

中学生野球選手を対象とした Deep squat の動作分析

ANALYSIS OF DEEP SQUAT FOR JUNIOR HIGH SCHOOL BASEBALL PLAYERS

遠 藤 康 裕¹⁾

Yasuhiro ENDO

キーワード：成長期野球選手、しゃがみ込み、機能的動作

Key words : adolescent baseball players, deep squat, functional movement

要 旨

- [目的] 本研究はDeep squat時の足・膝・股関節、骨盤、体幹の運動について、成長期野球選手の特徴を明らかにし、評価方法としての有用性を検討することを目的とした。
- [方法] 対象は軟式野球部に所属する男子中学生25名とした。動作課題は上肢挙上位で膝最大屈曲位までのしゃがみ込み動作（Deep squat）とし、膝最大屈曲時の足関節背屈、膝関節屈曲、股関節屈曲、骨盤後傾、体幹前傾、肩関節屈曲角度を算出した。統計学的解析では、各関節角度間の関連をSpearmanの順位相関係数を用いて検討した。
- [結果] 足関節背屈と膝関節屈曲、膝関節屈曲と骨盤後傾の間に有意な正の相関が認められた。また、股関節屈曲と骨盤後傾、膝関節屈曲と体幹前傾の間に有意な負の相関が認められた。
- [考察] 今回の結果からは股関節屈曲が小さいことが骨盤後傾を大きくさせ、膝関節屈曲が小さいことが体幹前傾を大きくさせることが示唆された。
- [結論] Deep squatでの足関節、膝関節、股関節、骨盤、体幹の運動を評価することによって、野球選手の姿勢、動作の問題点を明らかにする一手段となり得ると考えた。

Abstract

[Introduction] The purpose of this study was to clarify the characteristics of adolescent baseball players and to examine the usefulness as evaluation method on the movement of the

1) 仙台青葉学院短期大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻
受理日：2018年7月31日

foot, knee, hip joint, pelvis and trunk during deep squat.

[Methods] Twenty-five male junior high school baseball players participated in this study. The motion task was defined as deep squat at upper extremity elevation, and ankle dorsiflexion, knee flexion, hip flexion, pelvic tilt, trunk tilt, and shoulder flexion angle were calculated at maximum knee flexion. Using Spearman's rank correlation, we calculated bivariate correlations between each joint angle.

[Results] There was a significant positive correlation between ankle dorsiflexion and knee flexion, knee flexion and pelvic posterior tilt. There was also a significant negative correlation between hip flexion and pelvic posterior tilt, knee flexion and trunk forward tilt.

[Discussion] In this study, it was suggested that the smaller flexion of the hip increases pelvic posterior tilt, and the smaller flexion of the knee increases the trunk forward tilt.

[Conclusion] Evaluating the movements of the ankle, knee, hip, pelvis and trunk in deep squat is useful for clarifying problems of posture and movement of baseball players.

1. はじめに

野球選手の肩関節、肘関節の障害頻度は高く、若年期からの過剰な練習や投球、誤った動作による障害発生が問題となっている。若年期の選手は身体的に脆弱でありより障害のリスクが高く、またその後の競技生活に影響を及ぼすことが多い。

アメリカのマイナーリーグや大学生野球選手では10試合あたり1.79件、投球の練習1000時間あたり1.09~1.9件障害が生じていると報告されている¹⁾。それに対し、若年期であるリトルリーグの選手の約半数はシーズンの中で肩か肘の疼痛を呈す²⁾。American Sports Medicine Instituteの報告では1998年以前に比べ2004-2008年では肘の靭帯再建術を施行した高校生以下の選手は増加している³⁾。わが国では学童野球選手においては41.7~46.5%が肘関節痛を、13.5%が肩関節痛を有していたとされている^{4)、5)}。

投球障害の要因は様々あり、過剰な投球数、球種、肩関節（内外旋）可動域制限、体重増大、下肢筋柔軟性低下が挙げられている^{3)、6)、7)}。日本人の若年野球選手を対象とした調査では、身長・体重、投球数、胸椎後弯、肘関節伸展制限、肩関節内外旋筋力が肘関節傷害の要因とされている^{8)、9)}。また、若年期では、技術の未熟さや筋力・

柔軟性などの身体機能低下により、熟練した選手とは異なった投球メカニズムを呈していることが多く^{10)、11)}、不良な投球動作も障害発生の一要因とされている。

技術の未熟さに関しては、動作時の協調性や動作の巧みさといった側面の評価が必要である。近年では、機能的な動作の評価から障害要因や機能障害を検討、アセスメントすることが行われ、Cookは身体の安定性や可動性、連動性といった基本的な動作パターンの質を評価する目的で、7つの評価項目からなるFunctional Movement Screen（以下FMS）を提唱している^{12)、13)}。

