

## 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—

新潟県スポーツ医科学センター

田中正栄・西野勝敏

新潟こばり病院 理学療法課

飯田晋・五百川威・相田将宏

新潟リハビリテーション病院 整形外科

山本智章

新潟こばり病院 整形外科

古賀良生

---

### はじめに

---

少年野球選手の投球障害の発生要因として、未成熟な筋骨格系や投球数の過多とともに投球動作の未発達が考えられる。我々は障害のメカニズムを分析し、予防に役立てることを目的に整形外科的メディカルチェックと投球動作解析を行っている。今回は、成長度の違う選手に対して下半身を中心とした身体機能と投球動作の変化について比較検討した。

---

### 対象と方法

---

対象は硬式少年野球選手35名で、10歳以下のマイナー群15名(136.9±7.3cm, 33.3±6.0kg)と11歳以上のリトル群20名(147.3±7.9cm, 40.0±8.1kg)の2群について比較した。対象の投球側は全て右であった。

整形外科的メディカルチェックは、既往歴などの問診後に身長体重や肢長、関節可動域、関節弛緩性、筋柔軟性(FFD, HBD, SLR),

握力を計測した。投球動作の測定には、3次元動作分析装置VICON(Oxford Metrix社製)、ハイスピードカメラ(nac社製)、フォースプレート(Kistler社製)を使用した。対象の全身に反射マーカを35個貼付し、屋内環境で11m先の的に向けて全力投球し、的中した最速球の投球動作を解析した。

投球動作は、投球相を投球開始から非軸脚膝の最高到達点(balance point)までをwind up, balance point (BP)から脚接地(foot contact)までをearly cocking, foot contact (FC)から投球肩最大外旋位(MER)までをlate cocking, MERからボールリリース(BR)までをacceleration, BRから投球終了までをfollow throughの5相に分類した1)2)。分析パラメータは、肩と肘の角度、体幹や骨盤の回旋角度、肘や手の速度、身体重心の移動速度、軸脚と踏込み脚の床反力、ストライドとした(図1)。なお、床反力は体重で除した割合(%体重)、ストライドは身長で除した割合(%身長)で標準化した。

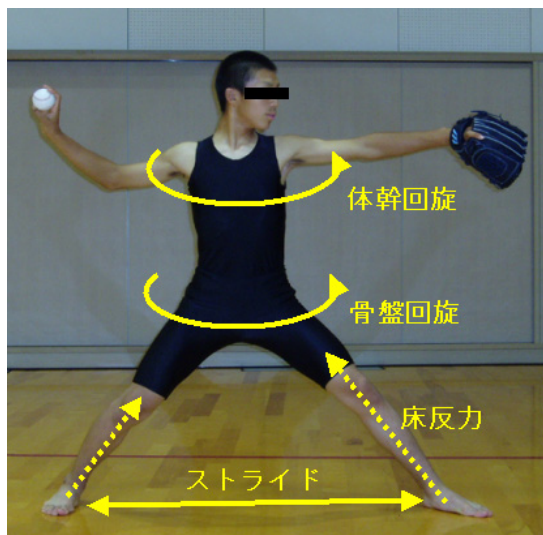
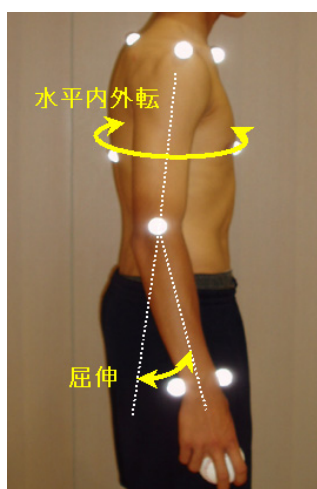
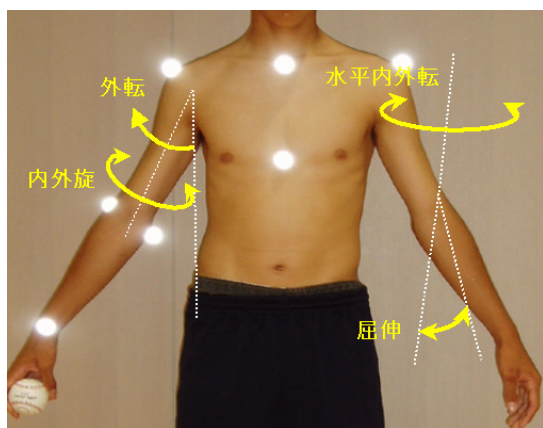


