中指で撫でる様にして行う。シュートと同様に、前腕の回内を使うことにより回転をかける。

5. フォーク

示指と中指を縫い目につけずに挟むようにして握る。手関節は使わず、腕の振りだけで示指と中指の間から抜いてリリースする。

6. チェンジアップ

ボールを深く握り、手指で回転をかけないように少し浮かせる。ストレートと同じ、もしくはボー

ルの内側を撫でるようにリリースする。

統計手法

クロス集計による球種と属性の関係および球種と理学所見の関係について、クラメールの連関係数を用いて検討した。

結果

1. 球種

中学生と比較し、高校生・女子プロ選手で、球種数が高値であった(表 2)。スライダー、フォーク、チェンジアップについて、中学生と比較し、高校生、女子プロで投げる選手数が高値であった。シュートについて、中学生・高校生と比較し、女子プロで投げる選手数が高値であった(表 3)。

2. 球種と投球障害(表 4)

女子プロ選手では、肘外反ストレス 30 度、60 度、90 度、内上顆圧痛においてシュートを投げる投手で陽性が有意に高い値であった。中学・高校生ではこの傾向はみられなかった。高校生では、肘頭圧痛においてシュートを投げる投手で陽性が

表4 球種と各種ストレステストおよび圧痛点との関係

	中学生					高校生					女子プロ					全体				
	投げない	投げる	全体	Cramer		投げない	投げる	全体	Cramer		投げない	投げる	全体	Cramer		投げない	投げる	全体	Cramer	
	割合	割合	割合	値		割合	割合	割合	値		割合	割合	割合	値		割合	割合	割合	値	
肩過外旋テスト																				
カーブ	0%	3%	3%	.054	6%	8%	6%	.310	0%	18%	16%	.149	6%	7%	7%	.013				
スライダー	6%	0%	0%	.185	9%	9%	6%	.040	0%	21%	16%	.259	6%	7%	7%	.012				
シュート	3%	0%	0%	.044	7%	7%	0%	.055	14%	20%	20%	.069	7%	9%	9%	.026				
シンカー	3%	-	0%	.132	6%	6%	20%	.027	16%	-	-	.069	6%	20%	20%	.098				
フォーク	3%	0%	0%	.030	6%	6%	7%	.049	14%	20%	21%	.294	6%	9%	9%	.049				
チェンジアップ	3%	0%	0%	.064	7%	7%	5%	.005	23%	0%	0%	.224	8%	4%	4%	.080				
その他	3%	0%	17%	.072	6%	6%	7%	.049	20%	0%	21%	.177	7%	4%	4%	.046				
肘外旋ストレステスト																				
カーブ	0%	19%	19%	.139	17%	17%	12%	.049	0%	24%	5%	.177	12%	15%	15%	.028				
スライダー	6%	28%	28%	.290	8%	8%	13%	.046	20%	21%	21%	.015	9%	16%	16%	.088				
シュート	19%	0%	0%	.139	12%	12%	0%	.078	7%	60%	60%	.571**	14%	11%	11%	.087				
シンカー	17%	-	0%	.112	13%	13%	0%	.088	21%	-	-	.309	15%	0%	0%	.076				
フォーク	18%	0%	0%	.313	13%	13%	11%	.024	29%	0%	0%	.205	16%	9%	9%	.088				
チェンジアップ	13%	50%	50%	.186	11%	11%	15%	.059	15%	33%	33%	.683	12%	20%	20%	.102				
その他	20%	0%	11%	.110	11%	11%	19%	.086	7%	75%	75%	.081	13%	24%	24%	.119				
肘過伸展テスト																				
カーブ	0%	13%	13%	.169	17%	17%	9%	.092	0%	6%	5%	.081	12%	9%	9%	.028				
スライダー	6%	17%	17%	.110	10%	10%	10%	.005	20%	0%	0%	.394	9%	9%	9%	.002				
シュート	13%	0%	0%	.088	10%	10%	0%	.069	7%	0%	0%	.141	10%	0%	0%	.096				
シンカー	11%	-	0%	.088	10%	10%	8%	.040	5%	-	-	.141	10%	0%	0%	.060				
フォーク	12%	0%	0%	.153	13%	13%	5%	.134	7%	0%	0%	.347	10%	6%	6%	.062				
チェンジアップ	10%	25%	25%	.147	10%	10%	7%	.043	0%	17%	17%	.456*	10%	8%	8%	.036				
その他	13%	0%	6%	.080	25%	25%	12%	.128	0%	18%	16%	.149	10%	8%	8%	.017				
圧痛点・内上顆																				
カーブ	0%	7%	7%	.008	17%	17%	13%	.036	20%	14%	14%	.069	18%	11%	11%	.061				
スライダー	6%	6%	6%	.080	14%	14%	0%	.082	0%	60%	60%	.725**	12%	12%	12%	.005				
シュート	7%	0%	0%	.065	13%	13%	20%	.045	16%	-	-	.259	11%	25%	25%	.117				
シンカー	6%	0%	0%	.080	13%	13%	15%	.026	21%	0%	0%	.016	12%	20%	20%	.045				
フォーク	6%	0%	0%	.042	16%	16%	10%	.092	15%	17%	17%	.130	12%	12%	12%	.005				
チェンジアップ	7%	0%	0%	.247	16%	16%	0%	.175	13%	25%	25%	.068	13%	10%	10%	.045				
その他	4%	20%	3%	.053	0%	0%	4%	.068	0%	0%	0%	.059	13%	8%	8%	.056				
圧痛点・肘頭																				
カーブ	0%	3%	3%	.167	0%	0%	4%	.068	0%	4%	4%	.090	0%	3%	3%	.059				
スライダー	0%	6%	6%	.053	2%	2%	25%	.262*	2%	25%	25%	.104	0%	3%	3%	.090				
シュート	3%	0%	0%	.042	3%	3%	4%	.021	3%	4%	4%	.087	2%	8%	8%	.104				
シンカー	3%	-	0%	.062	3%	3%	5%	.070	4%	0%	0%	.080	3%	0%	0%	.031				
フォーク	3%	0%	0%	.062	2%	2%	5%	.087	2%	2%	2%	.056	3%	3%	3%	.009				
チェンジアップ	3%	0%	0%	.070	4%	4%	0%	.080	4%	0%	0%	.087	2%	4%	4%	.056				
その他	3%	0%	0%		4%	4%	0%		4%	0%	0%		3%	0%	0%	.074				

