

野球の異なるポジションで用いられる投球様式が 投球時の肘関節内反トルクに与える影響 ～中学生野球選手を対象として～

身体運動科学研究領域

5020A035-8 佐々木 陽平

研究指導教員: 矢内 利政 教授

【緒言】

全日本野球協会ら(2016)の調査によると中学生野球選手は約 5 割が何らかの外傷・障害を経験しており、その中の約 3 割が肘関節の痛みを経験していた。この割合は、痛みを経験した身体部位別で比較すると最も高い。

野球における肘関節障害はそのほとんどがプレー中に反復される投動作によって生じた力学的ストレスによって肘関節構成体への微細損傷が繰り返されることが原因とされている。Matsuura et al.(2013)は投手および捕手のポジションにつくことが肘関節痛の発症要因であることを報告し、投球数による影響を考察した。しかしながら、複数のメディカルチェック実施報告からは野手にも肘関節障害が多く生じていることが明らかとなっている。したがって、野手では投手と異なり、投球 1 球あたりの肘関節への力学的ストレスが大きくなっていることによって肘関節障害が生じている可能性が考えられる。

本研究の目的は投手、内野手および外野手が用いる典型的な投球動作を遂行した際の肘関節内反トルクを比較することであった。相対的に投球数の少ない野手においても肘関節障害が多く生じていることから、野手の用いる投球様式では投手の用いる投球様式と比較して肘関節に生じる力学的ストレスが大きい、という仮説を立てた。

【方法】

参加者は中学生野球選手 30 名で、実験は所属チームが通常練習を行うグラウンドにて実施した。投球条件は、投手としての投球（windupからの投球とセットポジションからの投球（距離 18.44m））、内野ゴロ捕球後の送球（距離 30m）、外野ゴロ捕球後のバックホーム送球（距

離 60m）の 4 条件で、それぞれ 5 試技ずつ（合計 20 試技）実施した。参加者の後方にドップラー型スピードガンを設置して球速を測定した。

慣性センサ（Xsens dot, Xsens 社）を参加者の前腕遠位部に装着し、前腕セグメントの方位・加速度・角速度をそれぞれ計測した（サンプリング周波数 120Hz）。慣性センサから得られたデータを研究室にて独自開発した専用アプリにて読み込み、逆動力学分析により肘関節内反トルクの時系列データを出力した。トルクカーブの最大値として各試技について記録した肘関節最大内反トルクを同一選手による同条件の全 5 試技から算出した四分位範囲と比較し、この範囲の 1.5 倍の範囲から外れた肘関節最大内反トルク値は分析から除外した。さらに、投球時の振動や汗によるセンサのズレ等による影響が見込まれたため、肘関節内反トルクが肩関節最大外旋直前で最大値を迎えるという複数の先行研究に共通して報告された特徴から大きく逸脱する試技は除外した。

肘関節最大内反トルクおよび球速について、SPSS Statistics ver.28 (IBM 社)を用いて反復測定一元配置分散分析（投動作条件を因子とした）を行うことによって個人内の差を検討した。事後検定には Bonferroni 法を用いた。有意水準は 0.05 とした。

【結果】

収集された合計 600 球の投動作データの中から 16 名（ 14 ± 1 歳, 161 ± 10 cm, 52 ± 14 kg）、261 球の試技が分析対象となった。肘関節最大内反トルクはwindup、セットポジション、内野送球、外野送球の順に 26.1 ± 12.2 Nm、 24.8 ± 10.5 Nm、 26.4 ± 10.5 Nm、 27.7 ± 11.1 Nm であった（図 1）。統計分析の結果、セットポジシ

オンからの投球と比較して内野送球および外野送球が有意に大きかった($p<0.01$)。

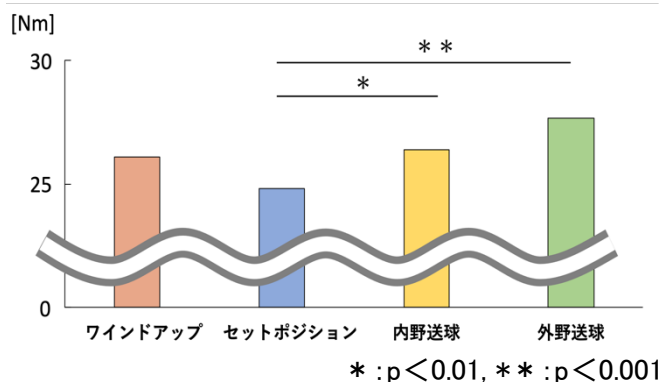


図1 ワインドアップを100%とした肘関節内反トルクの偏移

球速はwindアップ、セットポジション、内野送球、外野送球の順に $98 \pm 9\text{km/h}$ 、 $96 \pm 9\text{km/h}$ 、 $98 \pm 7\text{km/h}$ 、 $102 \pm 11\text{km/h}$ であり、セットポジションからの投球と比較してwindアップからの投球が有意に大きく($p<0.05$)、windアップおよびセットポジションからの投球と比較して外野送球が有意に大きかった($p<0.01$)。

【考察】

本研究の目的は投手、内野手および外野手が用いる投球様式によって生じる肘関節内反トルクを計測し、比較することであった。野手が用いる投球様式では投手が用いるセットポジションからの投球よりも肘関節へ与える負担が大きいという結果は、本研究の仮説を部分的に支持するものであった。

データの妥当性および信頼性について検討する。本研究の肘関節最大内反トルク値は成人男性を対象とした先行研究の26~41%程度であり、肘関節最大内反トルク値は同年代を対象とした複数の先行研究の標準偏差内に含まれる値であり、球速は同年代を対象とした先行研究と同等であった。また、単一測定値に対する級内相関係数は0.8以上であった。したがって、本研究の妥当性および信頼性は保たれているものと考えられる。

外野送球条件でセットポジション条件と比較し

て肘関節内反トルクが増大した結果について考察する。外野送球条件では投球距離が長くなることによって、対象者は球速とボール投射角度を増加させる必要があると考えられる。球速の増大に伴う投球腕角速度および角加速度の増加、ボール投射角度の増加に伴う体幹および前腕後傾によって前腕への重力によって生じる肘関節外反モーメント増大がそれぞれ肘関節内反トルクの増大に影響を与えたものと推測された。

セットポジション条件と内野送球条件との相違について考察する。内野送球条件では対象者の投球動作時間が短縮され、投球動作開始時には体幹が前傾姿勢をとっていたと考えられる。投球動作時間が短縮されたことに伴う身体セグメントの回転角加速度増大、投球開始時の体幹前傾角度の増加に伴う体幹部屈曲伸展運動の制限、代償的な上肢の貢献割合増加等が肘関節内反トルクの増大に影響を与えた可能性があると考えられる。

本研究の限界の1つは、条件ごとの努力度の統一が困難であったことである。内野送球条件と外野送球条件は努力度が低くなる可能性が危惧されたが、windアップ条件やセットポジション条件と比べて平均球速が大きかったことから、この影響は小さかったと考えられる。2つ目はマウンドを用いなかったことが投手の投球動作における肘内反トルクを過小評価している可能性があることである。本研究では普段マウンドを用いることのない対象者が過半数を占めていたことから、平地でのデータ収集が適切であったと考えられる。3つ目は、対象者を中学生としたことで、研究結果の有効範囲が限られることである。

本研究では成長期野球選手において、野手の用いる投球様式によって生じる肘関節への力学的ストレスが投手と比較して大きいことが示唆された。