図1 分析パラメータ

## 結果

測定時に疼痛を訴える選手はいなかったが、投球障害既往として肘痛がマイナー群4名、リトル群10名、肩痛がマイナー群1名、リトル群6名に認めた。整形外科メディカルチェックでは、リトル群において右肩内旋3rd可動域、左側SLR、左側HBDが有意に低かった(表1)。

	マイナー群	リトル群
下肢長[cm]	70.7±4.1	76.1±5.2**
上肢長[cm]	40.4±2.9	43.8±2.9**
右肩内旋 3rd 可動域[度]	28.7±11.1	20.3±6.6*
左 HBD[cm]	2.1±2.4	4.4±3.8*
左 SLR[度]	70.2±7.1	64.8±6.6*
右握力[kg]	15.3±3.3	20.6±5.0**
左握力[kg]	15.2±2.7	20.6±4.9**

\* : p<0.05, \*\* : p<0.01

表1 整形外科的メディカルチェックの結果

(有意差があった項目のみ示す)

肢長と握力はリトル群が有意に大きかった。球速はリトル群が有意に速く、肘と手の速度、身体重心の移動速度も有意に速かったが体幹と骨盤については差がなかった。床反力とストライドはリトル群が有意に大きかったが、標準化すると両群に差は認められなかった(表2)。

	マイナー群	リトル群
球速[km/h]	70.4 ± 5.8	80.6 ± 8.4**
手の最高速度[km/h]	40.8 ± 3.4	44.9 ± 3.4**
肘の最高速度[km/h]	31.7 ± 2.6	35.7 ± 3.6**
体幹の最高角速度[度/s]	981.4 ± 104.2	1040.4 ± 95.9
骨盤の最高角速度[度/s]	642.7 ± 100.1	634.6 ± 92.6
重心の最高移動速度[cm/s]	204.6 ± 21.6	229.2 ± 21.5**
軸脚の最大床反力[N]	416.8 ± 88.9	504.9 ± 104.0**
体重比[%体重]	128.0 ± 13.9	129.0 ± 10.0
踏込み脚の最大床反力[N]	560.1 ± 151.6	684.1 ± 161.8**
体重比[%体重]	171.2 ± 36.1	175.1 ± 24.7
ストライド[cm]	104.4 ± 10.4	117.8 ± 10.5**
身長比[%身長]	76.1 ± 5.5	80.0 ± 6.1

\*\* : p&lt;0.01

表2 投球動作の分析パラメータ(年代別の比較)

各投球相における分析結果では、肘屈曲角でリトル群がMERとBR時で有意に小さかった(表3)。

	マイナー群	リトル群
肩外転 MER[度]	84.5 ± 12.8	82.8 ± 11.0
BR[度]	89.2 ± 9.9	83.0 ± 12.8
肩外旋 MER[度]	162.2 ± 22.3	160.8 ± 21.9
BR[度]	94.6 ± 38.0	96.0 ± 44.1
肘屈曲 MER[度]	95.6 ± 14.7	76.0 ± 15.8**
BR[度]	21.7 ± 7.3	15.0 ± 8.0*
体幹回旋角度 BP[度]	-15.9 ± 9.2	-14.3 ± 14.4
FC[度]	7.6 ± 12.6	1.5 ± 10.9
MER[度]	96.6 ± 24.3	108.0 ± 18.0
BR[度]	126.2 ± 10.8	130.1 ± 12.2
体幹の回旋量[度]	142.0 ± 16.9	144.4 ± 22.9

