

少年野球選手の投球フォームの年次変化

後藤英之 小林正明 名古屋市立大学 整形外科 野崎正浩 三井裕人 吉田雅人
西森康浩 井口普敬 武長徹也 村瀬熱紀 大塚隆信

名鉄病院 整形外科
土屋篤志

名古屋スポーツクリニック
杉本勝正

富田整形外科
富田眞壽生

【はじめに】

少年野球の上肢の傷害の原因としては投球量、ポジション、年齢、肘関節アライメントなど種々の要因が報告されているが、体幹や下肢の運動不良や肘下がりなどの投球フォームも肘関節へのストレスを増加させる可能性があり傷害発生の原因の一つとして考えられている^{1,2)}。しかし投球フォームの不良は初心者にとっては当然のことであり、野球競技を継続していくことや、年齢に伴って徐々に改善されていくものと考えられる。そこで、我々は少年野球選手の投球フォーム評価において2回以上フォームを記録できた選手を対象に、投球フォームの年次変化について調査したので報告する。

【対象と方法】

対象症例は2009年から2012年にメディカルチェックを行った、2チームの少年野球選手である。メディカルチェックの際に撮影した投球フォームをもとに調査を行った。対象は2回の調査が可能であった45名で、その内訳は4年生時と5年生時の20名、5年生時と6年生時15名、6年生時と中学1年生時10名である。またこのうち、4年生時から中学1年生時までの4年間の調査が可能であった7名についてもさらに検討を加えた。

投球フォームはホームビデオで側方からの投球フォームを撮影した。撮影に際しては十分にウォーミングアップスローをした後に、ネットスローを全力

で3球行い記録した。投球フォームを統一するため投手、野手に関わらずwindアップスローを行うよう指示した。使用したビデオ装置はフルハイビジョンビデオカメラ(EverioGZ-HD620,JVC)でフレームレートは毎秒60フレーム(60i)で記録した。投球フォームをwind-up phase, early cocking phase, late cocking phase, acceleration phase, follow-through phaseの5つの投球相に分け、静止画像を作成した。Davisら³⁾が提唱するチェックポイントを参考に各相で3つのチェック項目を設け、合計15点満点のフォーム点とした。投球フォームのチェックポイントとして、wind-up phaseでは、1) 体幹が後方へ倒れていないか(逆に前に傾いていないか:WU体幹直立)、2) 足の上げた位置や方向は適当か(上げすぎ、後方へひねりすぎなど:WU脚の位置)、3) 体幹の回旋は適切か(肩が水平で後方にひねられているか:WU体幹回旋)、調査した。early cocking phaseでは、1) 軸足の曲がり角が適当で体幹の傾斜股関節の内旋ができていないか(ECくの字姿勢)、2) 臀部から向かっているか(EC臀部先行)、3) 手の位置は適切か(回内/内旋)(適度に体からはなれ、肘が伸びすぎないか:EC手の位置)について、late cocking phaseでは、1) 投球側の肘の屈曲が十分であるか(頭よりも上の位置まで上げられているか:LC肘屈曲)、2) 肘下がりはないか(肩のラインを結んでそれより下になっていないか:LC肘下がり)、3) 軸足の向きは適切か(フットコンタク

Key words : 投球フォーム (pitching form) , 年次変化 (annual change) ,
メディカルチェック (medical check-ups)

トができており、前方に向かっているか:LC軸足の向き)についてチェックした。acceleration phaseでは、1) 前に体重がしっかりとついているか(AC前体重)、2) 投球側の肩が最大外旋位になっているか(体幹と直角となっているか:AC肩外旋)、3) 非投球側の手がたたみ込まれているか(胸の位置にあるか:AC非利き手位置)、また follow-through phaseでは、1) 体がしっかり前傾しているか(FT体幹前傾)、2) 両脚が十分に曲がっているか(FT脚曲がり)、3) ボールを体の前でリリースできているか(肘が軽度屈曲位、肩はゼロポジション:FTリリース位置)についてチェックを行った。これらチェック項目をそれぞれ1点ずつ加算し合計15点満点での評価とした³⁾(図1)。投球フォームのチェックに当たっては、本評価法に精通した整形外科医師および理学療法士3名により実施し、2名以上の評価が一致したものを採用した。

