

投球障害を有する野球選手の deep squat test と体幹・下肢機能の関係

Relationship between the deep squat test and trunk/lower limb function among baseball players with throwing injury

畠 英里*¹, 永元英明*^{2,3,4}, 木村 礼*^{3,4}

キー・ワード : Deep squat test, baseball players, lower limb function
ディープスクワットテスト, 野球選手, 下肢機能

〔要旨〕 本研究の目的は、投球障害肩および肘の選手における deep squat test (以下 DST) の遂行可否と体幹・下肢機能の関係を調査することである。対象は、投球障害肩または投球障害肘と診断された 102 選手、全例男性で平均年齢は 14.9 ± 2.3 歳である。調査項目は、DST の遂行可否、体幹機能、straight leg raising (以下 SLR)、足趾機能の 4 種を評価した。その結果、DST の遂行可能は 31 名、不可能は 71 名であった。各項目を DST 可能群と不可能群で比較検討した結果、体幹機能では DST 可能群と不可能群の間で有意な差を認めなかった。SLR は DST 不可能群が有意に低値であり、また DST 不可能群において足趾機能不良と判断された選手が有意差をもって多かった。本研究の結果から、対象選手の約 70% が DST を遂行できず、その選手らの身体特徴として SLR 低値と足趾機能不良が認められた。このことから、DST は下肢機能を反映する動作であると考えられ、ハムストリングスの柔軟性と足趾機能が関与することが示唆された。

はじめに

投球動作は全身の運動連鎖によって行われる動作であり、下肢や体幹の運動は上肢運動に影響を及ぼすことが報告されている^{1,2)}。近年、スポーツ障害の要因を検出するために様々なスクリーニング動作が活用されており、その中でも deep squat test (以下 DST) は、足関節背屈可動域や骨盤の可動性を評価する目的でスポーツ現場において多用されている^{3,4)}。川井ら⁵⁾は、高校生、大学生野球選手を対象に DST を調査し、遂行不可能だった選手は下肢障害を発症する可能性が高いことを報告している。また、遠藤ら⁶⁾の中学生野球選手を対象とした研究では、投球時の肩肘痛を有する選手

と有さない選手の DST を調査した結果、両群で有意差を認めなかったことを報告している。これらの報告は、野球選手の DST の結果と障害発生との関連について述べられており、動作に影響を及ぼす身体的要因には言及されていない。投球動作における肩関節、肘関節の動きには下肢や体幹の影響を強く受けることから、運動連鎖の開始地点である足趾機能や下肢機能の低下、体幹筋力の低下は投球時の肩肘関節へのストレスを増大させる要因となる可能性がある。したがって、野球選手の体幹・下肢機能の評価し、障害発生要因を明らかにすることが重要であり、それを見出すためのスクリーニングとして DST を活用することができれば投球障害予防に向けての 1 つのチェックツールになり得ると考えた。このような背景から、本研究の目的は、肩や肘に投球障害を有する野球選手の DST 遂行可否を調査し、体幹・下肢機能との関連について検討することとした。

*1 栗原中央病院リハビリテーション科

*2 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

*3 東北大学整形外科

*4 栗原中央病院整形外科



図1 deep squat test (DST)
肩の高さで腕を組んだ状態からしゃがみ込み、踵を接地させたまま殿部と踵部を最大限に近づけた肢位を保持できた場合を「可能」と判定。

対象と方法

当院を受診し、投球障害肩または肘と診断された102選手(全例男性, 平均年齢は 14.9 ± 2.3 歳)を対象とした。体幹や下肢に外傷歴のある者, 手術歴のある者, 腰部や下肢に痛みがある者は除外した。対象者には, 研究の目的と意義について十分に説明し, 書面による理解と同意を得て行なった。また, 本研究は当院倫理委員会の承認を得て行なった(承認番号: R2-2)。

