

大学野球投手における 肩関節位置覚の検討

Investigation of shoulder joint position sense in collegiate
baseball players

筒井俊春*¹, 前道俊宏*¹, 樋口奈央*¹
飯塚哲司*², 鳥居 俊*²

キー・ワード : proprioception, shoulder, pitcher
関節位置覚, 肩関節, 投手

【要旨】 【緒言】 健常投手, 肩痛投手および一般人を対象とし肩甲骨面上での外転角度の違いによる肩関節位置覚を硬式球保持・非保持で比較することで, 肩障害ならびに投手の競技特性が肩関節位置覚に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】 対象は健常投手 9 名, 肩痛投手 6 名, 一般人 9 名とした。肩関節位置覚測定は Balke らの方法を改良し, 上腕近位部にレーザーポインターを装着して行った。座位姿勢にて, 肩関節水平内転 30° 上での外転 60, 90, および 120° の関節位置覚測定を硬式球保持・非保持の 2 条件で行った。

【結果】 硬式球保持時では, 外転 60 および 90° における control 群と野球健常群との間, 外転 120° における野球健常群と野球肩痛群との間に有意な差が見られた ($p=0.017$ および $0.040, 0.002$)。さらに野球健常群は外転 60 と 120°, 90 と 120° との間に有意な差が認められた (ともに $p=0.005$)。

【考察】 固有感覚には学習の要素があり, 利き手の方が高値を示すとされている。このことから肩関節外転位で投球動作を繰り返し行う投手の競技特性の影響が考えられる。また, 随意運動であるリリース動作の繰り返しが健常投手の肩関節位置覚の高値につながったと推察できる。

【結論】 健常投手において, 硬式球保持時の肩甲骨面上における外転 120° での関節位置覚は高値を示し, 競技特性を反映する可能性が示唆された。

緒 言

関節位置覚とは, 静止した状態にある関節の位置を認識する感覚のことを指し, 運動覚(動的関節位置の認識)とともに固有感覚に分類されている。これら固有感覚は, 皮膚, 筋や腱, 関節の深層に存在する受容器¹⁾(筋紡錘, ゴルジ腱器官, 機械受容器)が, その長さや圧力, 位置の変化などに反応することにより, 過度な関節運動の制御や関節の動的安定性保持などの役割を担うとされる^{2,3)}。サッカー, バスケットボール等の競技においては足関節の固有感覚が高い選手ほど競技パ

フォーマンスが高く⁴⁾, 下肢障害発生が少ない⁵⁾という報告を考慮に入れると, 野球の投手における上肢各関節の固有感覚は投球障害やパフォーマンスと関連がある可能性が考えられる。

人間の六大関節の中でも肩関節(肩甲上腕関節)は形態上, 自由度が高く不安定な関節構造となっているため, 固有感覚による肩関節の動的安定性への貢献は大きいと考えられている^{6,7)}。それゆえ, これまでに肩関節の固有感覚を簡易的に評価するために, 関節位置覚に焦点を当てた研究が様々な方法で行われてきた。Ager ら⁸⁾は, 肩関節位置覚の測定機材や測定肢位の信頼性に関して, ダイナモメーターを用いた他動での内旋・外旋運動での測定が最も信頼性が高いものの, 多くの時間を要するため臨床への適応には不向きと報告してい

*¹ 早稲田大学スポーツ科学研究科

*² 早稲田大学スポーツ科学学術院

表 1 被験者の年齢, 身長, 体重および野球歴

対象	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	野球歴 (年)
Control 群 (n=9)	21.6±3.1	175.0±7.2	72.3±6.9	—
野球健常群 (n=9)	20.9±0.8	175.6±3.7	75.9±6.7	134±1.6
野球肩痛群 (n=6)	21.5±0.8	175.2±7.8	73.8±5.8	14.0±2.2

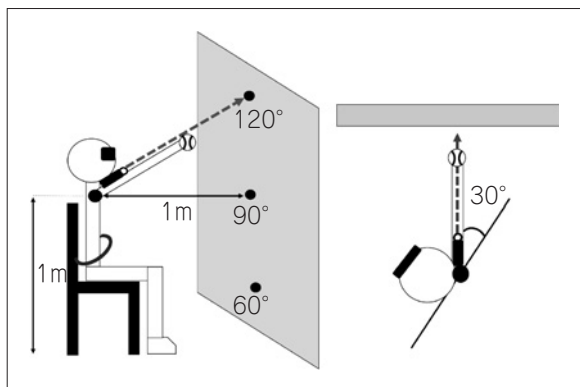


図 1 関節位置覚再現の模式図 (左:側方図 右:上方図)

