

# 高校野球選手における投球動作 中の肘外反トルクに影響を与える因子の検討

原 著

Considering the factors affecting elbow valgus torque during pitching in high school baseball players

西 亮介\*<sup>1</sup>, 小保方祐貴\*<sup>1</sup>, 釜谷邦夫\*<sup>2</sup>

キー・ワード : Pitching, qualitative motion analysis, biomechanics  
投球動作, バイオメカニクス, 定性的動作分析

〔要旨〕 投球動作中の肩関節最大外旋 (Maximum external rotation ; 以下, MER) 時に生じる肘外反トルクによって投球肘障害が発生するとされている。肘外反トルクの増加因子として身長などの身体特性や不適切な投球動作が挙げられる。本研究の目的は, 身体特性とともに投球動作中の定量的および定性的動作分析結果が肘外反トルクに及ぼす因子を明らかにすることとした。対象は, 健常高校野球選手 38 名を対象とし, 定量的投球動作分析として, 慣性計測装置を用いて肘外反トルク・MER 角度・アームスピード・リリース時上肢角度を計測した。また, ハイスピードカメラを用いて Wind-up から MER において 9 項目を定性的動作分析項目として設定した。従属変数を肘外反トルク, 説明変数を身体特性, 定量的および定性的投球動作分析結果とし重回帰分析を行った。結果, 肘外反トルクの有意な関連因子として, 身長と MER 角度が抽出された。なお, 標準偏回帰係数 (b) は身長 (b=0.66), MER 角度 (b=-0.25) であった。このことから, 身長と MER 角度が肘外反トルクに影響を与えることが示唆された。MER 角度に関しては, MER 角度が減少することで肘外反トルクが増加する可能性がある。

## 緒言

投球動作は, 一般的には, Wind-up, Early-cocking, Late-cocking, Acceleration, Deceleration, Follow-through の 6 相に分類される<sup>1,2)</sup>。6 相の期間はそれぞれ, Wind-up は投球の始動からステップ脚を最大挙上 (High-knee ; 以下, HK) した瞬間。Early-cocking は HK からステップ脚が地面に接地 (Foot-plant ; 以下, FP) まで。Late-cocking は FP 時から肩関節最大外旋位 (Maximum external rotation ; 以下, MER) を示すまで。Acceleration は MER から Ball release (以下, BR) した瞬間。Deceleration は BR から肩関節最大内旋位 (Maximum internal rotation ; 以下, MIR) を示すまでであり, Follow-through は MIR 後から

腕を振り切るまでと定義されている。この投球相のうち, Late-cocking から Acceleration において投球肘障害が発生することが報告されている<sup>3)</sup>。

Fleisig<sup>4)</sup>は, MER 時に中学生 28Nm, 高校生 48Nm, 大学生 55Nm, プロ野球選手 64Nm の最大肘外反トルクが発生すると報告しており, Adam<sup>5)</sup>は, MER 時の肘外反トルクがその後の投球肘障害を引き起こす唯一のリスク因子であることを報告している。このことから, MER 時の肘外反トルクの増加は投球肘障害の特徴的な力学的パラメーターであり, 肘内側側副靭帯 (Ulnar collateral ligament ; 以下, UCL) へ度重なる過剰な肘外反トルクが加わることで UCL 損傷や裂離骨折などの器質的異常が発生するとされている<sup>1,6)</sup>。

上肢投球障害の発症要因は, (1) Overuse (投球数, イニング数など) (2) 身体的要因 (可動域や筋力などの身体機能低下) (3) 技術的要因 (不適切な投球動作) の大きく 3 つに分けられており<sup>7)</sup>, 肘外

\*1 東前橋整形外科病院リハビリテーションセンター

\*2 東前橋整形外科病院整形外科

反トルクの増加因子は、身長や体重などの身体的特性<sup>8)</sup>、球速などのパフォーマンス<sup>8)</sup>、不適切な投球動作<sup>9-11)</sup>が挙げられる。先行研究では三次元動作解析において肘外反トルクが増加する定性的な投球動作が報告されている<sup>10)</sup>。さらに、Acceleration時に投球側の肘関節が肩関節よりも低い位置にある、いわゆる“肘下がり”などの定性的な不良投球動作も肘外反トルクの増加因子として考えられている<sup>9)</sup>。