*, p<.05; **, p<.01

有意に高い値であった。カーブ、シンカー、フォーク、チェンジアップでは、中学生、高校生、女子プロ選手いずれも理学所見との間に関係はみられなかった。

■ 考 察

本研究では球種が投球障害と関連するとの仮説を立て、投手に対し、球種に関するアンケートと肩肘関節のストレステストを実施した。高校生と女子プロ選手において、シュートを投げる投手ではストレステストの陽性率が高値であった。

球種数は中学生が1.8種類、高校生・女子プロ選手で2.7種類であり、高校生以上で変化球を多用していた。レベルが上がるに伴って、打者を打ち取るためにより多くの球種を獲得もしくは獲得済みの球種を上達させる必要がある。本研究で検討したのは6種類の球種のみである。ツーシームなど球種を追加し、さらに検討が必要である。

高校生、女子プロ選手で、シュートを投げる選手においてストレステストの陽性が有意に高値であった。シュートが投球障害につながる可能性があり、詳細な検討が必要である。ただし、投球動作は全身運動である。特定の球種が投げる投手すべてに投球障害を引き起こすというのではなく、どのように投げているかについて考慮していくべきと考える。ボールの握り方やいわゆる‘身体の開き’、リリース時の過剰な回内など不適切な投球フォームによって投球障害を誘発する可能性がある。シュートはカーブと反対方向にボールを回転させる球種であるため、前腕回内、肘関節伸展、肩関節内旋を行う必要がある。さらに体幹を早めに回旋させ、キレの良い球を投げようとする可能性もある。このような投球動作では、肘関節に負担がかかりやすいと考える。シュートを投げると回答した選手において、高校生で肘頭圧痛テストの陽性率が高値であり、女子プロ選手で肘外反ストレステストと内側上顆圧痛テストの陽性率が高値であるという違いは投球フォームの違いによるものである可能性がある。カーブはストレートより負担が少ないか負担がほぼ等しい⁴⁾、チェンジアップはカーブやストレートより肩肘トルクが低い⁵⁾と報告されている。今後、シュートやその他の球種に関する動作解析が必要であると考えられる。

投球障害予防に関して、USA Baseball Medical & Safety Advisory Committee は Youth Baseball

Pitching Injuries のなかで、骨の成熟が得られるまではカーブやスライダーを避けるべきと忠告している。ボーイズリーグでは、小学生部で変化球が禁止されているが、中学生部以降で制限はない。内側上顆の骨化は13歳ごろとされており¹³⁾、中学生以降の選手に対する提言が必要と考える。また、肩肘関節に過剰な負担がかからないよう、投球動作のチェックを行うことが重要である。以上のことを、指導者に啓発していくために、今後エビデンスを蓄積していく必要がある。