調査項目として, DST, 体幹機能, SLR, 足趾機能の4種の身体機能を評価した。DST(図1)は, 吉田ら³⁾の方法に則し, 閉脚して肩の高さで腕を組んだ状態からしゃがみ込み動作を行なった。踵を接地させたまま殿部と踵部を最大限に近づけ, 静止保持できた場合を「可能」と定義し, 判定は目視で行なった。動作が最終域まで達しない場合や, 最終肢位で踵や足趾が離地した場合, また, 肩甲帯挙上や頸部伸展の代償動作を認めた場合は「不可能」と定義した。体幹機能の評価には, Sahrmann core stability test (以下 SCST) を用い, Fariesら⁷⁾の判定基準に基づいて level 1 から順にテストを実施し, 遂行できたテストの段階で判定した(図2)。Level 1 は, 息を吐きながら腹部を引き込ませる draw-in の遂行が可能であることと定義されているが, 実際は draw-in 遂行が困難で level 1 に満たない選手が多く存在した。そこで, draw-in を遂行できない選手に対しては「level 0」の定義を設けた。従って, 体幹機能は level 0

から level 5 の6段階で判定した。SLR は, 仰臥位で計測側膝関節最大伸展位とし, 対側股関節伸展位で床面に平行な線と下腿長軸とのなす角度で計測した。計測には東大式角度計(Z813-153A, 日本フリッツメディコ, 千葉県流山市)を使用し, 投球側と非投球側の両側を他動で計測した。足趾機能は, 長谷川ら⁸⁾の方法に則して足趾ジャンケンを行わせ, グー, チョキ, パーの全ての運動を両側足趾で遂行できた場合を「良好」, 1種でも遂行できなかった場合を「不良」と定義し, 目視で判定した(図3)。

DST の遂行可否と体幹機能, SLR, 足趾機能との関連を統計学的に検討した。DST と体幹機能および SLR の関係には t 検定を用いて解析し, DST と足趾機能の関係にはカイ二乗検定を用いた。有意水準は5%とした。

結果

診断名では, 肘内側障害と internal impingement が多数を占めた(図4)。年代別では, 小学生9名(8.8%), 中学生31名(30.4%), 高校生60名(58.9%), 大学生1名(0.1%), 社会人1名(0.1%)であった。投球側は, 右投げ90名(88.2%), 左投げ12名(11.8%)であった。

DST の遂行は, 31名(30.4%)が可能, 71名(69.6%)が不可能であった(図5)。体幹機能は, DST 可能群が平均 0.7 ± 0.1 level, 不可能群が 0.5 ± 0.1 level であり, 群間で有意差は認められなかった($p=0.3462$)。SLR は, DST 可能群の投球側が $74.0 \pm 1.6^\circ$, 非投球側が $73.2 \pm 1.6^\circ$ であった。DST 不可能群では, 投球側が $67.3 \pm 1.0^\circ$, 非投球側が $67.0 \pm 1.1^\circ$ であり, 投球側と非投球側の両側において DST 不可能群が有意に低値を示した(投球側 $p=0.0005$, 非投球側 $p=0.0015$)(図6)。足趾機能において, DST 可能群31名の中で, 足趾機能良好は9名, 不良は22名であり, 不可能群71名では足趾機能良好1名, 不良70名であった(表1)。DST 不可能群と足趾機能不良には有意な関連が認められた($p=0.0001$)。

考察

本研究の結果, 投球障害肩および肘の障害を有する選手において, DST を遂行できない選手が約70%を占めた。その選手らの身体特徴として SLR が有意に低値であり, 足趾機能不良と関連を認め

サーマン・コア・スタビリティ・エクササイズ

栗原中央病院整形外科・リハビリテーション科

Level 1



スタートポジション

膝を曲げた仰向けの姿勢で draw-in^{*1}→bracing^{*2}を行い、お腹周りの硬さを手で感じながら維持する。その後、片側ずつ股関節を100度まで曲げ、反対側の股関節も同じ位置まで曲げる。
この運動中に、腰の反りが生じず、bracingが保たれていれば成功とする。

Level 2



スタートポジションから、片側の踵をゆっくり床に下ろし、踵を床に滑らせながら膝を完全に伸ばす。その後、スタートポジションに戻す。

Level 3



スタートポジションから、片側の踵を床上12cmまでゆっくり下ろして空中で止める。その後、踵を浮かせたまま膝を完全に伸ばし、スタートポジションに戻す。

Level 4



スタートポジションから、両側の踵をゆっくり床に下ろし、踵を床に滑らせながら膝を完全に伸ばす。その後、スタートポジションに戻す。

Level 5



スタートポジションから、両側の踵を床上12cmまでゆっくり下ろして空中で止める。その後、踵を浮かせたまま膝を完全に伸ばし、スタートポジションに戻す。

※1 draw-in：息を吐きながら下腹部の筋収縮を意識し、腹部を引き込ませる動作。
※2 bracing：腹壁の筋群を全て共同収縮させ、腹部を固める動作。

図2 Sahrman core stability test (SCST)