Divisら<sup>12)</sup>は、小学生から高校生を対象に、定性的な不良投球動作と肘外反トルクの関係性を調査しており、高校生において定性的な不良投球動作を認めたものは三次元動作解析において肘外反トルクが増加することを報告している。しかし、Divisら<sup>12)</sup>の研究における定性的投球動作分析の項目は、Wind-upからEarly-cockingまでの期間であり、一般的に臨床で行う投球動作分析は全相に渡って行う。また、三次元動作分析による全相の定量的動作分析と肘外反トルクとの関係性を調査した研究は存在するものの、全相に渡る定性的動作分析と肘外反トルクとの関係性を調査した研究は渉猟し得た限り見当たらない。

以上のことから、本研究は身体特性とともに定量的投球動作分析および全相に渡る定性的動作分析を説明変数として肘外反トルクにどの程度寄与するかを明らかにすることにより、投球肘障害予防の一助とすることを目的とした。

## 対象および方法

### 1. 対象

計測当日に投球に支障をきたす外傷・障害がない硬式野球部全国大会出場レベルの健常高校野球選手を対象とした。除外基準は、本研究の参加に関して同意が文書で得られないもの、部活動に参加できていないもの、医学的処置なしに投球動作を実施できないもの、医師の判断により対象として不適当と判断されたものとした。なお、本研究は東前橋整形外科病院倫理委員会の承認を得た(承認番号:2019-01)。本研究の参加に際し、全ての対象者、対象者の保護者もしくは保護者と同等のものには、ヘルシンキ宣言に従い、研究の趣旨、内容、および調査結果の取り扱いなどに関して口頭および文書にて説明して、書面にて参加の同意を得た。

### 2. 方法

事前に問診およびアンケート調査を行い、屋外グラウンドにて十分なウォーミングアップを行った。その後、18.44m先のネットに向かってセットアップポジションより直球を全力投球にて5回実施した。以下に詳細を示す。

#### 1) 基本属性

身長、体重、野球歴、ポジション、年齢、投打の利き側、既往歴、除外基準に関する項目を聴取した。

#### 2) 動作解析

##### (1) 定性的動作分析

ハイスピードカメラ(CASIO社製, EX-ZR50)を使用し、サンプリング周波数は240Hzとした。ハイスピードカメラ2台にて側方および前方から撮影した。18.44m先のネットに向かい全力投球にて直球を5回投球し、5回の投球のうち対象者が最も納得した投球動作を解析対象とした。

定性的投球動作分析項目に関しては、谷口ら<sup>11)</sup>、Divisら<sup>12)</sup>およびStevenら<sup>13)</sup>の基準を参考に①体幹側屈、②Hip-first、③Hand-under-ball、④体幹の開き、⑤足角の向き、⑥ステップ位置、⑦Top-positionにおける肩関節90度外転位(以下、TOP肩外転)、⑧体幹傾斜、⑨肘下がりの9項目を設定した(図1)。谷口ら<sup>11)</sup>、Divisら<sup>12)</sup>およびStevenら<sup>13)</sup>の基準を一部改変した各項目の陽性判定基準を表1に示す。

撮影した動画を理学療法士3名が個別に確認し不良投球動作の有無を判断した。3名のうち最も多い回答を定性的な投球動作結果として採択した。また、体幹側方傾斜角度の算出に関しては画像解析ソフト(Kinovea社製, Kinovea)を使用した。なお、本研究で動画を観察した理学療法士3名は、経験年数7年・8年・11年で野球競技経験を有し、野球部のトレーナー活動経験があるものが行った。また、投球動作分析を行うにあたって、選手の既往歴やポジション、他の観察者の結果などの情報は観察者に対して盲検化して行った。

