

中学野球選手における ステップ脚股関節の力学的仕事量と球速の関連

Relationship between ball velocity and the mechanical power in the hip joint of junior high school baseball pitchers

内田智也*¹, 古川裕之*¹, 松本晋太郎*¹, 小松 稔*¹
佃美智留*¹, 土定寛幸*¹, 大久保吏司*², 藤田健司*¹

キー・ワード：Pitching motion, ball velocity, three-dimensional motion analysis
投球動作, 球速, 三次元動作解析

【要旨】 【目的】本研究は投球動作の中でも体幹および上肢関節の動作に影響を与えるとされる股関節動作に着目し、投手のパフォーマンスの指標となる球速と軸脚およびステップ脚股関節動作との関連を運動学および運動力学的な観点から明らかにすることを目的とした。【方法】中学野球選手の投手 35 名の投球動作解析で得られた軸脚およびステップ脚股関節の力学的仕事量と球速の相関関係を検討した。【結果】軸脚においては矢状面上の運動方向における負仕事量のみ有意な相関が認められ、ステップ脚においては矢状面上の運動方向における負仕事量、前額面上の運動方向における正仕事量、水平面上の運動方向における負仕事量に有意な相関が認められた。【考察】中学野球選手において、球速を増大させるには軸脚股関節伸筋群の遠心性筋発揮、ステップ脚股関節内転筋群の求心性筋発揮と伸筋群および内外旋筋群の遠心性筋発揮を高めることが重要であると考えられた。

緒 言

スポーツ医学の分野において、野球に関連する研究は投球障害の発生機序や危険因子を検討したものから¹⁻³⁾、投球動作のメカニズムを検討したものなど様々であり⁴⁻⁶⁾、投球障害からの復帰を目的としたアプローチの指針となり得る知見も数多く報告されている。

しかしながら、スポーツ現場においては投球障害を未然に防ぐことのみならず指導者や選手からパフォーマンス向上に関する情報を求められることも多い。中でも、投手からは「球速を高めるために必要なことは何か？」などの質問を受けることが多いことから、そのようなパフォーマンス向上に関わる検討を行うことも重要である。

投球動作は運動連鎖に基づく全身運動であり、

良好な投球動作を遂行するためには下肢関節動作に着目することも重要となる。スポーツ現場においてもそのことは周知されているが^{7,8)}、指導者が選手に動作指導を行う際には「下半身を使う」「体重移動が不十分である」などの抽象的な表現が用いられる機会は多く、選手自身がその表現を十分に理解しているとは言い難い。そのため、指導者の感覚的および抽象的な表現を運動学および運動力学的観点から分析し動作指導の科学的根拠を示すことはスポーツ現場に理学療法を応用する一つの方法となり得ると考えられる。

投手のパフォーマンスの指標となる球速に関する因子を検討した報告は散見され、骨格筋量やBMIなど体格が関与すること⁹⁾や床反力計や三次元動作解析装置を用いて投球動作分析との関連を報告したものなど様々である¹⁰⁻¹²⁾。

しかし、これらの報告は高校生以上の選手を対象としたものが多く、中学生以下の選手を対象とした報告は少ない。投球動作は各年代によりその

*1 藤田整形外科・スポーツクリニック

*2 神戸学院大学総合リハビリテーション学部

特徴は異なり，高校生以上の選手における特徴が中学生年代の選手でも同様の傾向を示すかは定かではない。また，関節角度や関節角速度などの運動学的な指標と球速の関連を検討した報告は多いが，関節トルクや関節トルクパワーなどの運動力学的な指標を用いた報告は少ない。

よって，若年者を対象に運動学および運動力学的指標と球速の関連を明らかにすることは，投球動作の分析やその改善を目的としたトレーニングを行うことが投球障害の治療や予防のみならずパフォーマンス向上の一助となることを示し得ると考えられる。そこで，本研究は投球動作の中でも体幹および上肢関節の動作に影響を与えるとされる股関節動作に着目し，投手のパフォーマンスの指標となる球速と軸脚およびステップ脚股関節動作との関連を運動学および運動力学的な観点から明らかにすることを目的とした。

