

## 繰り返しのスパイク動作が肩峰骨頭間距離, 肩関節可動域, 肩甲骨アライメントに与える影響

新崎 茂吉\*, 竹村 雅裕\*\*, 秋山 央\*\*\*

Effect of repeated spike motion on acromiohumeral distance, shoulder ROM, and scapular alignment

Shigeyoshi ARASAKI\*, Masahiro TAKEMURA\*\*, Nakaba AKIYAMA\*\*\*

## Abstract

The purpose of this study was to examine the changes in acromiohumeral distance (AHD), range of motion (ROM) of the shoulder joint, and scapular alignment caused by repeated spike motion. 10 collegiate male volleyball players who participated in this study. Spike motion repeated 50 times. AHD, internal rotation and horizontal flexion in shoulder joint and scapular alignment were measured before and after the volleyball spike task. There was no significant difference of AHD between before and after the task. However, after the task, the 2nd internal rotation and horizontal flexion range of the shoulder joint significantly decreased on the dominant compared to the non-dominant. Also, after the task, the scapula significantly showed upward rotation at 45° abduction and depression at neutral position in shoulder joint. It was suggested that 50 repetitions of the spike motion may cause posterior shoulder tightness (PST) and altered scapula alignment, but it did not decrease AHD. The results of this study were immediate changes after 50 repetitions of the spike motion, so it is necessary to examine the changes over time in the future.

Key words: Repeated spike motion, Acromiohumeral distance, Range of motion of shoulder joint, Scapular alignment

スパイク動作の繰り返し, 肩峰骨頭間距離, 肩関節可動域, 肩甲骨アライメント

## I. 緒 言

大学バレーボール選手を対象とした 10 年間の傷害調査 (中村他, 2000) では, 慢性障害が 67.2%, 急性外傷が 32.8% であり, 慢性障害が多い. 慢性障害発症率では, 肩関節が全体の 19~32%を占めており (Seminati and Minetti, 2013; Wang and Cochrane, 2001a), 膝関節の次に高い (Bahr and Reeser, 2003) ことが様々な年代, 技術レベルのバレーボール選手を対象とした研究で明らかになっている. さらに, イギリスのプロ 1 部リーグでは, 2 年間の調査期間中に 40% の選手が肩関節障害のため, 競技から離脱した (Wang and Cochrane, 2001b). 肩関節障害による競技からの離脱期間は 6.2 週と, 膝関節 (2.9 週) や腰部 (2.4 週) などの他部位よりも長期間の離脱を強いられている (Verhagen, 2004). 肩関節障害の原因の一つに, スパイクの繰り返しが挙げられる (Seminati and Minetti, 2013; Wang and Cochrane, 2001b). バレーボールで, スパイクを繰り返すことはバレー

ボールの競技特性の一つであり, 選手は日頃の練習からスパイクを繰り返しているため, 肩関節障害は予防すべきスポーツ障害の一つである.

バレーボールの肩関節障害について, 試合/練習時における肩関節障害を調査したレビュー (Seminati and Minetti, 2013) では, 肩峰下インピンジメント (Subacromial Impingement Syndrome; 以下, SIS) が一番多く報告されている. SIS は腱板筋, 肩峰下滑液包が上腕骨頭から肩峰または烏口肩峰靭帯の間に挟まれることと定義されている (Cools et al., 2008; Ellenbecker and Cools, 2010). SIS の原因は, 肩峰骨頭間距離 (Acromiohumeral Distance; 以下, AHD) の減少, 肩峰下組織の肥大であり (Cholewinski et al., 2008; Wang et al., 2005), 反復的・長時間のオーバーヘッド動作による肩関節の疲労や肩関節内旋可動域制限, 肩甲骨の運動異常と関連している (Joshi et al., 2011).