なお、本研究を行うにあたって事前に野球経験のある健常成人男性5名の定性的動作分析を、本研究での観察者である理学療法士3名に行ってもらい、その検者間信頼性を検討した。κ係数はMER時の体幹側方傾斜で0.61となったが、その他項目に関しては1.0で、良好な信頼性を認めた。

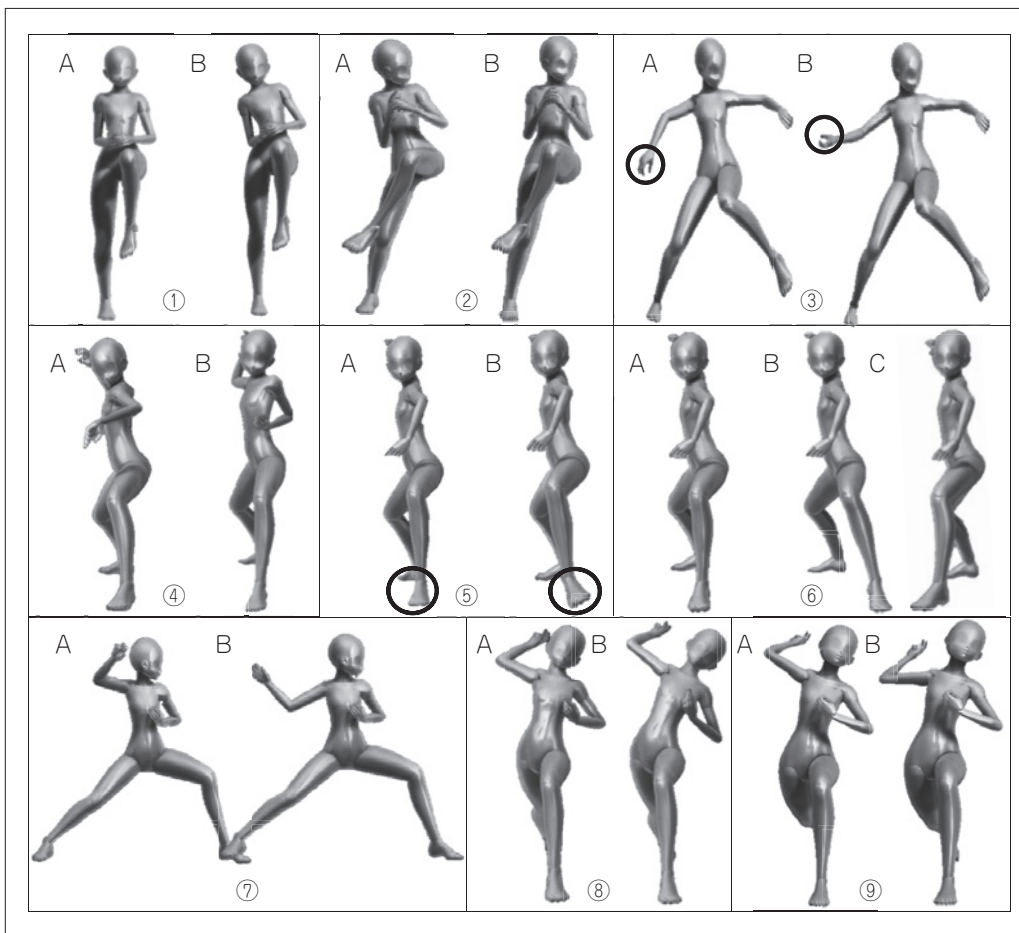


図 1 定性的動作分析項目

- ①体幹側屈, ② Hip-first, ③ Hand-under-ball, ④体幹の開き, ⑤足角の向き, ⑥ステップ位置,  
 ⑦ TOP 肩外転, ⑧ 体幹側方傾斜, ⑨ 肘下がり  
 A- 陰性 B- 陽性 (⑥のみ B-C が陽性)