る。そのため自動運動での position matching task が最も簡便であり、日常生活の動きとも一致性があることから、臨床への汎用性も高いと述べている。肩関節位置覚の簡便な測定方法として Balke ら⁹⁾は、レーザーポインターを用いて屈曲および外転の角度を変化させて実験を試みた。簡易的かつ短時間で多くの関節角度の位置覚測定をできるとしている一方、レーザー装着位置が手首であったことから純粋な肩関節位置覚の測定になっているかは定かではないと結論づけている。

そこで Balke らの関節位置覚測定方法⁹⁾を改良し、レーザーポインターを肩関節付近に装着することで、簡易的かつより肩関節位置覚を抽出しうる形で測定を行った。本研究は、投球により肩関節の貢献が大きいと考えられる健常な投手、疼痛による肩関節固有感覚の低下が予測される肩痛を有する投手、ならびに一般人の3群を対象とすること、ならび外転角度の違いによる肩関節位置覚を比較することで、肩障害および投手の競技特性が肩関節位置覚に与える影響を明らかにすることを目的とした。

方法

1. 対象

本研究の対象は、全日本大学選手権出場経験のある某大学に所属する投手15名(右投げ11名、

左投げ4名), およびコントロール群として投球動作を含むオーバーヘッド競技を行ったことのない一般成人男性9名(以下, Control 群)の合計24名とした。投手15名を健常投手9名(以下, 野球健常群)と肩痛投手6名(以下, 野球肩痛群)との2群に分け, 上記3群で比較検討を行った。肩痛群の包含基準としては, 他動での肩関節最大屈曲, 肩関節90°屈曲・外転位での最大内旋・外旋強制において疼痛を生じず, 実際の投球時にのみ疼痛が発生する者とした。被験者には本研究の意図を十分に説明し, 同意を得た上で実験に参加してもらった。各群の年齢, 身長, 体重および野球歴の平均値および標準偏差を以下に示した(表1)。なお, 本研究の実施にあたっては, 早稲田大学人を対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認(承認番号: 2017-322)を得ている。

2. 実験設定

試技は, 被験者の上腕の近位部(三角筋前部線維付近)に装着したレーザーポインター(YAZAWA 社)のレーザー光を肩関節外転60, 90, および120°となるように設定した的に照射する形で行った。肩関節のみの運動を促すため, 肘関節は伸展位, 手関節は掌背屈中間位となるように固定をした。また, 肩甲骨面上(水平内転30°)での肩関節の外転運動を行わせるため, 照射的の接地されている壁と身体の矢状面の傾きが60°になるように椅子を設置した(図1)。さらに, 座位姿勢とした際の被験者の肩峰から壁までの水平距離が1mかつ, 地面から被験者の肩峰までの垂直距離が1mとなるように椅子の高さや位置を設定した。照射的の位置となる外転角度の設定は, 肩90°外転位が被験者の肩峰と同じ高さになるようにし, 60 および 120°に関しては三角関数を用いて小数2位まで計算し, 照射位置を算出した(図1)。