FMSの合計点や左右差が障害との関連を示されており¹⁴⁾⁻¹⁶⁾、我々もサッカー選手においてFMSによる評価を行い、Active Straight Leg RaiseとDeep Squat、Trunk Stability Push upと下肢傷害の関連を明らかにした¹⁷⁾。野球選手での調査は少ないが、動作特性や障害要因を考慮すると、動的なバランス評価であり、全身の協調性を必要とするDeep squatの動作分析を行うことが有効ではないかと考える。

本研究は機能的動作能力を評価する一手段として用いられるDeep squat時の足・膝・股関節、骨盤、体幹の運動について、成長期野球選手の特徴を明らかにし、評価方法としての有用性を検討

することを目的とした。

2. 対象および方法

対象は軟式野球部に所属する男子中学生25名（年齢：13.2±0.8歳、身長：157.5±8.5cm、体重：49.4±10.0kg）とした。対象者および保護者、チーム責任者に本研究内容、対象者の有する権利について十分に説明を行い参加の同意を得た。

動作課題は、立位にて両手で棒を把持し上肢を肩関節屈曲180度位まで挙上し、両足間の距離は肩幅を開始肢位とし、立位から膝関節最大屈曲位までしゃがみ込み動作（Deep squat）を行った。各対象者3回の試技を行い最も動作が安定した試技を解析対象とした。動作撮影は、ハイスピードデジタルカメラ（Lumix FZ300 Panasonic社製、シーン数120fps）を使用し右側方より行った。カメラ位置は、対象者から3m側方とし、レンズ高は地面より1.5m上方とし対象者が動作全範囲にわたり撮影できるようにした。ランドマークは、左右の肩峰外側端、上腕骨外側上顆、第7頸椎棘突起、第5腰椎棘突起、上前腸骨棘、上後腸骨棘、大腿骨大転子、大腿骨外側上顆、腓骨頭、外果、第5中足骨底、第5中足骨頭とし、直径12mmの反射マーカを貼付した。算出項目は膝最大屈曲時の足関節背屈、膝関節屈曲、股関節屈曲、骨盤後傾、体幹前傾、肩関節屈曲角度とした。足関節背屈は腓骨頭と外果を結んだ線と第5中足骨底と第5中足骨頭を結んだ線のなす角とし、膝関節屈曲は大腿骨大転子と大腿骨外側上顆を結んだ線と腓骨と外果を結んだ線のなす角、股関節屈曲は上前腸骨棘と上後腸骨棘を結んだ線への垂直線と大腿骨大転子と大腿骨外側上顆を結んだ線のなす角、骨盤後傾は上前腸骨棘と上後腸骨棘を結んだ線と床面への平行線のなす角、体幹前傾は第7頸椎棘突起と第5腰椎棘突起を結んだ線と床への垂線のなす角、肩関節屈曲は肩峰外側端と上腕骨外側上顆を結んだ線と第7頸椎棘突起と第5腰椎棘突起を結んだ線のなす角とした（図1）。画像の解析には画像解析ソフトImage Jを使用した。

統計学的解析では、全ての項目で正規性の検定

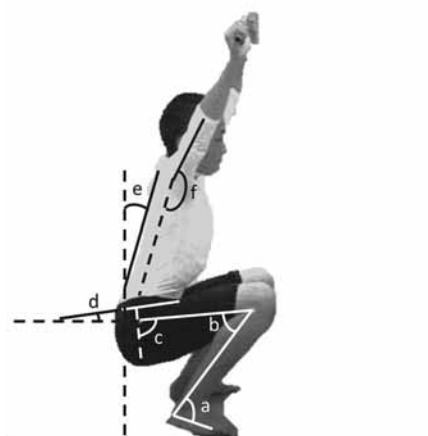


図1 Deep squat時の関節角度算出方法

a:足関節背屈角度、b:膝関節屈曲角度、c:股関節屈曲角度、d:骨盤後傾角度、e:体幹前傾角度、f:肩関節屈曲角度

を行った後に各関節角度間の関連をSpearmanの順位相関係数を用いて検討した。すべての統計解析にはEZR¹⁸⁾を使用した。有意水準は5%とした。

3. 結果

最大屈曲位での各関節角度は、足関節背屈19.8±6.1°、膝関節屈曲142.2±7.6°、股関節屈曲96.8±5.1°、骨盤後傾14.0±7.0°、体幹前傾31.8±9.5°、肩関節屈曲168.6±17.7°であった。各項目の相関では、足関節背屈と膝関節屈曲（ $r=0.434$ 、 $p<0.05$ ）、膝関節屈曲と骨盤後傾（ $r=0.697$ 、 $p<0.01$ ）の間に有意な正の相関が認められた。また、股関節屈曲と骨盤後傾（ $r=-0.430$ 、 $r=0.032$ ）、膝関節屈曲と体幹前傾（ $r=-0.461$ 、 $r<0.05$ ）の間に有意な負の相関が認められた。