表 1 陽性判定基準

		判定基準
Wind-up	①体幹側屈	HK 時の両側の肩峰の midpoint と臍部を結んだ線が臍部を通る地面への垂直線から逸脱
Early-cocking	② Hip-First	HK 以降に骨盤が体幹に先行して投球方向に移動する Hip-first が認められない
	③ Hand-under-ball	前腕が回外しボールを把持している手掌が天井を向いている
FP	④体幹の開き	足底全面が接地した瞬間に非投球側の胸部が前方カメラにて目視できる
	⑤足角の向き	ホームプレートに対して垂直でない
	⑥ステップ位置	インステップもしくはアウトステップ
Late-cocking	⑦ TOP 肩外転	FP から MER の間でボールが最高位となった瞬間を Top-position と定義し、その際の投球側肘関節が投球側肩関節を通る床への平行線に対し明らかに低い
MER	⑧体幹傾斜	体幹の中央と床への垂直線が成す角度が 25 度以上
	⑨肘下がり	投球側肘関節が両肩関節を結んだ平行線に対し明らかに低い

(2) 定量的動作分析

定性的評価を実施する際に、慣性計測装置であ

る motus BASEBALL (Motus Global 社製) のセンサーとスリーブを投球側肘関節に装着し、投球を

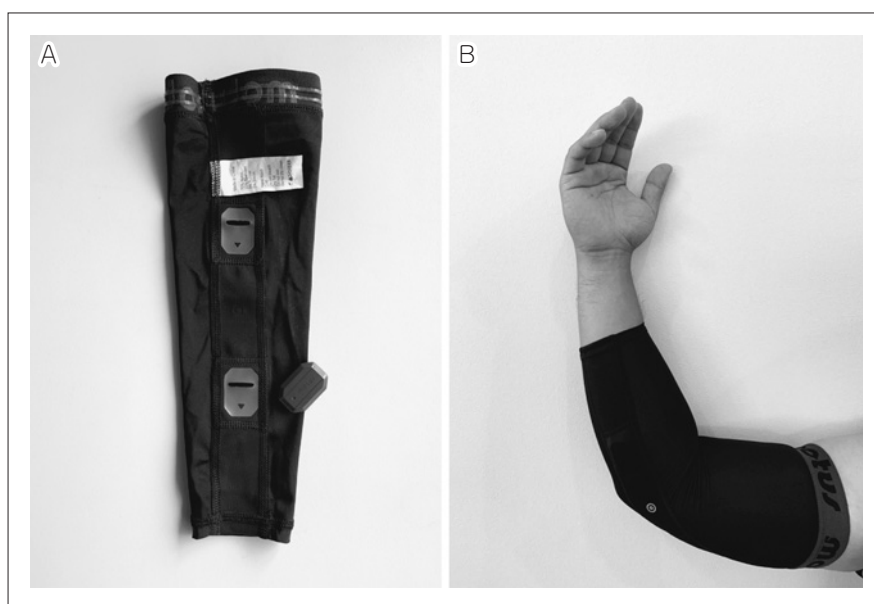


図2 motus BASEBALL

A：慣性計測装置はスリーブの内側に収納される

B：投球時にスリーブを選手の投球側に装着する

実施した(図2). motus BASEBALLは、1000Hzで記録される三軸の加速度計とジャイロスコープを搭載した着用可能な慣性計測装置であり、センサーは、重量6.9g、大きさ38mm×25mm×10mmである。センサーはMotus Global社が推奨している内側上腕から5cm遠位(2横指幅)の前腕内側部に位置させた。分析対象は定性的動作分析と同様の条件で5回投球し、対象者が最も納得した投球動作とした。データはBluetooth LEを通じて、本装置に同期したスマートフォンのアプリケーション(Motus Global社製、Motus Throw)内に送られた。