\* : 筑波大学大学院 人間総合科学研究科 (Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba)

\*\* : 筑波大学 体育系 (Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba)

\*\*\* : 筑波大学 体育系 (Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba)

(受付日: 2022 年 2 月 28 日, 受理日: 2022 年 6 月 7 日)

スパイク動作のフォロースルー期では，肩関節後方に伸張性負荷がかかり，肩関節後方軟部組織に微細損傷が生じ，タイトネスを起こす (Borsa et al., 2008) . この肩関節後方のタイトネスは後方軟部組織伸張制限 (Posterior Shoulder Tightness ; 以下, PST) によって生じている. PST は，肩関節内旋・水平屈曲可動域の制限と関連し (Salamh et al., 2019) , PST により上腕骨頭は上方偏移し，肩峰下の接触圧が増加することで，インピンジメント症候群につながる (Harryman et al., 1990 ; Mihata et al., 2013 ; Myers et al., 2006 ; Werner et al., 2004) . したがって，スパイクが繰り返されると，PST が生じ，肩関節障害が発症すると考えられる.

大学トップチームのエースアタッカーのスパイク本数は，1年間のリーグ戦 (春，秋) を平均すると，1試合 (5セットマッチ) で約 50 本になる. しかし，実際にスパイク動作が繰り返されることによる肩関節への影響を検討した研究は，著者 (2018) の卒業論文研究しか見受けられない. その研究では 50 本スパイク動作を繰り返した際に，肩関節内旋・水平屈曲可動域が減少，三角筋後部線維の筋硬度が増加し，肩関節後方のタイトネスが生じたことが示されている.

反復的なオーバーヘッド動作が AHD，肩関節可動域，肩甲骨位置を変化させ，肩関節の痛みや機能障害を引き起こす可能性があるると多くの研究が指摘している (赤瀬，2004 ; Klich et al., 2020 ; Reinold et al., 2008 ; Rich et al., 2016) . バレーボールのスパイク動作と野球のピッチング動作，テニスのサーブ動作をキネティクス・キネマティクスの比較した研究 (Reeser et al., 2010) では，スパイク動作のボールヒット時には肩関節外転・水平内転角度がピッチング動作やサーブ動作よりも大きく，インピンジメント症候群や棘下筋萎縮のリスクがあると考察されている. (バレーボール：【①外転  $130 \pm 8^\circ$  ，②水平内転  $29 \pm 14^\circ$  】，野球：【①  $89 \pm 6^\circ$  ，②  $9 \pm 8^\circ$  】，テニス：【①  $101 \pm 11^\circ$  ，②  $5 \pm 10^\circ$  】)

したがって，スパイク動作を 50 本繰り返すことで肩関節に機能的な変化を生じさせる可能性がある. しかし，繰り返しのスパイク動作が AHD や肩甲骨位置に与える影響については検討されていない. そこで本研究の目的は，スパイク動作の繰り返しが，AHD，肩関節可動域，肩甲骨アライメントに及ぼす影響を検討することとした. 本研究の意義は，スパイク動作を繰り返す前後での肩峰骨頭間距離，肩関節可動域，肩甲骨アライメントの変化を検討することで，繰り返しのスパイク動作が肩関節障害のリスクにつながる可能性を提示できることである.

## II. 方法

### 1. 対象

関東大学男子バレーボール1部リーグに所属する，1チームの健常な選手 10 名とし，スパイクを打つ側の肩を打球側，反対側を非打球側と定義した. 除外条件は，1年以内に肩・肘関節に手術歴がある者，怪我や痛みで練習を離脱している者，上肢に神経症状を有している者とした. また，筑波大学研究倫理委員会の承認を得たのちに，全ての対象者に対して研究内容に関する説明を口頭および紙面にて実施し，研究の参加に関する同意を得た.

### 2. 実験プロトコル

対象者の個人特性 (年齢，身長，体重，競技歴，ポジション，打球側) を聴取した後，20 分間のウォーミングアップ (w-up) を経て，pre 測定を行った. その後，50 本のスパイクを繰り返すスパイク課題を実施した. スパイク課題終了後に post 測定を実施した. なお，pre・post の測定項目は AHD，肩関節可動域，肩甲骨アライメントとした.