3. 実験手順

椅子の高さや位置を調節した後, 被験者には座位姿勢をとらせた。その後, 試技中に肩関節以外が動かないように体幹部をベルトで固定した。位

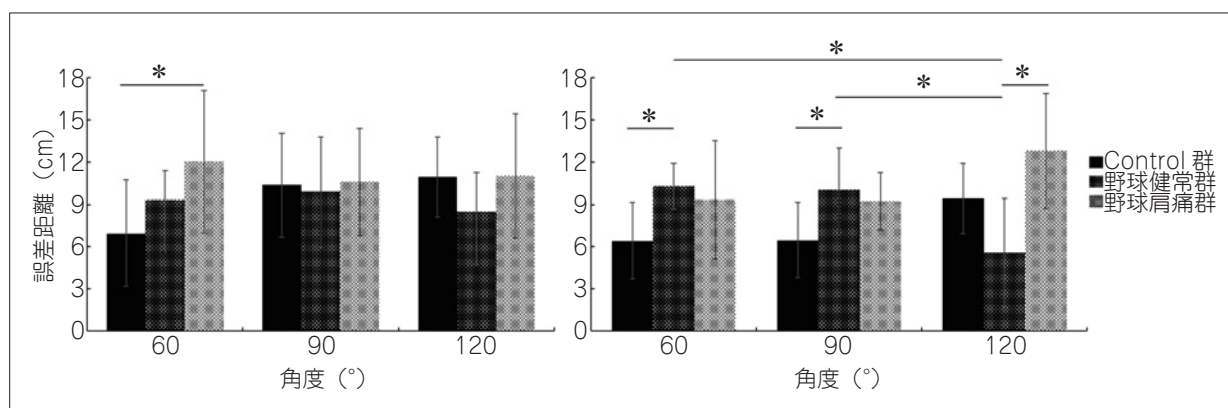


図2 硬式球非保持（左図），硬式球保持（右図）時の誤差距離

表2 Control 群，野球健全群，野球肩痛群における誤差距離

条件	Control 群	野球健全群	野球肩痛群
硬式球非保持			
60°	6.94 ± 3.77	9.32 ± 3.69	12.04 ± 2.84
90°	10.36 ± 2.06	9.87 ± 3.89	10.58 ± 2.73
120°	10.94 ± 5.06	8.52 ± 3.79	11.02 ± 4.40
硬式球保持			
60°	6.43 ± 2.73	10.28 ± 2.67	9.33 ± 2.47
90°	6.47 ± 1.61	10.03 ± 2.95	9.22 ± 3.83
120°	9.40 ± 4.17	5.60 ± 2.01	12.80 ± 4.07

(単位：cm)

位置覚再現の手順は、開眼状態で30秒間自由に照射的へのレーザー照射練習を行い関節位置の記憶をしてもらった後、本試技としてアイマスクをつけた閉眼状態での関節位置再現とした。試技は硬式球非保持で60, 90, 120°の位置覚再現を行った後に、硬式球保持状態で60, 90, 120°の位置覚再現を行った。尚、測定側は、全被験者利き手のみとした。

4. 関節位置覚評価

各角度の中心点からの3回のレーザーポインターの照射点距離の平均値をもってその投手の誤差距離とし、この値を用いて関節位置覚を結果に示した。すなわち、誤差距離が小さいほど再現性が高いため、関節位置覚が高いと評価した。

5. 統計解析

硬式球保持・非保持、および属性(Control 群・野球健全群・野球肩痛群)に関する肩関節位置覚の誤差距離の群間の比較には、それぞれ2要因(属性：Control 群・野球健全群・野球肩痛群)×(角度：60°・90°・120°)、および(硬式球保持・非保持)×(角度：60°・90°・120°)の分散分析を行い、

交互作用や主効果の有無を確認した。分散分析の結果、F値が有意である場合は、事後検定としてBonferroni法を用い群間の差の有意性を検討した。いずれも危険率5%未満をもって統計的に有意とした。また、統計量の算出にはSPSS statistics 24を用いた。

■ 結果

Control 群、野球健全群、野球肩痛群における硬式球保持時、非保持時での各角度の誤差距離を表2に示した。また、硬式球非保持時の(属性)×(角度)を図2左図、硬式球保持時の(属性)×(角度)を図2右図に示した。硬式球非保持では、外転60°においてControl 群と野球肩痛群との間に有意な差が見られた(p=0.037)。硬式球保持時では、外転60°および90°におけるControl 群と野球健全群との間、ならびに外転120°における野球健全群と野球肩痛群との間に有意な差が見られた(p=0.017 および 0.040, 0.002)。さらに野球健全群は外転60°と120°、90°と120°との間に統計的に有意な差が認められた(ともに p=0.005)。