送られるデータは肘外反トルク・MER角度・アームスピード・BR時上肢角度である。肘外反トルクは、投球中のピークトルクとして定義され、Nmで算出される<sup>14)</sup>。MER角度は、地面を基準にして、肩関節90度外転位肘関節90度屈曲位であるとき0度を示す<sup>14)</sup>。アームスピードは、最大前腕回旋角速度を表し、度/秒で計測される<sup>14)</sup>。BR時上肢角度は、BR時の前腕と地面が成す角度として測定され、0度と90度はそれぞれ前腕が水平、垂直を示す<sup>14)</sup>。

なお、Christopherら<sup>14)</sup>はmotus BASEBALLの基準関連妥当性を、三次元動作解析装置との相関関係から検討しており、相関係数はそれぞれ、BR時上肢角度(0.95)、アームスピード(0.85)、

MER角度(0.94)、肘外反トルク(0.93)と報告し、良好な結果を示していた。

### 3) 統計解析

従属変数を肘外反トルク、独立変数を身体的特性(身長・体重)、定量的投球動作分析(MER角度・アームスピード・BR時上肢角度)および定性的投球動作分析(計9項目)とし、独立変数を投入する前に多重共線性を確認した後、ステップワイズ法による重回帰分析を行った。統計ソフトはR2.8.1を使用し、有意水準は5%とした。

## 結果

### 1. 基本属性

42名のうち、除外基準に当てはまらず、同意が得られた38名を対象とした。対象者の身長は $172.0 \pm 7.1$ cm、体重は $70.5 \pm 9.3$ kg、年齢は $15.5 \pm 1.3$ 歳であった。なお、内訳は右投げ31名、左投げ7名であり、ポジションは投手18名、捕手2名、内野手11名、外野手7名であった。述べ30名の選手が過去に投球時の疼痛を有しており、そのうち15名が肩関節、28名が肘関節に既往があった。

### 2. 動作解析

#### 1) 定性的動作分析(表2)

定性的動作分析結果はHand-under-ballについては全例陰性であり、最も陽性が多い項目はTOP肩外転で17名(44.7%)であった。次いで、ステッ

表 2 定量的動作分析

		陽性数 (%)	陰性数 (%)
Wind-up	①体幹側屈	6 (15.8%)	32 (84.2%)
Early-Cocking	② Hip-First	4 (10.5%)	34 (89.5%)
	③ Hand-under-ball	0 (0.0%)	38 (100.0%)
FP	④体幹の開き	10 (26.3%)	28 (73.7%)
	⑤足角の向き	6 (15.8%)	32 (84.2%)
	⑥ステップ位置	13 (34.2%)	25 (65.8%)
Late-Cocking	⑦ TOP 肩外転	17 (44.7%)	21 (55.3%)
MER	⑧体幹傾斜	10 (26.3%)	28 (73.7%)
	⑨肘下がり	4 (10.5%)	34 (89.5%)

表 3 定量的動作分析

	Mean ± SD
肘外反トルク (Nm)	39.7 ± 8.8
MER 角度 (°)	169.3 ± 10.5
アームスピード (°/sec)	893.2 ± 73.1
BR 時上肢角度 (°)	53.8 ± 14.6

SD : Standard Deviation

ステップ位置が 13 名 (34.2%)、体幹の開きおよび体幹傾斜が 10 名 (26.3%) であった。

## 2) 定量的動作分析 (表 3)

定量的動作分析結果は、肘外反トルク  $39.7 \pm 8.8$  Nm, MER 角度  $169.3 \pm 10.5$  度, アームスピード  $893.2 \pm 73.1$  度/秒, BR 時上肢角度  $53.8 \pm 14.6$  度であった。

## 3. 重回帰分析

肘外反トルクの有意な関連因子として、身長 ( $p < 0.01$ ) と MER 角度 ( $p < 0.05$ ) が抽出された (ANOVA :  $p < 0.01$ )。なお、標準偏回帰係数 (b) は身長 ( $b = 0.66$ )、MER 角度 ( $b = -0.25$ ) であった。肘外反トルク (Y) を予測する重回帰式は、 $Y = -70.46 + 0.84 \times \text{身長} - 0.21 \times \text{MER 角度}$  となった。