### 3. 測定項目

#### 1) 肩峰骨頭間距離 (AHD)

超音波画像診断装置 Venue50 (GE Healthcare 社製) 及び 8-13MHz のリニア型プローブ 12L-SC (GE Healthcare 社製) を使用し，B モードにて撮像した. 撮像肢位は肩関節  $60^\circ$  外転位，肘関節  $90^\circ$  屈曲位で行った. 測定点が一定になるように，測定部位を囲むようにビニールテープを貼付し，上腕骨長軸と平行な冠状面上にプローブをあてた. 1人の検者によって AHD を両側撮像し，1肢位につき 3 枚撮像され，1枚の画像につき 3 度 AHD の測定が行われた. 超音波の撮像画面は，画像解析ソフト (Image J : National Institute of Health 製) で，分析した. AHD は，肩峰最外側部と上腕骨頭の 2 点の最短距離 (mm) と定義した (図 1) .

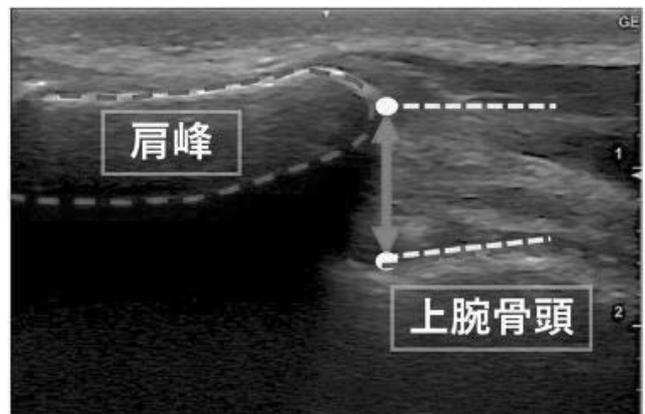


図1 AHDの定義

#### 2) 肩関節可動域

肩関節可動域として，肩関節  $90^\circ$  外転位・肘関節  $90^\circ$  屈曲位 (2nd 内旋) における内旋・外旋可動域を測定した. ま

た、仰臥位で肩甲骨を徒手的に固定した状態で肩関節水平屈曲可動域を測定した。測定には傾斜計 (SHINWA 社製) を使用して、両側 3 回ずつ測定し平均値を算出した。

### 3) 肩甲骨アライメント

肩甲骨アライメントとして、肩甲骨上方回旋角度、Lateral Scapular Slide Test の 2 項目を以下のように測定した。

#### 3-1) 肩甲骨上方回旋角度 (以下, UR 角度)

測定には傾斜計 (SHINWA 社製) を肩甲骨に沿って設置した。基準線は床と平行な線とし、基準線から上に傾くと +、下を - とした。UR 角度は次の 3 肢位で各 3 回ずつ測定し平均値を算出した; (1) 上肢下垂位, (2) 両手を腰に置いた状態の肩関節 45° 外転・内旋位 (以下, 45° 外転位), (3) 肩関節 90° 外転・内旋位 (以下, 90° 外転位) (図 2)

図 2 肩甲骨アライメントの測定



#### 3-2) 肩甲骨位置

肩甲骨位置は、吉田他. (2012) の方法を参考にした。測定では、第 7 頸椎棘突起 (以下, C7) を原点 0, 肩甲骨内側端を A, 肩甲骨下角を B とした。C7 を通る水平線を x 軸, 床へ下した垂線を y 軸とした座標を設定した上で、以下の距離 (mm) をノギス (Bestgle 社製) を用いて測定した (図 2 左)。

【OA'】: 原点 0 から y 軸上に伸びる垂線と A の x 軸上の交点を A' とし、0 から A' までの距離とした。

【AA'】: 原点 0 から y 軸上に伸びる垂線と A の x 軸上の交点を A' とし、A から A' までの距離とした。

【OB'】: 原点 0 から y 軸上に伸びる垂線と B の x 軸上の交点を B' とし、0 から B' までの距離とした。

【BB'】: 原点 0 から y 軸上に伸びる垂線と B の x 軸上の交点を B' とし、B から B' までの距離とした。

肩甲骨位置 (OA', AA', OB', BB') は、UR 角度と同様の 3 肢位 (0°, 45°, 90°) で各 3 回測定し平均値を算出した。肩甲骨位置の変化量は、y 軸上の頭側への移動をマイナス、尾側への移動をプラスとした。同様に肩甲骨位置 AA' と BB' の変化は、x 軸上の脊柱に近づく方向をマイナス、脊柱から離れる方向をプラスと定義した。各測定値の増減による肩甲骨の位置変化の定義を表 1 に記載した (表 1)。また、スパイク課題前後での肩甲骨位置の変化量も算出した。