■ 方 法

対象

対象は当院が主催するメディカルチェックに参加した中学野球選手の投手 35 名であった。対象校の競技レベルは県大会以上の大会に出場する学校から，市内大会レベルの学校まで様々であったが，対象者は各校のエース格の選手が中心であった。除外基準は左投げ，疼痛により全力投球困難なもの，肩関節・肘関節の手術歴があるもの，サイドスロー・アンダースローのもの，ステップ脚の接地位置が過度にインステップやアウトステップを呈するものとした。なお，過度なインステップは Foot Contact (FC) 時に軸脚第 2 末節骨のマーカよりステップ脚踵骨のマーカが前方（三塁側）に接地することとし，過度なアウトステップは FC 時にステップ脚第 2 末節骨のマーカが軸脚踵骨のマーカより後方（一塁側）に接地することと定義した。

そして，全ての対象者の保護者及び指導者に本研究の目的，個人情報保護等について口頭及び文書で説明し，文書にて同意を得た。なお，本研究は藤田整形外科・スポーツクリニック倫理委員会の承認を得て行われた（承認番号：171127-1）。

投球動作解析

投球動作の測定は屋内実験室で行い，上方に 6 台，下方に 4 台の合計 10 台の赤外線カメラを備えたモーション・キャプチャー・システム (MAC3

D system : Motion Analysis 社製) 及び床反力計 (Kistler 社製) を用いた。

対象者には 10 分間のウォーミングアップの後に，全身に 49 個の赤外線反射マーカ (直径 12 mm) を貼付した。マーカの貼付位置は頭頂，頭部前方・後方，第 7 頸椎，第 10 胸椎，胸骨柄，剣状突起，仙骨，右肩甲棘中央，左右の肩峰，肘関節内側上顆及び外側上顆，尺骨茎状突起，橈骨茎状突起，第 3 中手骨頭，上前腸骨棘，上後腸骨棘，大転子，膝関節内側上顆及び外側上顆，足関節内果及び外果，踵骨，第 1 中足趾節関節，第 2 中足趾節関節，第 5 中足趾節関節，第 2 末節骨，大腿中央外側 (膝関節外側上顆と大転子の中央)，下腿中央外側 (足関節外果と膝関節外側上顆の中央) とした。測定に取り込み周波数は 250Hz とし，測定動作として，対象者に 5 メートル先のネットに向けてフォースプレート上で 4 球の全力投球を行わせ，その際の球速をマルチスピードテスター II (SSK 社製) によって測定した。全ての対象者には「試合同様にストレートを全力投球するように」口頭で指示し，その中で最高速度を記録した試技を解析に使用した。

データ解析はモーション・キャプチャー・システムによって得られたデータから筋骨格モデル動作解析ソフト nMotion (nac 社製) で被験者の身体寸法に合わせてスケーリングされた筋骨格モデルを作成し，逆運動学解析を行いモデルの各身体部位の座標位置や各関節角度を算出した。さらに，逆動力学解析を行い，床反力計から得られた外力データから，筋骨格モデルの関節トルク (Joint Torque : JT) を算出した。さらに，nMotion から抽出された軸脚およびステップ脚股関節の矢状面・前額面・水平面上の各運動方向における関節角度を時間微分することで関節角速度 (Joint Angular Velocity : JAV) を算出し，それぞれの JAV と JT の内積から関節トルクパワー (Joint Torque Power : JTP) を算出した。

本研究における解析区画は非投球側膝関節外側上顆に貼付したマーカの垂直方向の座標値が最高値を示したフレーム (Knee High : KH) からステップ脚接地時に垂直方向の床反力が 10N を超えたフレーム (FC) までの Early cocking 期を第 1 区画¹³⁾，そこから投球側第 3 中手骨頭に貼付したマーカの加速度が最大値を示したフレーム (Ball Release : BR) までの Late cocking 期から