VIF (Variance Inflation Factor ; 分散拡大要因) は身長と MER 角度ともに 1.00, 決定係数 ( $R^2$ ) は 0.50, 自由度調整済み決定係数は 0.47 であった。

## 考 察

本研究の結果から身長 ( $b = 0.66$ ) と MER 角度 ( $b = -0.25$ ) が肘外反トルクに影響を与え、標準偏回帰係数は小さいものの MER 角度が減少することで肘外反トルクが増加することが示唆された。本研究における代表的な MER 角度減少選手と

MER 角度増大選手における肘外反トルクの一例を図 3 に示す。

本研究では、肘外反トルク  $39.7 \pm 8.8$  Nm, MER 角度  $169.3 \pm 10.5$  度であり、高校生を対象にした過去の研究<sup>4)</sup>では、肘外反トルク 48 Nm, MER 角度 174 度であったと報告している。また、本研究と同じ測定機器である motus BASEBALL を使用したプロ野球選手を対象とする過去の研究<sup>14)</sup>では、肘外反トルク 60 Nm, MER 角度 157 度であったと報告している。本研究では高校生を対象としたため、プロ野球選手を対象とした過去の研究<sup>14)</sup>と比較することは出来ないが、機器の基準関連妥当性も証明されている<sup>14)</sup>ことを踏まえ、本研究における定量的動作分析の数値は妥当なものと考えられる。

投球動作中の肘外反トルクが最大値を示すのは MER 時とされている<sup>4)</sup>。MER 時に体幹の回旋に伴いラギングバックと呼ばれる慣性の法則によってボールを把持した手部位がその場に留まり肩関節が外旋する動きが生じ、Acceleration では MER から反発を利用し肩関節を内旋方向に切り返すこととなる。MER 角度が大きい場合では反発を使用し投球できるのに対し、MER 角度が小さい場合では BR までの狭い範囲でより上肢を投球方向に向け自発的に角加速度を増加させなければパフォーマンス (速度・投球距離) を維持することが出来なくなる。そのため、ボールに加わる反力が増加することにより肘外反トルクを増加したのではないかと考えられる。つまり、本来であれば反動を使用し上肢の角加速度を生み出すのに対し、MER 角度が小さい場合ではより上肢の筋を使用し角加速度を増加させなくてはならない。投球動作中に MER 角度が減少している選手には投球数の増加に伴う筋疲労や疼痛が早期に出現する

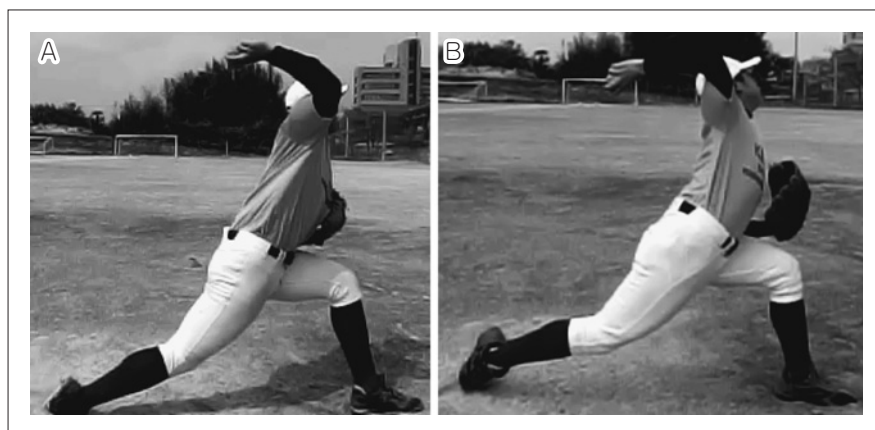


図3 MER 角度減少選手と増大選手の一例  
 A: MER 角度減少選手—MER 角度; 148 度, 肘外反トルク; 58Nm  
 B: MER 角度増大選手—MER 角度; 183 度, 肘外反トルク; 34Nm