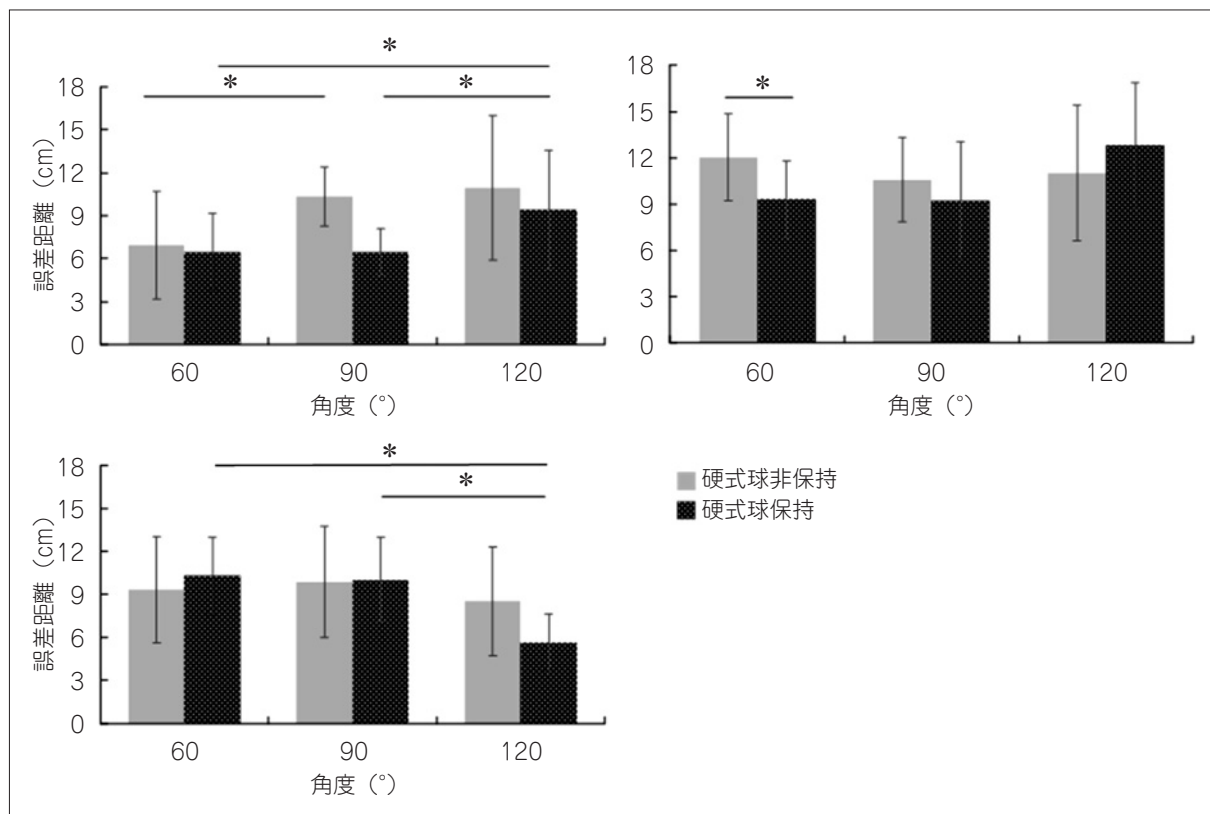


図3 各群における誤差距離の比較 (左上図：Control 群，左下図：野球健常群，右上図：野球肩痛群)

Control 群，野球健常群，野球肩痛群それぞれの誤差距離の比較を図3に示した。Control 群においては，硬式球非保持時の外転60°と90°との間 ($p=0.044$)，硬式球保持時の外転60°および90°と120°との間に有意な差が見られた (0.015 および 0.020)。野球肩痛群においては，外転60°における硬式球非保持と非保持時との間のみ有意な差が認められた ($p=0.010$)。野球健常群においては，硬式球保持時の外転60°および90°と120°との間に統計的に有意な差が見られた ($p=0.007$ および 0.008)。

考 察

本研究は，レーザーポインターを用いた肩甲骨面での外転角度の違いにおける肩関節位置覚を健常投手，肩痛投手，および一般人を対象として比較検討を行ってきた。群間比較ならびに硬式球の保持・非保持時の比較を行うことで，肩関節位置覚に関する投手の競技特異性や肩障害の影響を明らかにすることを目的とした。

硬式球保持時において，野球健常群は外転120°において外転60°および90°と比較して有意な関

節位置覚の高値が示された(図2)。Wallaceら¹⁰⁾は，固有感覚には学習の要素があり，利き手の方が高値を示すと報告していることから，これは投球動作で繰り返しボールリリースを肩関節外転位で行う投手の競技特性が考えられる。一方，Allegrucciら¹¹⁾は肩関節90°屈曲・外転位の外旋における関節位置覚に関して投球肩は非投球肩よりも低値を示すと報告している。コッキング期における肩関節外旋は運動連鎖上，遠心力の加わる不随意的な運動であることが起因すると考えられる。このことから随意的な運動であるボールリリースの繰り返しが健常投手の肩関節位置覚の高値につながったのではないかと推察できる。