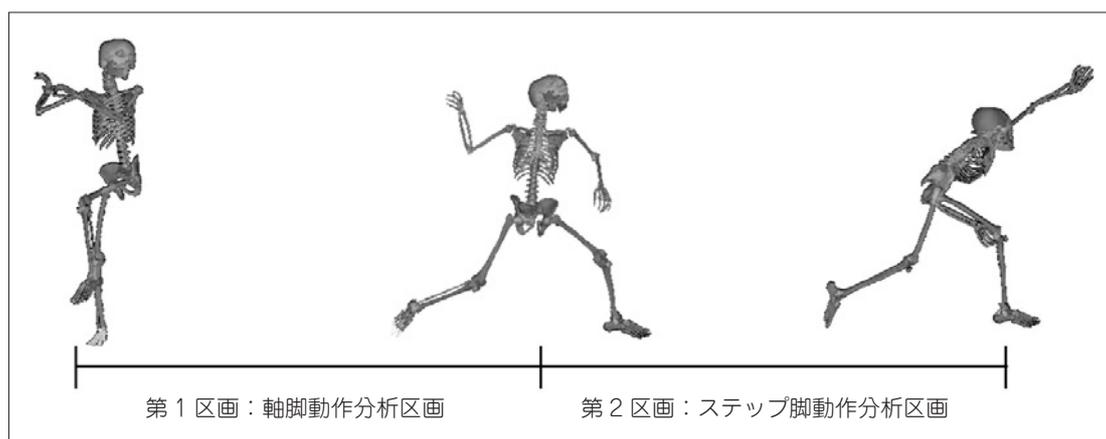


図1 解析区画

Acceleration 期までを第2区画と規定し、得られた各対象者のデータをそれぞれの時間軸で正規化した後に解析を行った(図1)。各運動方向の符号は屈曲・内転・内旋を正、伸展・外転・外旋を負と、JT および JTP は体重で除した値を解析に使用した。

本研究では矢状面・前額面・水平面上それぞれの運動方向におけるパワー発揮の大きさを算出するべく、JTP を数値積分することで得られる力学的仕事量の正仕事量および負仕事量を解析に使用し、軸脚は第1区画における力学的仕事量を採用し、ステップ脚は第2区画における力学的仕事量を採用して解析を行った。

統計処理

球速と三方向の運動それぞれの正仕事量および負仕事量の関連をピアソンの積率相関係数を用いて検討し、その際の統計学的有意水準は危険率5%未満とした。なお、解析はエクセル統計2010(社会情報サービス社)を使用して行った。

結果

包含基準を満たした対象者は25名であり、対象者の平均年齢は 13.5 ± 0.6 歳、平均身長は 164.1 ± 7.8 cm、平均体重は 54.3 ± 10.0 kg、野球の経験年数は4年間のものが4名、5年間以上のものが21名であった。なお、経験年数と球速の間に有意な関連はなかった。

まず、全ての対象者の第1区画内の軸脚動作におけるJAV、JT、JTPの経時的推移を図2に示す。なお、図の横軸における0%はKH、100%はFCの時点を指す。各指標の推移から、矢状面上

の運動では、約70%pitchまでは伸展筋群の遠心性筋発揮、それ以降は伸展筋群の求心性筋発揮によるパワー発揮であった。前額面上の運動では、約40%pitchから約90%pitchまでは外転筋群の求心性筋発揮、それ以降は内転筋群の遠心性筋発揮によるパワー発揮であった。水平面上の運動では、前半はJAV・JT・JTP共に低値を示していたが、約90%pitch以降は外旋筋群の求心性筋発揮によるパワー発揮であった。

そして、軸脚の力学的仕事量の平均値および球速との相関係数を表1に示す。軸脚においては矢状面上の運動方向における負仕事量のみに関連が認められ、その相関係数は -0.45 であった。

次に、第2区画内のステップ脚動作におけるJAV、JT、JTPの経時的推移の平均値を図3に示す。なお、図の横軸における0%はFC、100%はBRの時点を指す。各指標の推移から、矢状面上の運動では、約80%pitchまでは伸展筋群の遠心性筋発揮、それ以降は伸展筋群の求心性筋発揮によるパワー発揮であった。前額面上の運動では、約60%pitchまでは内転筋群の求心性筋発揮、それ以降は外転筋群の遠心性筋発揮によるパワー発揮であった。水平面上の運動では、約40%pitchでJAV・JTP共に符号が入れ替わっており、前半は内旋筋群の遠心性筋発揮、後半は外旋筋群の遠心性筋発揮によるパワー発揮であった。

そして、ステップ脚の力学的仕事量の平均値および球速との相関係数を表2に示す。ステップ脚においては矢状面上の運動方向における負仕事量、前額面上の運動方向における正仕事量、水平面上の運動方向における負仕事量に有意な相