表 1 肩甲骨位置の定義

増減	OA'	OB'	AA'	BB'
増加	下制	-	外転	上方回旋
減少	拳上	-	内転	下方回旋

なお、肩甲骨位置 OB' のスパイク課題前後に伴う測定値の変化は、単体では肩甲骨の運動を示すことができないが、肩甲骨位置 BB' の測定値の変化と合わせて、「肩甲骨上方回旋」の解釈に利用した。

#### 4) スパイク課題

10 本のスパイクを 1 セットとし、5 セット、計 50 本の実施した。スパイクを 1 本打つごとに 14 秒間の休息を設け、セット間の休息は 3 分間とした。対象者にはセッターから上げられたレフト平行トス (6m 程度) をストレートコースに全力で打つように指示した。

#### 4-2) 主観的疲労度

測定にはスピードガン (スピードスター V, Bushnell 社製) を使用した。スパイク速度は全球を対象とした。各セットの平均値を算出した。

#### 4-2) 主観的疲労度

主観的疲労度の指標として、Visual Analogue Scale 検査 (以下, VAS) を用いて評価した。全身・肩 (打球側) に区別し、各セット終了後に測定して平均値を算出した。

#### 5) 統計処理

各データは平均値 ± 標準偏差で示した。測定項目の正規性は、Shapiro-Wilk 検定を用いて検討した。超音波画像を用いた AHD の測定における検者内信頼性は、級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficients; 以下, ICC) (1, 1) を用いて検討した。1 人の検者による対象者 10 人の運動負荷前 3 回の測定値から ICC を算出した。検者内信頼性の判定には、Landis の判定基準 (Landis and Koch, 1977) を用いて検討した。スパイク課題前後での AHD, 肩関節可動域, 肩甲骨アライメントの比較は、全ての項目に等分散性が認められたため、反復測定二元配置分散分析 (測定前後 [スパイク課題前・後] \* 測定側 [打球・非打球側]) を用いて検討した。事後検定には Bonferroni 法を用いた。肩甲骨位置のスパイク課題前後での変化量は、対応のある t 検定を用いて検討した。スパイク速度, 主観的疲労度のセット毎の比較は、等分散性が認められた項目には、反復測定一元配置分散分析を用いて検討した。事後検定には Bonferroni 法を用いた。

等分散性が認められなかった項目には，Friedman 検定を用いて検討した．事後検定には Wilcoxon の等号順位検定を用いた．全ての統計分析には SPSS statistics ver.27 (IBM, Japan) を使用した．有意水準は 5% とし，それ未満を有意差ありとした．

### Ⅲ. 結 果

#### 1) 対象者の特性

年齢は  $20.3 \pm 1.3$  歳，身長は  $175.2 \pm 4.5$  cm，体重は  $68.6 \pm 5.3$  kg，競技歴は  $10.7 \pm 3.0$  年，ポジションはアウトサイドヒッターが 7 名，セッターが 2 名，リベロが 1 名であった．打球側は右が 9 名，左が 1 名であった．

#### 2) AHD の検者内信頼性

pre 測定で 3 回の AHD 測定を行い，その測定値を用いて級内相関係数を算出した結果，AHD における検者内信頼性は，ICC : 0.996 (95%CI : 0.992 - 0.996) であった．Landis の判定基準では，Almost perfect (0.81 - 1.00) であり，同一検者内での測定において高い信頼性が得られた．

#### 3) AHD

AHD の値を，スパイク課題前後，打球・非打球側の 2 群間で比較した結果，交互作用，主効果は認められなかった (課題前後 :  $p = .237$ ，打球・非打球側 :  $p = .079$ ) ． (図 3)