調査項目は各学年群での1年後の各相、各項目の投球フォーム点数の比較を行い、改善する項目と変化しない項目の調査をした。また4年間評価できた選手の変化を調査した。統計学的分析には各学年について投球フォームの各相、各項目の平均値について、Mann-WhitneyのU検定を使用し、危険率は5%未満とした。

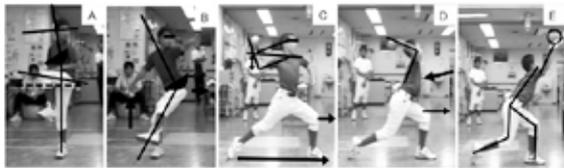


図1 各投球相におけるチェックポイント

A: Wind-up phase; 1. 体幹の傾斜, 2. 下肢挙上の高さ, 3. 体幹の回旋, B: Early cocking phase; 1. 体幹の傾斜(股関節内旋) 2. 臀部の先行 3. 投球側内旋回内, C: Late cocking phase; 1. 投球側の肘屈曲, 2. 肘下がり, 3. 軸足膝の方向, D: Acceleration phase; 1. 軸脚への荷重, 2. 投球側肩関節外旋, 3. 非投球側肘たたみ込み, E: Follow-through phase; 1. 体幹前方傾斜, 2. 両下肢屈曲, 3. リリースの位置. これらチェック項目を合計して15点満点での評価を行った。

【結果】

フォーム点数の合計点では5年生時から6年生時ではともに平均7.1点であり変化がなかった。また、4年生時から5年生時では平均6.4点から平均7.1点へと改善傾向はあるものの明らかな有意差がなかった。一方、6年生時から中学1年生時に

いては、平均5.8点から平均8.1点へと有意に改善がみられた。投球相でみると有意に低下する項目はなく、6年生時から中学1年生時においてはwind-up phaseでの点数が平均1.3点から平均2.2点へと有意に改善していた。一方でfollow-through phaseの点数の改善はみとめられず、いずれの群でも平均1.0点から1.2点と、低い評価であった(表1)。

	4年生から5年生 (n=20)		5年生から6年生 (n=15)		6年生から中学1年生 (n=10)	
	4年生時	5年生時	5年生時	6年生時	6年生時	中学1年生時
Wind-up (点)	1.6±0.8	2.2±0.8	1.7±0.9	1.9±1.0	1.3±1.0	2.2±0.6 *
Early cocking (点)	1.5±1.0	1.5±1.1	1.6±1.1	1.4±1.0	0.9±0.9	1.4±0.8
Late cocking (点)	1.0±0.8	1.5±0.8	1.4±0.8	1.1±0.8	1.2±0.8	1.7±1.0
Acceleration (点)	1.5±0.7	1.3±0.9	1.3±0.8	1.6±0.8	1.4±1.0	1.7±0.8
Follow-through (点)	1.0±1.0	0.8±0.9	1.2±1.2	1.1±1.1	1.0±1.1	1.1±0.7
Total (点)	6.4±2.9	7.1±2.6	7.1±2.5	7.1±2.4	5.8±2.0	8.1±2.4 *

表1 各学年時における投球フォーム点数 *p<0.05

各学年群で投球フォーム評価の各項目を調査すると、4年生から5年生への変化ではwind-up phaseの脚の位置やlate cocking phaseの肘の屈曲角度において改善が認められた(図2)。5年生から6年生への変化ではearly cocking phaseの手の位置において改善があったが、late cocking phaseにおける軸足の向きではむしろ評価点が低下していた。(図3)。6年生から中学1年生への変化ではwind-up phaseの脚の位置や体幹の回旋、early cocking phaseの手の位置において改善があった(図4)。4年間観察することができた7名の変化については、4年生時平均5.0±1.0点、5年生時平均6.9±2.0点、6年生時平均6.7±2.1点、中学1年生時平均8.4±2.0点であり、4年生時と比較して中学1年生時は有意に改善しており、全体的にみて年次とともに改善する傾向にあった(図5)。