Level 1 を遂行できない選手を「level 0」と定義し、level 0 から level 5 の6段階で判定。

た。体幹機能はDSTの遂行と直接的な関連は認められなかったが、両群とも低値の傾向を示した。

まず、本研究で設定したDSTの肢位について述べる。本研究の対象者は野球選手であるため、

肩甲帯や上肢運動に影響を及ぼす胸椎・骨盤の運動が反映される肢位が望ましいと考えた。投球動作では、wind-up期の骨盤後傾や後期cocking期での胸椎伸展可動域不良は、過度な肩関



図3 足趾ジャンケン
グー、チョキ、パーの運動全てを両側足趾で遂行できた場合に「良好」と判定。

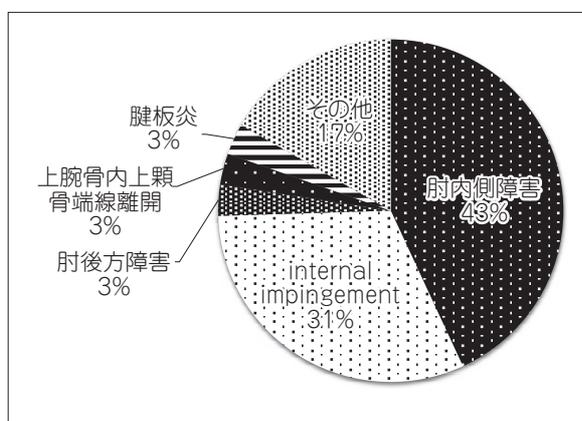


図4 診断名

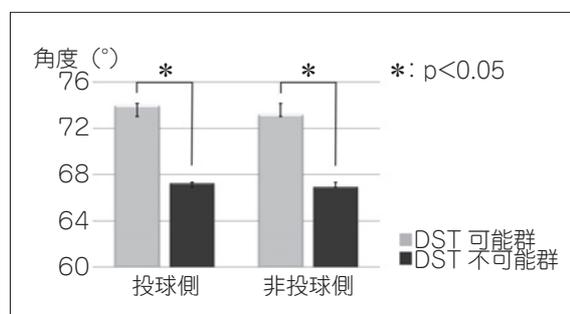


図6 SLRの結果
投球側と非投球側の両側においてDST不可能群が有意に低値であった(投球側 $p=0.0005$, 非投球側 $p=0.0015$)。

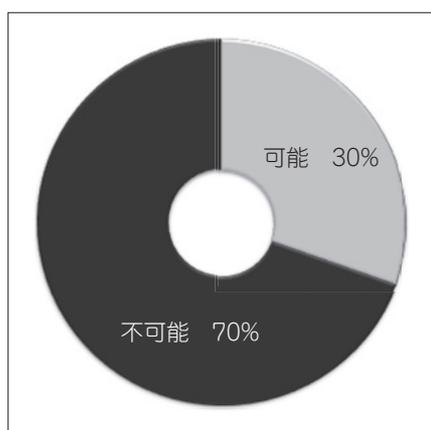


図5 DSTの結果
31名(30.4%)が可能, 71名(69.6%)が不可能であった。

節伸展位や肘下がり等の不良な動作の原因になることが指摘されている⁹⁻¹¹⁾。そこで、胸椎伸展の可

表1 足趾ジャンケンの結果

		足趾機能		合計
		良好	不良	
DST	可能群	9名	22名	31名
	不可能群	1名	70名	71名
合計		10名	92名	102名

DST不可能群と足趾機能不良には有意な関連が認められた ($p=0.0001$)。

動性を評価する目的で肩の高さで腕を組み、骨盤前傾位保持能力を評価する目的でそのまま最終域までしゃがみ込む本動作に設定した。今回DSTを遂行できなかった選手は、脊椎を長軸方向に伸展できず骨盤後傾位のまま後方に倒れ込んだり、腕の保持が困難で胸部に押し付けて肩甲帯挙上代償を生じており、脊椎・骨盤の運動が影響している可能性が推察された。