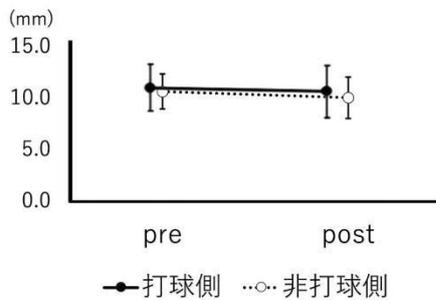


図3 AHD

#### 4) 肩関節可動域

##### 4-1) 肩関節 2nd 内旋可動域

肩関節 2nd 内旋の値を，スパイク課題前後，打球・非打球側の 2 群間で比較した結果，交互作用は認められず，スパイク課題前後，打球・非打球側でどちらも有意な主効果を認めた (スパイク課題前後 :  $p = .040$ ，打球・非打球側 :  $p < .001$ ) ．スパイク課題後に有意に減少し，打球側が非打球側に比べて有意に低値を示した． (図 4)

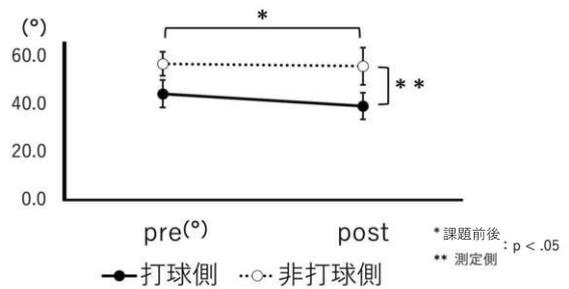


図4 2nd 内旋可動域

##### 4-2) 肩関節水平屈曲可動域

肩関節水平屈曲可動域の値を，スパイク課題前後，打球・非打球側の 2 群間で比較した結果，交互作用は認められず，スパイク課題前後，打球・非打球側でどちらも有意な主効果を認めた (スパイク課題前後 :  $p = .017$ ，打球・非打球側 :  $p = .002$ ) ．スパイク課題後に有意に減少し，打球側が非打球側に比べて有意に低値を示した． (図 5)

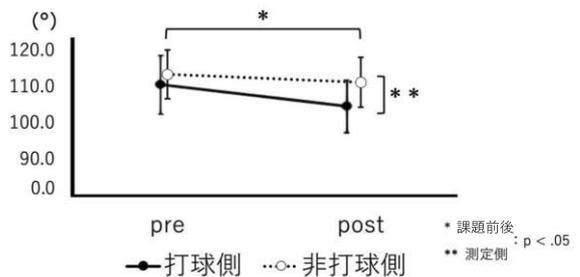


図5 水平屈曲可動域

## 5) 肩甲骨アライメント

以下の項目の結果を表 2 に示した。(表 2)

表 2 肩甲骨アライメント

	打球側		非打球側	
	pre	post	pre	post
UR0° (°)	10.6±3.6	11.3±2.1	11.9±3.2	12.2±3.0
UR45°	14.3±3.9	16.4±2.9	13.9±2.3	16.5±2.8
UR90°	27.5±2.6	27.1±2.9	27.1±2.6	26.3±2.5
AA'0° (mm)	85.0±9.4	87.9±8.2	84.0±7.1	86.6±8.8
AA'45°	80.5±10.7	82.8±11.4	77.6±8.4	78.8±10.1
AA'90°	48.3±10.9	52.2±10.8	46.8±8.2	49.4±9.4
BB'0° (mm)	98.0±13.5	101.5±15.3	93.4±7.6	94.8±12.4
BB'45°	100.3±15.4	99.0±15.7	97.2±9.9	95.2±11.7
BB'90°	115.0±11.0	119.3±9.5	115.9±13.6	115.6±12.4
OA'0° (mm)	75.1±6.6	79.7±7.6	75.4±8.9	80.5±9.2
OA'45°	79.3±7.7	80.8±8.1	78.3±7.7	79.6±7.5
OA'90°	85.3±13.4	90.1±10.9	88.4±12.3	90.2±10.2
OB'0° (mm)	200.2±11.3	202.9±8.8	199.1±10.8	202.5±10.4
OB'45°	195.5±15.7	193.0±13.5	196.8±11.6	193.3±10.3
OB'90°	197.6±15.0	195.9±11.0	199.3±10.3	201.9±7.9