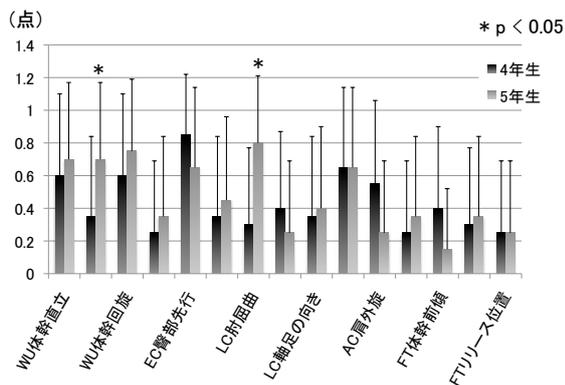


図2 4年生時および5年生時の投球フォーム点数 (n=20)
4年生から5年生への変化では wind-up phase の脚の位置や late cocking phase の肘の屈曲角度において改善が認められた WU: Wind-up phase, EC: Early cocking phase, LC: Late cocking phase, AC: Acceleration phase, FT: Follow through phase

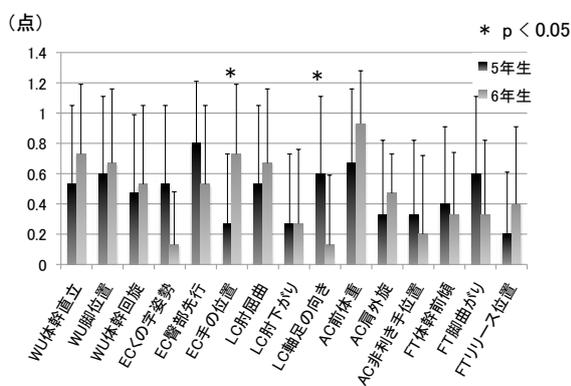


図3 5年生時および6年生時の投球フォーム点数 (n=15)
5年生から6年生への変化では early cocking phase の手の位置において改善があったが, late cocking phase における軸足の向きでは評価点が低下していた。 WU: Wind-up phase, EC: Early cocking phase, LC: Late cocking phase, AC: Acceleration phase, FT: Follow through phase

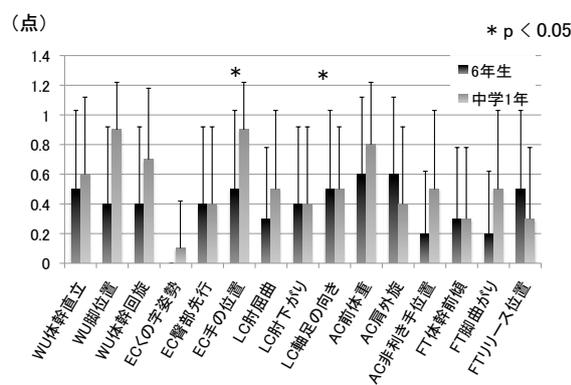
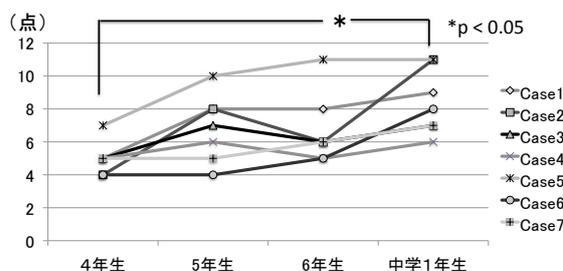


図4 6年生時および中学1年生時の投球フォーム点数(n=10)
6年生から中学1年生への変化では wind-up phase の脚の位置, や体幹の回旋, early cocking phase, の手の位置などにおいて改善があった。 WU: Wind-up phase, EC: Early cocking phase, LC: Late cocking phase, AC: Acceleration phase, FT: Follow through phase



平均 5.0±1.0点 6.9±2.0点 6.7±2.1点 8.4±2.0点

図5 4年間観察した選手の変化 (n=7)

4年間観察することができた7名の変化については, 4年生時平均5.0点, 5年生時平均6.9点, 6年生時平均6.7点, 中学1年生時平均8.4点であり, 4年生と中学1年生で有意差が認められるとともに, 年次改善する傾向にあった。

【考察】

投球フォームと成長による変化について, 中溝ら⁴⁾は子供の投球の特徴として上肢は肘下がりで重心が高く, 体幹, 下半身の回旋が少なく上肢に頼った投球であるとしている。この原因として下半身の筋力が十分でないことがあげられるが, 田中ら⁵⁾は11歳以上の選手においても, 球速の増加はあるものの体幹や骨盤の移動速度の増加はなく, 依然として上肢主体の投球フォームであると指摘している。このような上肢に負担のかかる投球フォームは, 肩関節や肘関節へのストレスを増加させる可能性があり, 傷害発生リスクと成り得る^{6,7,8)}。