可能性が考えられるため注意が必要である。

本研究で肘外反トルクの関連因子として身長が抽出され、先行研究<sup>8)</sup>と同様の結果を示した。本研究で使用した motus BASEBALL に同期したスマートフォンのアプリケーションは、対象者の身長・体重・年齢を入力し、それを基に肘外反トルクが変化仕様の仕様がなっている。これは身体部分慣性係数を求めるためであり、トルクを算出する上で前腕長が必要となるためである。本研究では上肢長および前腕長を計測していないが、一般的に身長が高いほど上肢長が長いことが予想される。そのため、身長が肘外反トルクの関連因子として抽出されたのではないかと考えられる。

また、本研究で用いた定性的動作分析結果は肘外反トルクの関連因子として認められなかった。本研究は谷口ら<sup>11)</sup>、Divis ら<sup>12)</sup>および Steven ら<sup>13)</sup>の方法を参考に定性的動作分析を実施した。Divis ら<sup>12)</sup>の報告では、青年期において定性的動作分析項目である Hip-first 陽性例は三次元動作解析における肘外反トルクの増加を報告している。しかし、本研究では過去の研究<sup>12)</sup>と同年代の対象者にも関わらず Hip-first 陽性例は少なかった。Hip-first に関して、過去の研究と異なる結果となった要因の一つに、人種による投法の違い<sup>2)</sup>が挙げられる。また、日本の野球指導者の特徴として、理にかなった投球動作はパフォーマンスの向上と傷害予防になるという考えのもと Early-cocking 時の股関節の動きに対する指導も多いため<sup>15)</sup>、本研究において Hip-first 陽性例が少なかった可能性がある。

しかし、陽性例が最も多かった TOP 肩外転に関しても、肘外反トルクおよび他の定性的動作分析項目との関係性は認められなかった。本研究の定性的動作分析は一時点の不良動作の有無を判断しており動作の連続性などを考慮していない。過去の研究でも一時点での不良動作の有無を判断しているが、本研究の結果から肘外反トルクの増加に係る不良動作の判定には一時点の判断には限界があると考えられる。例えば、前後の定性的動作分析結果や相ごとによどのような戦略をとって動作をしているかなどが評価項目として考えられる。

本研究の限界と今後の課題として、本研究で肘外反トルクを増加させる因子が抽出され関連性は示されたが、決定係数を見ると本研究で因子として抽出された項目以外にも肘外反トルクを説明する因子がある可能性がある。そのため、量的および定性的動作分析項目を追加し、サンプルサイズを増やすことで、より肘外反トルクに関与する因子を抽出することができる可能性がある。

また、本研究の対象者は全ポジションの選手を対象としていたためポジション特有の投球動作であったことで定性的動作分析に関して関連因子に抽出されなかった可能性が挙げられる。今後は、ポジション別での解析が今後の課題である。さらに、肘外反トルクと球速の相関関係<sup>8, 16)</sup>が報告されているため、障害予防の視点に加えてパフォーマンスとの関係性も調査する必要がある。

## ■ 結 語

肘外反トルクの有意な関連因子として、身長と

MER 角度が抽出された。MER 角度が減少することで肘外反トルクが増加することが示唆されたため、投球動作中の MER 角度が減少している選手には注意が必要と考えられる。そのため、本研究の結果は、投球肘障害の予防の一助となると考えられる。