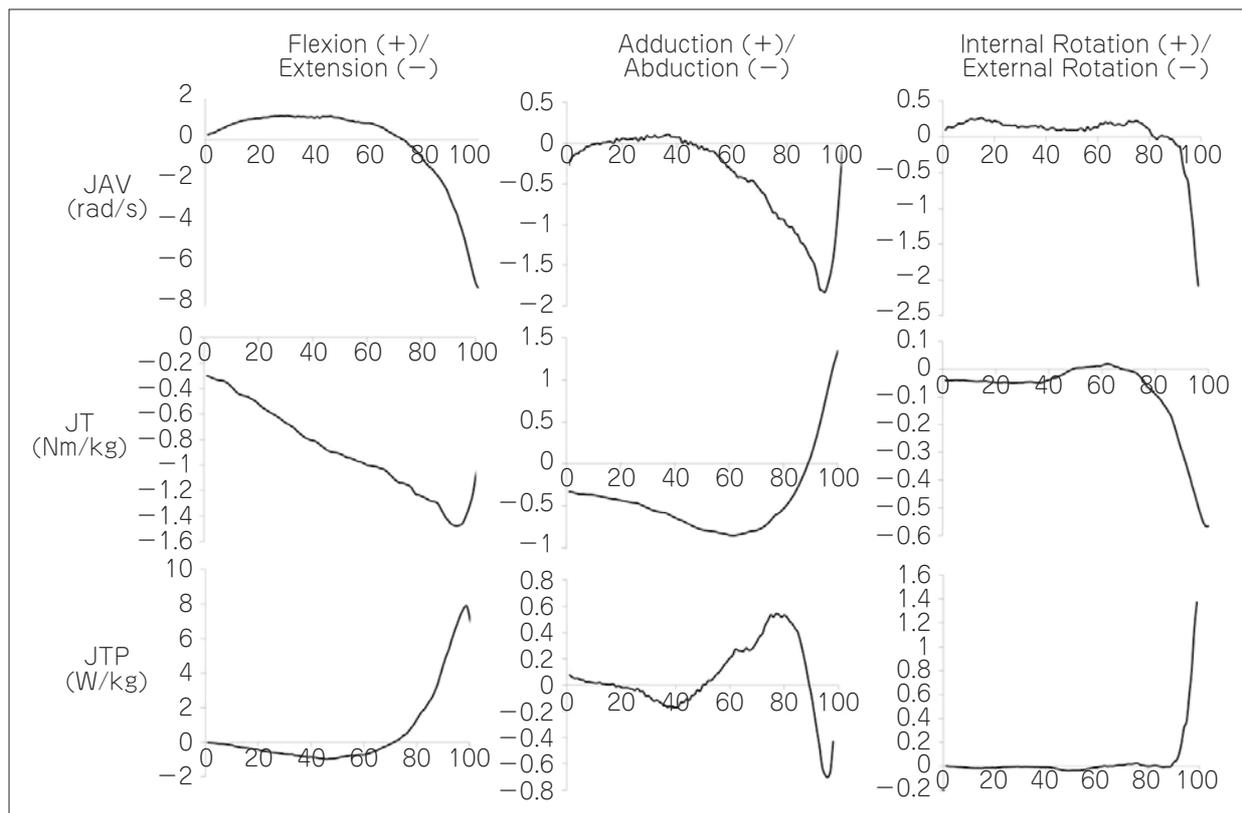


図2 軸脚動作の経時的推移 (上段：JAV，中段：JT，下段：JTP，左列：屈曲－伸展，中列：内転－外転，右列：内旋－外旋)

表1 軸脚動作における球速との相関表

Parameter	Mean ± SD (J/kg)	r	P
Hip Sagittal Plane (Positive Work)	0.47 ± 0.34	-0.02	0.94
Hip Sagittal Plane (Negative Work)*	-0.20 ± 0.12	-0.45	0.02
Hip Coronal Plane (Positive Work)	0.12 ± 0.04	-0.14	0.49
Hip Coronal Plane (Negative Work)	-0.09 ± 0.01	0.09	0.70
Hip Transverse Plane (Positive Work)	0.04 ± 0.07	0.12	0.57
Hip Transverse Plane (Negative Work)	-0.01 ± 0.06	0.09	0.67