しかし, このような投球フォームの不良は, 選手の成長や競技歴によって年次改善していくことが予想され, 医療側からの介入の必要性があるかどうかは明白でない。今回の我々の検討でも, 4年生から5年生にかけての変化において wind-up phase の脚の位置や late cocking phase の肘の屈曲角度において改善が認められた。また5年生から6年生への変化では early cocking phase の手の位置において改善があった。さらに, 6年生から中学1年生への変化では wind-up phase の脚の位置や体幹の回旋, early cocking phase の手の位置などにおいて改善があり, 成長とともに投球フォームが改善する傾向が認められた。これらの項目は, 投球動作の前半の比較的スピードの遅い動作であり, 投球動作の継続に伴う反復練習による効果や, 年齢が上がることによる理解力の向上, 身体統合能力の向上によるものが影響している可能性が示唆された。一方で年次とともに改善の少ない項目も存在していた。

即ち, early cocking phase におけるくの字姿勢や臀部先行といった体重移動に関する項目や, 体幹回旋に関係する late cocking phase での軸足の向き, 十分な下半身の回旋と体重移動の結果としてみられる follow-through phase での両脚の沈み込みや前傾姿勢などである。これらの項目は下半身や体幹の運動に関係があると考えられるが, これらが年次とともに改善しないことは, 投球動作のある部分については単なる経験の積み重ねや身体能力の向上のみでは, 改善が困難である事を示唆している。よって, これらが改善されないままで投球を継続していくことは, 学年が上がることによる運動能力の増加や投球機会の増加と相まって, さらに上肢へのストレスを増加させることにより, 結果的に傷害のリスクとなることが危惧される。

本研究の問題点としては, 調査数やポジションによる違い, 静止画像による評価の問題などがあげられる。また, 投球フォームが側面からのみの評価であり体の開きやステップの方向などの評価ができていないことなども挙げられる。我々はこの評価項目を作成するにあたって, 静止画像で評価可能でかつ簡便でわかりやすく, それぞれの評価項目が他の項目の影響を受けにくい独立したものを選択し, 複数の評価者によって検討を行うことで, より再現性の高い評価を実施できるよう工夫しているが, 側面からの静止画像の評価に限界があることも事実である。更に, 1年に1度の評価であり, 被験者のコンディションによる影響も無視できない。しかしながら, 本研究の結果は傷害予防の観点からの少年野球選手に対する投球フォームへの指導に当たって, どのような点を考慮すべきかを示す有益な情報提供となるものと考えられる。

【結語】

1. 少年野球選手 45 名の投球フォームを複数回調査し, 年次変化を検討した。
2. 投球動作の前半部分である wind-up phase, early cocking phase, late cocking phase の一部においては評価点数の増加が認められる傾向にあったが, follow-through phase では変化がなかった。
3. 年次による投球フォームの変化では体幹, 下半身の運動に関する動作での改善が少なく, この点

に対しての適切なフォーム指導が必要と思われた。

【謝辞】

本研究を行うにあたりご協力頂いた富田整形外科のスタッフの方々に深謝いたします。

【文献】

- 1) Davis JT et al: The effect of pitching biomechanics on the upper extremity in youth and adolescent baseball pitchers. Am J Sports Med, 37:1484-1491,2009.
- 2) Harada M et al: Risk factors for elbow injuries among young baseball players. J Shoulder Elbow Surg, 19:502-507,2010.
- 3) 後藤英之ほか: 少年野球選手の投球フォームと肘関節単純 X 線所見の関係, 東海スポーツ傷害研究会誌, 29:56-58,2011.
- 4) 中溝寛之ら: 子供の投球動作の特徴. 肩関節, 28:355-358.2004.Fleisig GS et al: Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. Am J Sports Med, 23:233-239,1995.
- 5) 田中正栄ほか: 成長期少年野球選手の投球動作解析 -成長に伴う変化についての検討-, スポーツ傷害, 11:39-42,2006.
- 6) 三原研一: バイオメカニクスと投球フォーム, 関節外科, 27:32-42,2008.
- 7) Morrey BF et al: Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. Am J Sports Med, 11:315-319,1983.
- 8) Anz AW et al: Correlation of torque and elbow injury in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 38:1368-1374, 2010.