4. 考察

若年野球選手の傷害要因の検討は数多くされており、我々も中学生野球選手の動作特性¹⁹⁾や関節可動域、筋柔軟性、体幹安定性、立位バランスと障害発生に関連²⁰⁾を明らかにしてきた。同時に改善策も実施してきたが、機能面へのアプローチのみでは障害予防への効果は十分でないのも事実である。近年では、動作の評価から障害要因や機能障害を検討、アセスメントすることの有用性

表1 各関節角度の相関

		膝関節屈曲	股関節屈曲	骨盤後傾	体幹前傾	肩屈曲
足関節背曲	r	0.434	-0.204	0.196	-0.177	-0.013
	p 値	0.030	0.327	0.347	0.398	0.952
膝関節屈曲	r		-0.111	0.697	-0.461	0.187
	p 値		0.999	0.000	0.020	0.369
股関節屈曲	r			-0.430	-0.118	0.014
	p 値			0.032	0.575	0.946
骨盤後傾	r				-0.217	0.285
	p 値				0.298	0.167
体幹前傾	r					-0.219
	p 値					0.293

が提唱されている。Cookは身体の安定性や可動性、連動性といった基本的な動作パターンの質を評価する目的で、7つの評価項目からなるFMSを提唱し^{12)、13)}、左右差や動作上の問題が障害発生と関連するとの報告がされている^{14)~16)}。

今回は、そのうちの二項目であるDeep squatに着目し、若年野球選手の動作特性を検討した。

Deep squatに関しては、しゃがみ込み動作と合わせすでにいくつかの報告がされている。障害との関連については、サッカー、野球選手、マラソンランナーにおいてしゃがみ込み動作またはDeep squatの可否と障害発生に関連がみられるとされている^{21)、22)}。Deep squatの動作分析に関しては、動作の可否と足関節背屈可動域が関連し、他の筋柔軟性や筋力との関連はないとする報告が多い^{23)、24)}。

今回の結果からは最大屈曲位まで動作が遂行できず、踵が床から離れるまたは後方に倒れるといった者はいなかった。その上で、最大屈曲位での姿勢をみると、足関節背屈が大きいほど膝関節屈曲が大きいことが示唆された。しかし、膝関節屈曲と股関節屈曲は有意な関連がなく、むしろ負の相関傾向がみられる。先行研究ではDeep squatの可否には十分な足関節背屈が必要とされ^{23)、24)}、それは下腿の前傾を起し膝関節の屈曲を生じさせるためだと考える。本来であればこれに付随して股関節屈曲も大きくなると考えられる。今回の対象者で膝関節、股関節の運動連鎖が適切に行われなかったことは、成長期の筋柔軟性低下や下肢の

協調性、機能的な動作能力の低下を示唆するものと考えられる。

また、股関節屈曲が小さいほど骨盤後傾が大きく、膝関節屈曲が小さいほど体幹前傾が大きいことが示唆された。不良な投球動作の一つにWind up期~Acceleration期の骨盤後傾が挙げられる²⁵⁾。Deep squatとは動作が異なるものの股関節屈曲の可動性が必要とされる点では共通点がある。この点において、今回の結果から、より適切な動作には動作中に骨盤を正中位または前傾に保ち、骨盤と大腿骨を近づける運動が十分に行われる必要があると考えられる。股関節伸展筋の柔軟性も必要であるが、骨盤前傾に作用する大腰筋、腸骨筋の筋力、下肢・骨盤帯・体幹の協調性、体幹固定のための腹横筋、内外腹斜筋の機能がより重要であると考えられる。この点でも中学生年代の野球選手では、機能・能力上の問題を抱えている者が多い可能性が考えられる。

Deep squatの評価の有用性としては、投球動作のように複雑で速い動作の分析は高い技術と多くの経験を要するが、より基本動作に近づけたDeep squatでは投球動作でみられる特徴を簡便に評価できる可能性がある。本研究の結果より、Deep squatでの足関節、膝関節、股関節、骨盤、体幹の運動を評価することによって、野球選手の姿勢、動作の問題点を明らかにする一手段となり得ると考えた。