* : p<0.05

関が認められ、それぞれの相関係数は-0.53, 0.48, -0.49であった。

考 察

JTPの解釈として、阿江ら¹⁴⁾はJTおよびJTPなどのパラメーターを動作と関連付けて解釈する場合には、大きさの他にその正負を考慮する必要があると述べている。たとえば、矢状面上の運動ではJTが負(伸展トルクの発揮)であり、JAVが正(屈曲角速度の増大)であれば、それらの内積によりJTPは負となるが、この場合には、股関節伸展筋群が遠心性筋活動によりパワーを発揮し

ていると解釈される。一方で、JTが負(伸展トルクの発揮)であり、JAVも負(伸展角速度の増大)であれば、JTPは正となるが、この場合は股関節伸展筋群が求心性筋活動によりパワーを発揮していると解釈することが出来る。このように、JTが同じ符号を示す場合でも、JAVの符号の違いにより対象となる筋群の活動様式は変化しており、JTPは大きさのみに着目するのではなく、その正負に着目すべき指標であるという解釈の基、本研究の結果を考察していく。

投球動作は運動連鎖に基づく全身運動であり、一般的にWind up期からFollow through期に分

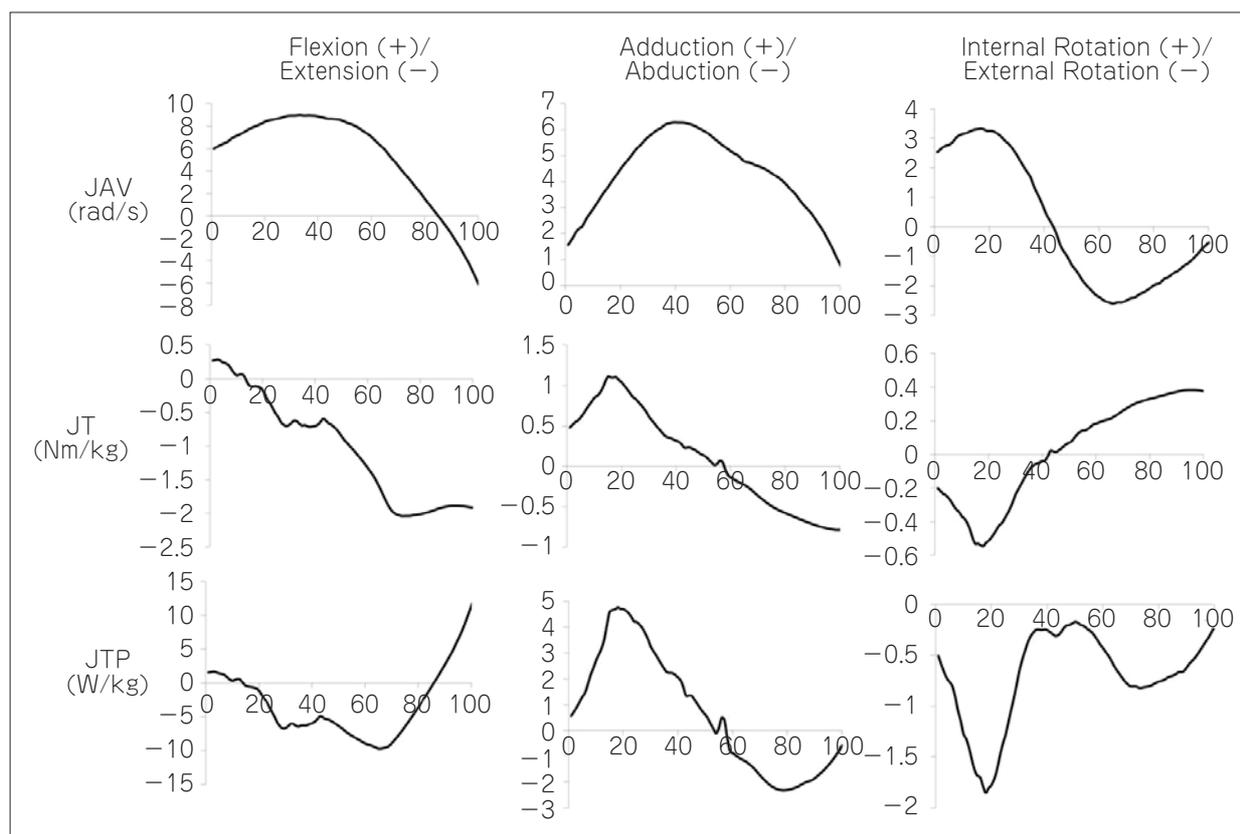


図3 ステップ脚動作の経時的推移 (上段：JAV, 中段：JT, 下段：JTP, 左列：屈曲－伸展, 中列：内転－外転, 右列：内旋－外旋)