DSTの可否について、過去に中学生野球選手を対象とした先行研究において、肩肘痛を有する群ではしゃがみ込み不可能であった選手が約67%を占め、肩肘痛を有する群と有しない群で有意差が無かったことが報告されている⁶⁾。本研究においてもDST不可能群が約70%存在し、先行研究と近似した比率となった。しかし本研究では対照群との比較ができなかったため、この比率が投球障害のリスク因子となる可能性については明らかにすることができなかった。

体幹機能は、DST遂行可能群と不可能群の両群で平均値がlevel1未満で全体を通して低い結果となり、DSTと明らかな関連を認めなかった。加藤ら^{12,13)}は、SCST level3未満を体幹不安定性ありと評価し、スポーツ競技全般において障害を予防するためにはlevel3以上の体幹安定性が必要であると述べている。一方、十文字ら¹⁴⁾の高校野球選手を対象とした調査では、体幹の安定性低下と肩肘痛、および肩肘障害との間に有意な関連が無いことを報告しており、体幹安定性と投球障害との因果関係も不明である。

SLRの結果では、DST不可能群が投球側と非投球側の両側で有意に低い値であった。SLRの評価はハムストリングスのタイトネスを示し、骨盤後傾を誘発することが指摘されている^{15,16)}。先行研究⁴⁾では、しゃがみ込み動作の遂行には骨盤後傾が関与することが明らかにされているが、それをもたらす要因までは言及されていなかった。今回の結果から、DSTの骨盤後傾に関与する因子は体幹筋力よりもハムストリングス柔軟性が有意である可能性が考えられた。

野球選手の足趾機能に関する報告は渉猟し得る限り存在しない。足趾の機能は、足趾屈曲角度が大きいほど体重をより前方移動できると報告されており、屈曲に働く内在筋は体重が前足部に移動した時のバランス保持に寄与していることが明らかにされている^{17,18)}。今回の結果では、DST遂行不可能群と足趾機能不良が有意に関連しており、足趾機能による重心の前方移動やバランス保持が困難であったことが推測される。また、前述のようにハムストリングスのタイトネスによる骨盤後傾が後方重心を増大させ、足趾機能が発揮できない状況に陥った可能性も考えられる。しかしながら、今回の動作課題において、グー（屈曲）、チョコキ（分離）、パー（開排）の動作を両側で包括して「良

好」「不良」の判定をしたため、実際にどの動きがDST遂行に関与したのかを明らかにすることが困難であった。また、今回、投球側と非投球側の足趾機能を同じ方法で評価したが、投球動作を考慮すると投球側と非投球側に評価方法を分別する必要があると考える。並進運動を担う投球側は、足部内の横軸方向へ体重が移動し、回転運動を担う非投球側足部は足部内の長軸方向への体重移動になる¹⁹⁾ため、足部内での推進方向が異なることで求められる足趾機能も異なるのではないかと考える。したがって、投球動作に応じて投球側と非投球側の足趾機能評価を確立することが今後の課題である。

本研究の限界点として、投球障害を有する選手と一般選手のDST遂行能力の比較ができず、障害発生要因の明確化が困難であった。また、しゃがみ込み動作は学年が上がるにつれて不可能率が増す傾向にある²⁰⁾ことから、DST可否の比率については年代別に分けて検討する必要があると考える。足趾機能評価においては3種の動きを分別化しておらず、どの動きが関与したのか明らかにならなかった。今後はこれらの事項を加えて調査し、投球障害との関連についても検討していきたいと考える。

結 語

投球障害肩および肘の選手におけるDSTの遂行可否と体幹機能、SLR、足趾機能の関連を調査した。対象選手の約70%がDSTを遂行できず、その選手らの身体特徴として、SLRの低値と足趾機能不良を認めた。このことから、DSTは下肢機能を反映するスクリーニング動作になり得ると考えられ、ハムストリングスの柔軟性と足趾機能が関与することが示唆された。

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) 近 良明, 塩崎浩之, 山本智章. 投球動作解析. 臨床スポーツ医学. 2005; 22: 1343-1351.
- 2) 宮下浩二. 投球障害のアプローチの実際. Sports medicine. 2007; 19: 21-24.
- 3) 吉田昌弘, 吉田 真. しゃがみ込みテストと足関節背屈角度の関連性. 北翔大学生涯スポーツ学部研究