平均値±標準偏差

## 5-1) UR 角度

UR 角度の各肢位の値を、スパイク課題前後、打球・非打球側の 2 群間で比較した結果、交互作用は全肢位で認められず、45° 外転位でスパイク課題前後にのみ有意な主効果を認めた(スパイク課題前後:  $p = .034$ )。スパイク課題後に有意に増加した。

## 5-2) 肩甲骨位置 OA'

OA' の各肢位の値を、スパイク課題前後、打球・非打球側の 2 群間で比較した結果、交互作用は全肢位で認められず、上肢下垂位でスパイク課題前後にのみ有意な主効果を認めた(スパイク課題前後:  $p < .001$ )。スパイク課題後に有意に増加した。

## 5-3) 肩甲骨位置 OB'

OB' の各肢位の値を、スパイク課題前後、打球・非打球側の 2 群間で比較した結果、交互作用は全肢位で認められず、上肢下垂位でスパイク課題前後にのみ有意な主効果を認めた(スパイク課題前後:  $p = .033$ )。スパイク課題後に有意に増加した。

## 5-4) 肩甲骨位置 AA'

AA' の各肢位の値を、スパイク課題前後、打球・非打球側の 2 群間で比較した結果、交互作用は全肢位で認められず、45° 外転位で打球・非打球側にのみ有意な主効果を認めた

(打球・非打球側:  $p = .013$ )。打球側が非打球側に比べて有意に高値を示した。

## 5-5) 肩甲骨位置 BB'

BB' の各肢位の値を、スパイク課題前後、打球・非打球側の 2 群間で比較した結果、交互作用、主効果は全肢位で認められなかった。

## 5-6) 肩甲骨位置変化量

OA' , OB' , AA' , BB' の変化量は、打球・非打球側に有意な差は認められなかった。

## 6) スパイク速度

セット数に有意な主効果が認められた ( $p < .001$ )。1~3 セットと比べて 5 セットでスパイク速度が有意に増加した。(【1セット vs 5セット】:  $p = .039$ , 【2セット vs 5セット】:  $p = .065$ , 【3セット vs 5セット】:  $p = .008$ )

## 7) 主観的疲労度

## 7-1) 全身

セット数において有意な差がみられた ( $p < .001$ )。1~4 セット終了後に比べて 5 セット終了後で主観的疲労度が有意に増加した。(【1~4 セット終了後 vs 5 セット終了後】:  $p = .005$ )

## 7-2) 肩(打球側)

セット数において有意な差がみられた ( $p < .001$ )。1~4 セット終了後に比べて 5 セット終了後で主観的疲労度が有意に増加した。(【1~4 セット終了後 vs 5 セット終了後】:  $p = .005$ )

## IV. 考 察

## 1) 肩峰骨頭間距離(AHD)

スパイク動作を 50 本繰り返した前後で、AHD の値を打球・非打球側で比較した結果、スパイク課題前後、打球・非打球側共に有意な差は認められなかった。しかし、BIODEX (肩関節内外旋 120° /s, 32 回×3 セット) を用いた疲労課題(Klich et al., 2020) では、課題後に AHD が減少した。AHD が減少するメカニズムとして、Chopp et al. (2011) は、上腕骨頭の上方偏位が AHD を減少させ、肩峰下インピンジメントを引き起こすと示唆しており、肩関節周囲筋の過負荷が AHD 減少によって起こり、肩峰下の圧迫につながると述べている。一方で、疲労課題後に AHD が増加した研究(Maenhout et al., 2015) では、重りを持った状態で肩関節内外旋運動を疲労課題として行った結果、課題後に AHD が増加した。さらに、課題後に肩甲骨位置が上方回旋、後傾、外旋の位置を呈していたことから、肩甲骨がインピンジメントを免れるように対