Control 群の硬式球保持時においては肩関節外転60°および90°と比較して120°で有意に位置覚の低値を示す一方，野球健常群では肩関節外転120°において有意に関節位置覚の高値が見られた(図3)。一般人は投手と比較して肩挙上位での運動，ならびに硬式球を保持することが少ないと考えられるため，上記のような結果となったと考えられる。本研究では，硬式球保持によって競技特性を生み出そうと試みたが，野球健常群のみボー

ルリリースの肩関節角度に近い位置となる外転120°での肩関節位置覚が高値を示したことから、競技特性を反映する妥当な測定方法であったと考えられる。また野球肩痛群は野球健常群と比較して、硬式球保持時の外転120°における関節位置覚の低値が示されたが、肩痛の影響かどうかは明確ではない。それゆえ今後、さらに被験者数を増やした上での検討が必要である。

結 論

1. 健常投手において、硬式球保持時の肩甲骨面上における肩外転120°での関節位置覚は高値を示す。
2. 肩関節位置覚は学習的要素を反映し、競技特性を表す可能性が示唆される。

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) Yamashita, T, Takebayashi, T, Sekine, M, Tsuji, H, Katayose, M. Proprioceptors: Physiological and morphological characteristics. *JPN J. Phys. Fitness Sport Med.* 2006; 55: 207-216.
- 2) Lephart, SM, Pincivero, DM, Giraido, JL, Fu, FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med.* 1997; 25(1): 130-137.
- 3) Fyhr, C, Gustavsson, L, Wassinger, C, Sole, G. The effects of shoulder injury on kinaesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Man Ther.* 2015; 20(1): 28-37.
- 4) Sekulic, D, Spasic, M, Mirkov, D, Cavar, M, Sattler, T. Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(3): 802-811.
- 5) Fu, SN, Hui-Chan, CWY. Are there any relationships among ankle proprioception acuity, pre-landing ankle muscle responses, and landing impact in man? *Neurosci Lett.* 2007; 417(2): 123-127.
- 6) Wilk, KE, Meister, K, Andrews, JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med.* 2002; 30(1): 136-151.
- 7) Warner, JJ, Lephart, S, Fu, FH. Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®. 1996; 330: 35-39.
- 8) Ager, AL, Roy, JS, Roos, M, Belley, AF, Cools, A, Hebert, LJ. Shoulder proprioception: How is it measured and is it reliable? A systematic review. *J Hand Ther.* 2017; 30(2): 221-231.
- 9) Balke, M, Liem, D, Dedy, N, Thorwesten, L, Balke, M, Poetzl, W, Marquardt, B. The laser-pointer assisted angle reproduction test for evaluation of proprioceptive shoulder function in patients with instability. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011; 131(8): 1077-1084.
- 10) Wallace, B, Fisher, LE. Proprioception and the production of adaptation and intermanual transfer to prismatic displacement. *Percept Psychophys.* 1979; 26(2): 113-117.
- 11) Allegrucci, M, Whitney, SL, Lephart, SM, Irrgang, JJ, Fu, FH. Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1995; 21(4): 220-226.

(受付：2018年4月23日，受理：2018年11月27日)

Investigation of shoulder joint position sense in collegiate baseball players

Tsutsui, T.^{*1}, Maemichi, T.^{*1}, Higuchi, N.^{*1}
Iizuka, S.^{*2}, Torii, S.^{*2}

^{*1} Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

^{*2} Faculty of Sport Science, Waseda University

Key words: proprioception, shoulder, pitcher

[Abstract] The purpose of this study was to clarify the difference in shoulder joint position sense on the scapula plane at different abduction angles and with and without holding of the ball. The subjects were 9 healthy pitchers (HP), 6 pitchers with shoulder pain (PP), and 9-controls (CT). In this study, we modified Blake's effective laser-pointer measurement, placing the laser-pointer on the proximal surface of the upper arm to focus on the shoulder joint movement. The target angles are 60, 90, and 120° abduction in 30° horizontal abduction. In addition, we conducted shoulder joint position sense measurement under 2 conditions, with and without holding of the ball to identify the characteristics of the pitchers. Concerning shoulder joint position sense, it was worse in HP than CT at 60° and 90° with the ball ($p=0.017, 0.040$), and better in HP than PP at 120° with the ball ($p=0.002$). Then, HP had better shoulder joint position sense at 120° than at 60° and 90° with the ball ($p=0.005$). These results suggest that repeated voluntary movement by overhead throwing is related to a high shoulder joint position sense at 120° with the ball.