- 紀要. 2014; 5: 37-42.
- 4) 影山 剛, 渡會公治. 足関節背屈可動域および骨盤可動性がしゃがみ込み動作に及ぼす影響について. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2016; 24: 213-219.
 - 5) 川井謙太郎, 舟崎裕記, 林 大輝. 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. 理学療法科学. 2015; 30: 783-786.
 - 6) 遠藤康裕, 坂本雅昭. 投球時痛を有する中学生野球選手の身体機能の特徴—簡易的な機能テストを用いた評価—. 理学療法科学. 2019; 34: 303-308.
 - 7) Faries MD, Greenwood M. Core training: Stabilizing the confusion. Strength and Conditioning Journal. 2007; 29: 10-25.
 - 8) 長谷川正哉, 金井秀作, 坂口 顕. 足趾機能が歩行に与える影響. 理学療法の臨床と研究. 2006; 15: 53-56.
 - 9) 鈴木 智, 高村 隆, 仲島佑紀. 投球障害肩・肘に対する機能改善アプローチ. 臨床スポーツ医学. 2013; 30: 847-857.
 - 10) 宮下浩二. 投球動作のバイオメカニクスとコンディショニングのポイント. 臨床スポーツ医学. 2012; 29: 1183-1188.
 - 11) 太田憲一郎, 宮下浩二, 小山太郎, 他. 中学生野球選手における早期コッキング期の骨盤傾斜角度の推移と投球障害との関係. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2019; 27: 90-96.
 - 12) 加藤欽志, 大歳憲一, 四家卓也, 他. 体幹-腰部障害からのスポーツ復帰. 総合リハビリテーション. 2016; 44: 581-586.
 - 13) 加藤欽志, 紺野慎一. スポーツ関連腰痛—腰椎分離症を中心に—. Monthly Book Orthopaedics. 2013; 30: 37-40.
 - 14) 十文字雄一, 大歳憲一, 加藤欽志. 高校野球選手の体幹安定性が肩肘障害と肩甲帯機能に及ぼす影響. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2020; 28: 307-312.
 - 15) Condon R, Bohannon R, Tiberio D. Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. Clinical Biomechanics. 2005; 20: 947-951.
 - 16) Lopez-Minarro PA, Alacid F. Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. Science and Sports. 2010; 25: 188-193.
 - 17) 大竹祐子. 足内在筋のはたらきと姿勢との関係. 理学療法ジャーナル. 2006; 55: 672-677.
 - 18) Otake Y, Yozu A, Fukui T, et al. Relationship between toe flexion movement and center of pressure position. International Journal of Foot and Ankle. 2018; 2: 1-6.
 - 19) 森原 徹, 松井知之, 高島 誠. 運動連鎖からみた投球動作. In: 森原 徹, 松井知之, 高島 誠(編). 運動連鎖から考える投球障害. 第1版. 東京: 全日本病院出版会; 36-39, 2014.
 - 20) 林 承弘, 柴田輝明, 鮫島弘武. 子どもロコモと運動器検診について. 日本整形外科学会誌. 2017; 91: 338-344.

(受付: 2021年10月9日, 受理: 2022年2月4日)

Relationship between the deep squat test and trunk/lower limb function among baseball players with throwing injury

Hata, E. ^{*1}, Nagamoto, H. ^{*2,3,4}, Kimura, R. ^{*3,4}

^{*1} Department of Rehabilitation, Kurihara Central Hospital

^{*2} Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

^{*3} Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University

^{*4} Department of Orthopaedic Surgery, Kurihara Central Hospital

Key words: Deep squat test, baseball players, lower limb function

[Abstract] The purpose of this study was to investigate the relationship between the ability to perform the deep squat test (DST) and trunk muscle strength and lower limb function among athletes with throwing injury. The subjects were 102 baseball players who were diagnosed with a disabled throwing shoulder or elbow. Four variables were assessed: the ability to perform DST, trunk muscle function, straight leg raising (SLR), and foot function. Thirty-one athletes could perform DST, and 71 athletes could not. There were no significant differences in trunk muscle function between players who could perform DST and those who could not perform DST. Players who could not perform DST had significantly lower SLR compared to those who could perform DST. Players who could not perform DST had a significant relationship with impaired foot function. The results revealed that DST is a movement that reflects lower limb function, and that the tightness of the hamstrings and the dynamic foot function may be involved in throwing injuries.