表2 ステップ脚動作における球速との相関表

Parameter	Mean ± SD (J/kg)	r	P
Hip Sagittal Plane (Positive Work)	0.72 ± 0.33	0.003	0.99
Hip Sagittal Plane (Negative Work)**	-1.94 ± 1.04	-0.53	0.006
Hip Coronal Plane (Positive Work)*	0.67 ± 0.22	0.48	0.016
Hip Coronal Plane (Negative Work)	-0.35 ± 0.28	0.20	0.33
Hip Transverse Plane (Positive Work)	0.02 ± 0.04	-0.10	0.62
Hip Transverse Plane (Negative Work)*	-0.29 ± 0.16	-0.49	0.013

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

類され、各位相において軸脚およびステップ脚それぞれの動作が骨盤・体幹および上肢関節に影響を及ぼすことが報告されている¹⁵⁾。

Wind up 期から Early cocking 期は軸脚による投球方向への重心の並進運動が行われる位相である。この位相における軸脚は股関節伸展トルクを発揮して身体を保持し、スムーズに重心を下降させるような働きをしていると報告されていることから¹⁵⁾、Early cocking 期までの位相における軸脚動作の役割は股関節屈曲動作を保持することで下肢関節から産出される力学的エネルギーを増大さ

せることが挙げられる。また、この位相は投球動作の約6割を占めており、比較的運動速度が遅く、動作の修正を行い易い位相であることから Early cocking 期の軸脚動作を修正することが Late cocking 期以降の投球動作の改善に有効であると考えられており、投球動作の指導においては重要な着眼点であることが報告されている⁸⁾。

本研究ではその軸脚動作と球速の関連を明らかにするべく、股関節の力学的仕事量に着目し検討したところ、矢状面上の運動方向における負仕事量と球速に中等度の負の相関が認められた。すな

わち, Early cocking 期において, 軸脚股関節伸展筋群の遠心性筋発揮が大きければ球速が増大するという傾向が示された。

我々は過去に, 良好な投球動作を遂行するためには Early cocking 期に股関節屈曲位を保持するべく, 伸展筋群の活動を意識することが重要であることを報告しており, 球速の大きかった選手はこの位相における伸展筋群の遠心性筋発揮を増大させることで身体重心を軸脚側に保持していたことが推察される。また, この位相で骨盤が早期回旋する動作はパフォーマンス低下や上肢関節へのメカニカルストレスを増大させると報告されており¹⁶⁾, その動作を改善させるためにも Early cocking 期において軸脚側に身体重心を保持することは良好な投球動作獲得に繋がると考えられている¹⁷⁾。大学野球選手を対象とした報告の中でも, 投球速度の大きい投手は投球方向へ上体を突っ込まないように体幹を軸脚側に保持しながら体重移動を行っていたとされていることから, 投球動作の始点となる Early cocking 期において, 良好な軸脚動作を獲得することはパフォーマンスに影響を与えるものであると考えられる。

したがって, 本研究で得られた軸脚股関節伸展筋群の遠心性筋発揮を高めることが球速の増大に繋がるという相関関係は大学生のみならず若年者にも適応される特徴であり, パフォーマンス向上の観点から投球動作を分析する際には Early cocking 期の矢状面上の運動に着目することが重要であることが示唆された。

次に, ステップ脚においては矢状面上の運動方向における負仕事量, 前額面上の運動方向における正仕事量, 水平面上の運動方向における負仕事量に有意な相関が認められた。すなわち, 内転筋群の求心性筋発揮と伸展筋群および回旋筋群の遠心性筋発揮の大きさが球速増大に寄与するという傾向が示された。

Late cocking 期以降のステップ脚は大きく分けて「身体の固定」および「力学的エネルギーの産生」といった役割がある¹⁵⁾。中でも, 股関節動作は Early cocking 期までの並進運動を回転運動に変換するために働き, フットコンタクト以降の股関節内転角速度が運動連鎖の効率を高めるために重要な役割を示すとされており¹⁸⁾, 大学野球選手ではフットコンタクト以降のステップ脚内転による力発揮が球速の増大に寄与することが報告されて