中学生においてカーブボールを投げる選手の割合は90%以上であった。有意ではなかったが、スライダーやチェンジアップを投げる投手で外反ストレステストの陽性率が高値であった。このことから変化球を2種類以上投げる中学生は注意が必要である可能性を考えた。

本研究の限界として、対象が151名と少ないことが挙げられる。その中で、本研究の示した結果は意義があると考えられる。

■ まとめ

1. 野球投手に対して、ストレステストと球種に関するアンケート調査を実施した。
2. 中学生、高校生、女子プロ選手の順で球種数は増加していた。
3. 高校生、女子プロ選手では、シュートを投げる選手においてストレステストの陽性が高値であった。
4. 投球障害の一因として球種を考慮することが必要である可能性を考えた。

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) 石橋秀幸. 投げ込みでしか得られないものがある. *Training Journal*. 2007; 8: 12-17.
- 2) Dun, S, Loftice, J, Fleisig, GS, Kingsley, D, Andrews, JR. A biomechanical comparison of youth baseball pitches: is the curveball potentially harmful? *Am J Sports Med*. 2008; 36(4): 686-692.
- 3) Fleisig, GS, Kingsley, DS, Loftice, JW, Dinnen, KP, Ranganathan, R, Dun, S, Escamilla, RF, Andrews, JR. Kinetic comparison among the fastball, curveball, change-up, and slider in collegiate baseball

- pitchers. *Am J Sports Med.* 2006; 34(3): 423-430.
- 4) 玉井幹人, 麻生伸一, 黒川正夫, 平澤泰介. 成長期における肩の障害. *整形・災害外科.* 2000; 43: 1235-1242.
- 5) 末永直樹, 三浪明男. 投球による肘成長期障害—その治療と予防—. *臨床スポーツ医学.* 2001; 18(2): 157-163.
- 6) Walch, G, Boileau, P, Noel, E, Donell, ST. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 1992; 1(5): 238-245.
- 7) Carson, WG Jr, Gasser, SI. Little leaguer's shoulder: a report of 23 cases. *Am J Sports Med.* 1998; 26: 575-580.
- 8) 原 正文. 【投球障害肩】投球障害肩患者に対する診察と病態把握のポイント. *Orthopaedics.* 2007; 20(7): 29-38.
- 9) 原 正文. 【予防としてのスポーツ医学 スポーツ外傷・障害とその予防・再発予防】野球肩 発症メカニズムとその予防・再発予防. *臨床スポーツ医学.* 2008; 25: 173-178.
- 10) Wilson, FD, Andrews, JR, Blackburn, TA, McCluskey, G. Valgus extension overload in the pitching elbow. *Am J Sports Med.* 1983; 11: 83-88.
- 11) 山崎哲也. 野球肘障害の治療と予防 野球選手の肘後方インピンジメント障害に対する鏡視下手術. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2012; 20(2): 230-232.
- 12) 森原 徹, 木田圭重, 岩田圭生, 古川龍平, 祐成毅, 松井知之, 東 善一, 瀬尾和弥, 平本真知子, 伊藤盛春, 相馬寛人, 北條達也, 山田陽介, 堀井基行, 久保俊一. 京都府高等学校硬式野球選手に対する肩・肘障害予防の取り組み コンディショニング指導を含めたメディカルチェック. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2014; 22(2): 309-317.
- 13) 柏口新二. 肘の骨化進行過程. *臨床スポーツ医学.* 2015; 32: 120-128.

(受付：2017年3月15日, 受理：2017年12月26日)

Relationship between pitch type and shoulder/elbow injuries

Hiramoto, M.^{*1}, Morihara, T.^{*2}, Matsui, T.^{*1}, Azuma, Y.^{*1}
Seo, K.^{*3}, Miyazaki, T.^{*3}, Watanabe, Y.^{*4}, Yamada, Y.^{*5}
Kida, N.^{*6}, Morifusa, S.^{*1}

^{*1} Marutamachi Rehabilitation Clinic

^{*2} Department of Orthopedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

^{*3} Rehabilitation Unit, University Hospital, Kyoto Prefectural University of Medicine

^{*4} Faculty of Health & Sports Science, Doshisha University

^{*5} Section of Energy Metabolism, Department of Nutritional Science, National Institute of Health and Nutrition

^{*6} Department of Applied Biology, Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

Key words: baseball, pitch type, injuries

[Abstract] The purpose of this study was to clarify the relationship between pitch type and shoulder/elbow injuries. Stress tests for injuries and a questionnaire survey on the pitch type were performed on junior high school, high school, and women's professional baseball pitchers. The number of pitch type increased with age. In high school students and woman professional players, the positive rate of the elbow stress test was high for pitchers who threw shoot-ball. This pitch type is considered to be a cause of shoulder/elbow injuries.