\* : p&lt;0.05, \*\* : p&lt;0.01

表3 各投球相における動作分析パラメータ(年代別の比較)

さらに、全対象を肘痛既往群14名と非既往群21名に分けて肘屈曲角を分析した結果、BR時において非既往群20.5 ± 8.2度、既往群14.0 ± 7.1度(p<0.05)で既往群が有意に小さかった。

## 考察

投球動作解析結果より、リトル群はストライドや床反力などの下半身に関する項目で絶対値は高値を示していたが、身長および体重で標準化するとマイナー群との差はなかった。ストライドは投球動作の習熟面から年齢とともに増加すると考えたが、今回の横断調査結果から年長者での増加は認められなかった。これはこの年代における筋柔軟性の低下が原因のひとつと考えられる。次に体重補正した床反力に有意差がなかったことから軸脚のpush offや踏込み脚のlandingといった下半身の使い方がまだ不十分であることが推察される。一方、上肢に関してリトル群はacceleration期で肘屈曲角が小さいことから、腕振り半径が大きく、ボールが頭部の遠位を通過していた。以上のことから、リトル群の球速増加は下半身よりも上肢への依存が大きいことが分かる。少年と成人を比較した報告<sup>3)</sup>でも、少年選手は肘下がりで重心が高く、上肢に頼った投球であるとされる。体幹と球速との関連の分析<sup>4)</sup>では、技術が未熟な選手は体幹回旋が使えてなく、腕だけで投げているとされる。今回の分析でも先の報告と同じであり、成長期には下半身への意識を高めさせる指導が必要と考える。

肘障害との関連性について肘痛既往群はリトル群で約7割を占めており、acceleration期で腕振り半径が増大する傾向にあった。Sabickら<sup>5)</sup>は形態増加がMER時の肘外反トルクの増大に関係すると報告していることから、肘障害の発症には上肢長の形態増加といった発育面の影響が大きく関与していることが推察される。

少年野球では学年が進むにつれて投球数

が多くなるため、上肢に依存した投球動作では肩と肘への負担が大きくなり、障害発生の危険性が高くなるのが危惧される。本研究でもリトル群では半数の選手が肘痛を経験しており、形態増加と筋柔軟性低下が出現する成長期では、下肢筋柔軟性の積極的な改善と、上肢に依存しない下半身を使った投球動作の指導が障害予防には必要である。

---

## まとめ

---

成長期の野球選手の身体機能と投球動作を年代別に比較検討した結果、年齢が高い群では半数が肘痛経験者であり、関節可動域と筋柔軟性が低下傾向にあった。さらに球速が速くなり、acceleration期の肘屈曲角の減少が確認された。球速の増加は下半身よりも上肢に依存していることが認められ、障害発生の危険性が示唆された。

---

## 謝辞

---

本研究は、新潟医療福祉大学研究助成金を受けて行われたものである。

---

## 参考文献

---

- 1) Jobe FW: Operative techniques in upper extremity sports injuries. Mosby. 1996.
- 2) Fleisig GS et al.: Kinematic and Kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. Journal of

Biomechanics 32: 1371-1375, 1999.

- 3) 中溝寛之ら：子供の投球動作の特徴. 肩関節 28 : 355-358, 2004.
- 4) 伊藤博一ら：投球動作における体幹運動の役割—体幹運動と上肢投球障害—. 日本臨床スポーツ医学会誌 9 : 332-339, 2001.
- 5) Sabick MB et al. : Valgus torque in youth baseball pitchers: A biomechanical study. Journal of Shoulder and Elbow Surgery 13: 349-355, 2004.
- 6) 山本智章ら：3次元動作解析システムを用いた少年野球選手の投球フォーム解析の試み. 新潟整外研会誌 21 : 9-12, 2005.