いる¹⁰⁾。

さらに, Matsuo と Escamilla ら¹⁹⁾は大学生やプロ野球選手といったハイレベルな投手を対象に球速の速い選手と遅い選手の投球動作を比較したところ, 球速の高い選手の特徴として Ball release 時の体幹屈曲角度が大きかったことおよびステップ脚膝関節の屈曲角度を保持していることが挙げられたと報告している。また, スポーツ現場では「Ball release 時のリリースポイントを前方(本塁側)にしなさい」という指導用語が多く用いられることから, Acceleration 期においてステップ脚の膝関節が固定された姿勢での骨盤の前傾, すなわち股関節伸展筋群の遠心性筋発揮によるパワー発揮が重要であると推察される。

以上のことから, 前額面上の運動方向における正仕事量および矢状面上・水平面上の運動方向における負仕事量と球速に相関がみられたことは球速の増大には Late cocking 期にステップ脚股関節内転運動の力発揮を高めることや Acceleration 期に膝関節が固定された姿勢で股関節および体幹の屈曲角度を増大させるために伸展筋群および内外旋筋群の遠心性筋発揮が生じることが重要であると考えられた。

これまで, 投球動作の分析は数多く報告されているが, その対象は大学生などのハイレベルな選手であったことが多く, その結果が若年者にも適応されるか否かは明らかになっていなかった。そのため, 今回の結果は過去の報告と類似する部分も多いことから, 軸脚およびステップ脚の下肢関節動作を改善させることは球速を増大させるメカニズムの一つに挙げられるものであり, それは幅広い年代に適応されるものであると考えられた。

スポーツ現場において, 指導者が選手の動作を指導する際には様々な野球用語が用いられているが指導歴の長い指導者ほどその指摘が本質的な着眼点であることは多いと考えられる。本研究の結果は一般的に指導者が用いる指導用語を支持する結果が得られたことから, 野球の指導用語が指す運動の意味合いを運動力学的な指標を用いて検討することで科学的に表現することが出来たのではないかと考えられる。さらに, 投球障害発生の危険因子を検討した報告でも, 近年は股関節機能が投球障害発生に関与することやその機能改善を目的としたエクササイズにより投球障害発生率を低下させられたことなどが示されていることか

ら²⁰⁾、今回着目した軸脚およびステップ脚の股関節動作を改善することは投球障害の予防にも繋がる可能性があり、投球障害のリハビリテーションにおいても有用な知見であると予測される。

今後はパフォーマンス向上および投球障害予防のどちらの観点にも着目した研究を通して、スポーツ現場で指導者や選手が求める情報を選手に還元することが理学療法をスポーツ分野で応用する上で重要なことであると考えられた。

本研究の限界は測定環境が室内実験室であり、実際のマウンド上での投球を行っていないことである。マウンドからの投球と平地からの投球において、股関節および膝関節動作に差がなかったことは報告されているものの、結果に少なからず影響を与えた可能性は否定できない。さらに、今回は関節角度および床反力計から得られる外的データから逆動力学解析を行うことで関節トルクが導かれ、その結果から筋出力を推察する方法に基づいており、今回の結果は上肢関節や対側下肢関節など様々な影響を受けて算出されたものであることを理解しておく必要がある。その上で、今回の結果が投球動作指導およびその改善のためのトレーニングを再考する基礎的な資料となることを期待したい。

謝 辞

本研究にご協力いただいた、神戸市中学校体育連盟野球部の指導者の先生方および選手に深謝いたします。なお、本研究は平成 29 年度兵庫県理学療法士協会研究助成を受けて行った。