#### 謝 辞

本研究の測定にあたって、ご協力を頂いた被検者および被検者の関係者の皆様ならびに測定のご協力を頂きました皆様に深く御礼申し上げます。

#### 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) DiGiovine NM, Jobe FW, Pink M, et al. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg.* 1992; 1: 15-25.
- 2) Escamilla R, Fleisig G, Barrentine S, et al. Kinematic and kinetic comparisons between American and Korean baseball pitchers. *Sports Biomech.* 2002; 1: 213-228.
- 3) 高原政利. 肘関節内側側副靭帯損傷(障害). *臨床スポーツ医学.* 2009; 26: 517-522.
- 4) Fleisig G, Barrentine S, Zheng N, et al. Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *J Biomech.* 1999; 32: 1371-1375.
- 5) Adam W, Brandon D. Correlation of Torque and Elbow Injury in Professional Baseball Pitchers. *Am J Sports Med.* 2010; 38: 1368-1374.
- 6) Tajika T, Kobayashi T, Yamamoto A, et al. A clinical and ultrasonographic study of risk factors for elbow injury in young baseball players. *J Orthop Surg.* 2016; 24: 45-50.
- 7) Oyama S. Baseball pitching kinematics, joint loads, and injury prevention. *J Sport Health Sci.* 2012; 1: 80-91.
- 8) Olsen S, Fleisig G, Dun S, et al. Risk Factors for Shoulder and Elbow Injuries in Adolescent Baseball Pitchers. *Am J Sports Med.* 2006; 34: 905-912.
- 9) 瀬戸口芳正. 投球フォームと肩・肘障害. *臨床スポーツ医学.* 2013; 30: 831-839.
- 10) Aguinaldo L, Chambers H. Correlation of throwing mechanics with elbow valgus load in adult baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2015; 37: 2043-2048.
- 11) 谷口 丈, 小野竜也, 佐藤彰博. 投球障害肘における肘下がりの要因. *東北理学療法学.* 2014; 26: 105-110.
- 12) Divis J, Limpisvasti O. The Effect of Pitching Biomechanics on the Upper Extremity in Youth and Adolescent Baseball Pitchers. *Am J Sports Med.* 2015; 37: 1484-1491.
- 13) Steven F, Charles A, Peter K, et al. Two-Dimensional Video Analysis of Youth and Adolescent Pitching Biomechanics: A Tool For the Common Athlete. *Curr Sports Med Rep.* 2016; 15: 350-358.
- 14) Christopher L, Travis G, Fleisig S, et al. The Relation of Throwing Arm Mechanics and Elbow Varus Torque. *Am J Sports Med.* 2017; 45: 3030-3035.
- 15) 松尾知之, 平野裕一, 川村 卓. 発話解析から探る欠陥動作の連関性: 投球解説の発話共起度によるデータマイニング. *体育学研究.* 2013; 58: 195-210.
- 16) Hurd JW, Jazayeri R, Mohr K, et al. Pitch Velocity Is a Predictor of Medial Elbow Distraction Forces in the Uninjured High School-Aged Baseball Pitcher. *Sports Health.* 2012; 4: 415-418.

---

(受付: 2020年10月14日, 受理: 2021年9月2日)

## Considering the factors affecting elbow valgus torque during pitching in high school baseball players

Nishi, R.<sup>\*1</sup>, Obokata, Y.<sup>\*1</sup>, Kamatani, K.<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Higashimaebashi Orthopedic Hospital, Rehabilitation Center

<sup>\*2</sup> Higashimaebashi Orthopedic Hospital, Orthopedic

**Key words:** Pitching, qualitative motion analysis, biomechanics

**[Abstract]** (Objectives) The purpose of this study was to clarify the influence of quantitative and qualitative motion analysis results on elbow valgus torque during pitching.

(Methods) We analyzed quantitative and qualitative pitching motion analysis using high-speed cameras and Inertial Measurement Unit (IMU) in 38 healthy high school baseball players. The dependent variable of valgus torque and the independent variables of physical characteristics and quantitative/qualitative analysis results of pitching motion were used to perform multiple regression analysis.

(Results) The results of multiple regression analysis were height ( $p < 0.01$ ) and Maximum External Rotation (MER) angle ( $p < 0.05$ ) as significantly related factors of elbow valgus torque. The standard partial regression coefficients ( $b$ ) were height ( $b = 0.66$ ) and MER angle ( $b = -0.25$ ).

(Conclusion) The results of this study suggest that height and MER angle affect elbow valgus torque. There is a possibility that elbow valgus torque may increase as the MER angle decreases.