本研究の限界として、対象者を若年野球選手のみとしており、今回得られた結果が若年野球選手

に限った特性なのか明瞭にならない点が挙げられる。また、最大屈曲位時のみの解析となっており、骨盤後傾がどの時点で生じるのかなど各関節運動の順序とタイミングの考察までは至っていない。今後は動作速度の規定や動作全体の経時的分析を行う必要があると考える。加えて動作特性と障害発生との関連も検討していくことが必要であると考える。

5. 結論

若年期野球選手の Deep squat では、股関節屈曲、骨盤後傾、体幹前傾において特徴的な動作がみられた。Deep squat での足関節、膝関節、股関節、骨盤、体幹の運動を評価することによって、野球選手の姿勢、動作の問題点を明らかにする一手段となり得ると考えた。

6. 引用文献

- 1) Hibberd EE, Brown JR, et al.: Optimal management of ulnar collateral ligament injury in baseball pitchers. *Open Access J Sports Med.* 2015; 6: 343-352.
- 2) Lyman S, Fleisig GS, et al.: Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2002; 30(4): 463-468.
- 3) Fleisig GS, Weber A, et al.: Prevention of elbow injuries in youth baseball pitchers. *Curr Sports Med Rep.* 2009; 8(5): 250-254.
- 4) 岩瀬毅信, 井形高明, 他: スポーツ少年団の整形外科的メディカルチェック—少年野球の野外検診より—. *臨床スポーツ医学.* 1996; 13(10): 1081-1085.
- 5) 原田幹生, 高原政利, 他: 少年野球選手の肘検診における超音波の有用性. *東北整形災害外科学会雑誌.* 2004; 48(1): 62-65.
- 6) Olsen SJ, Fleisig GS, et al.: Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2006; 34: 905-912.
- 7) Matthys SP, Vaeyens R, et al.: The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *Int J Sports Med.* 2012; 33: 543-549.
- 8) Harada M, Takahara M, et al.: Risk factors for elbow injuries among young baseball players. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19: 502-507.
- 9) Sakata J, Nakamura E, 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.
- 10) 野島晃, 松岡俊哉, 他: 投球動作の分析—少年野球選手の投球分析—. *臨床スポーツ医学.* 1991; 8 (11): 1293-1297.
- 11) Aguinaldo AL, Buttermore J, et al.: Effects of Upper Trunk Rotation on Shoulder Joint Torque Among Baseball Pitchers of Various Levels. *J Appl Biomech.* 2007; 23(1): 42-51.
- 12) Cook G, Burton L, et al.: Preparticipation screening: the use of fundamental movement as an assessment of function. Part 1. *N Am J Sports Phys Ther.* 2006; 1(2): 62-72.
- 13) Cook G, Burton L, et al.: Preparticipation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function. Part 2. *N Am J Sports Phys Ther.* 2006; 1(3): 132-139.
- 14) Letafatkar A, Hadadnezhad M, et al.: Relationship between functional movement screening score and history of injury. *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9 (1): 21-27.
- 15) Rita SC, David JC, et al.: Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate

- Athletes. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010; 5 (2): 47-54.
- 16) Kiesel KB, Butler RJ, et al.: Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *J Sport Rehabil.* 2014; 23(2): 88-94.
- 17) 遠藤康裕, 武井健児, 他: 高校サッカー選手の下肢傷害既往とFunctional Movement Screenの関連. *日本アスレティックトレーニング学会誌.* 2018; 3(2): 1-5.
- 18) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZRA' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013; 48: 452-458.
- 19) 遠藤康裕, 中澤理恵, 他: 中学生野球選手を対象とした質的な投球動作分析. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2014; 22(1): 36-44.
- 20) Endo Y, Sakamoto M: Correlation of shoulder and elbow injuries with muscle tightness, core stability, and balance by longitudinal measurements in junior high school baseball players. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26: 689-693.
- 21) 川井謙太郎, 舟崎裕記, 他: 野球、サッカー選手におけるしゃがみ込み動作、正座の可否と下肢障害発生との関連性について—前向き研究—. *理学療法科学.* 2015; 30(5): 783-786.
- 22) Agresta C, Slobobinsky M, et al.: Functional movement Screen™ ?normative values in healthy distance runners. *Int J Sports Med.* 2014; 35(14): 1203-1207.
- 23) Kasuyama T, Sakamoto M, et al.: Ankle joint dorsiflexion measurement using the deep squatting posture. *J Phys Ther Sci.* 2009; 21(2): 195-199.
- 24) Kim SH, Kwon OY, Park KN, Jeon IC, Weon JH: Lower extremity strength and the range of motion in relation to squat depth. *J Hum Kinet.* 2015; 45: 59-69.
- 25) 井尻朋人, 宮下浩二, 他: 体幹アライメントが投球時の肩関節運動に与える影響. *体力科学.* 2009; 58: 73-80.