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) Sakata J, Nakamura E, Suzukawa M, et al. Physical risk factors for a medial elbow injury in junior baseball players. A prospective cohort study of 353 players. *Am J Sports Med.* 2017; 45: 135-143.
- 2) Lyman S, Fleisig GS, Waterbor JW, et al. Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33: 1803-1810.
- 3) 原田幹生, 高原正利, 村 成幸, 他. 少年野球選手の野球肘の発症に関する危険因子の検討. *日本肘関節学会雑誌.* 2007; 14: 172-175.
- 4) Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, et al. Kinetic of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med.* 1995; 23: 233-239.
- 5) Campbell BM, Stodden DF, Nixon MK. Lower extremity muscle activation during baseball pitching. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 964-971.
- 6) Aguinaldo AL, Chambers H. Correlation of throwing mechanics with elbow valgus load in adult baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2009; 37: 2043-2048.
- 7) 松尾知之. 競技復帰のための投球フォーム—指導者の経験知とバイオメカニクス研究の融合点から探る—. *臨床スポーツ医学.* 2012; 29: 313-319.
- 8) 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.
- 9) Yamada Y, Yamashita D, Yamamoto S, et al. Whole-body and segmental muscle volume are associated with ball velocity in high school baseball pitchers. *J Sports Med.* 2013; 4: 89-95.
- 10) 蔭山雅洋, 鈴木智晴, 杉山 敬, 他. 大学野球投手における下肢関節の力学的仕事量と投球速度との関係. *体育学研究.* 2015; 60: 87-102.
- 11) Solomito MJ, Garibay EJ, Woods JR, et al. Lateral trunk lean in pitchers affects both ball velocity and upper extremity joint moments. *Am J Sports Med.* 2015; 43: 1235-1240.
- 12) Kageyama M, Sugiyama T, Takai Y, et al. Kinematic and Kinetic Profiles of Trunk and Lower Limbs during Baseball Pitching in Collegiate Pitchers. *J Sports Sci Med.* 2014; 13: 742-750.
- 13) Oyama S, Yu B, Blackburn JT, et al. Effect of excessive contralateral trunk tilt on pitching biomechanics and performance in high school baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2013; 41: 2430-2438.
- 14) 阿江通良, 藤井範久. よい動きのバイオメカニクスの原則 2. In: *スポーツバイオメカニクス 20 講.* 第 1 版. 東京: 朝倉書店; 119-130, 2002.
- 15) 島田一志, 阿江通良, 藤井範久. 野球のピッチング動作における体幹および下肢の役割に関するバイオメカニクスの研究. *バイオメカニクス研究.* 2000; 4: 47-60.
- 16) Aguinaldo AL, Buttermore J, Chambers H. Effects of upper trunk rotation on shoulder joint torque among baseball pitchers of various levels. *J Appl*

- Biomech. 2007; 23: 42-51.
- 17) 内田智也, 大久保吏司, 古川裕之, 他. 投球動作におけるフットコンタクト時の軸足股関節屈曲角度と骨盤回旋の関係. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2017; 25: 333-338.
- 18) 宮下浩二, 小林寛和, 横江清司. 投球動作で要求される下肢関節機能に関する検討. Journal of Athletic Rehabilitation. 1999; 2: 65-72.
- 19) Matsuo T, Escamilla RF, Glenn SF, et al. Comparison of kinematic and temporal parameters between different pitch velocity groups. J Appl Biomech. 2001; 17: 1-13.
- 20) Sakata J, Nakamura E, Suzuki T, et al. Efficacy of a Prevention Program for Medial Elbow Injuries in Youth Baseball Players. Am J Sports Med. 2018; 46: 460-469.
-
- (受付: 2019年7月9日, 受理: 2020年3月2日)

Relationship between ball velocity and the mechanical power in the hip joint of junior high school baseball pitchers

Uchida, T.^{*1}, Furukawa, H.^{*1}, Matsumoto, S.^{*1}, Komatsu, M.^{*1}
Tsukuda, M.^{*1}, Donjo, H.^{*1}, Okubo, S.^{*2}, Fujita, K.^{*1}

^{*1} Fujita Orthopaedic & Sports Clinic

^{*2} Department of Rehabilitation, Kobegakuin University

Key words: Pitching motion, ball velocity, three-dimensional motion analysis

[Abstract] Purpose: The purpose of this study was to investigate the relationship between ball velocity and the mechanical power in the hip joint of young baseball pitchers.

Method: A total of 35 young baseball pitchers aged 12 to 14 years participated in this study. The pitching motion was analyzed using a 3-dimensional motion analysis system. The mechanical power was calculated by inverse dynamics analysis. The relationship between ball velocity and the mechanical power was analyzed using Pearson's correlation coefficient.

Result: Ball velocity was significantly correlated with a negative work in the sagittal plane of the pivot and stride legs and the transverse plane of the stride leg, and a positive work in the coronal plane of the stride leg.

Conclusion: This study indicate that increasing mechanical power of hip joint in the pitching are important to increase ball velocity.