応し、AHDが増加したとMaenhout et al. (2015)は述べている。上記の疲労課題によるAHDの減少には上腕骨頭の安定化に働く腱板筋の機能、また、疲労課題後のAHDの増加には肩甲骨機能に関与している可能性が示唆された。AHDが変化しない要因として、運動課題の影響が大きいことが考えられる。先行研究(Klich et al., 2019; Maenhout et al., 2015)では筋疲労を目的とした運動課題を行なったが、本研究ではスパイクを50本に限定したため、AHDの変化が起こらなかったことが考えられる。また運動課題による疲労について、本研究では主観的疲労度、スパイク速度が増加した。こうしたことから、運動課題を選択するには量と質のコントロールが必要であると考えられる。スパイク本数やスパイクフォームを制限した場合、1日の範囲内ではAHDは変化しない可能性が考えられる。しかし、長期的な期間の場合には、上記のように制限を設けたとしてもAHDは変化する可能性が考えられる。

## 2) 肩関節可動域

肩関節 2nd 内旋可動域と水平屈曲可動域は、スパイク課題後に有意に減少し、また打球側が非打球側に比べて有意に低値を示した。野球の投球課題後(Reinold et al., 2008)やテニスの1試合後(Moore-Reed et al., 2016)には、肩関節内旋可動域が有意に減少した。本研究の結果は、上記の先行研究と同様の結果であった。肩関節内旋可動域の低下は、肩関節障害のリスクを増加させる(Amin et al., 2015; Manske et al., 2013; Moore-Reed et al., 2016)。肩関節水平屈曲可動域は、肩関節後方軟部組織のタイトネスを反映する評価方法であるとともに(森原・松井, 2014)、2nd内旋可動域との相関がある(今井他, 2014)。本研究では同様に、相関を検証してはいないが、打球側の水平屈曲角度は2nd内旋可動域とともに有意に減少した。2nd内旋、水平屈曲可動域が減少した理由として、オーバーヘッド動作の減速期で、肩関節後方に伸張性収縮が繰り返しかかることで、肩関節の後方関節包が肥厚し、可動域が損なわれるのではないかと、推測されている(Jacobson and Benson, 2001; Reeser et al., 2010; Thomas et al., 2009)。本研究でも同様なメカニズムが生じたと考えられた。

以上のことから、スパイク課題後における打球側の肩関節には、PSTが生じる可能性が示唆された。しかし、本研究の結果はスパイク動作を50本繰り返した後の即時的な変化であるため、測定日の24時間後など、経時的な変化も調査する必要がある。

## 3) 肩甲骨アライメント

UR角度は、45°外転位においてスパイク課題後に有意に高値を示した。大学男子テニス選手に疲労課題を実施させたRich et al. (2016)は、課題後にUR角度が減少し、本研究の結果とは異なった。Rich et al. (2016)と本研究で

は、測定項目と運動強度に違いがあると考えられる。Rich et al. (2016)は、①Borg Scaleと②心拍数を評価し、この両項目が一定数値(①15, ②最大心拍数の70%)を超えると疲労とみなし、その数値に達するまで課題を実行させていた。先行研究(Ebaugh et al., 2005; Nasu et al., 2012)では、UR角度の増加は投球動作中の肩甲骨上方回旋、挙上運動が、肩甲骨挙上時の肩峰下スペースを維持するためとされている。本研究ではスパイク動作中の肩甲骨運動を、UR角度が増加した状態では検討していないが、UR角度が増加したことにより、打球側の肩甲骨運動が上方回旋、挙上しやすい状態になっていると考える。吉田他. (2012)は、運動器疾患および肩関節障害のない成人を対象に、肩関節外転時の肩甲骨位置を測定し、本研究における上肢下垂位のAA', BB', OA', OB'の値は、吉田他. (2012)と同様の結果を示した。AA'については、45°外転位で、非打球側に比べて打球側で有意に高値を示したため、打球側の肩甲骨位置が非打球側と比べて外転していることを示した。OA'・OB'については、上肢下垂位で、スパイク課題前に比べて課題後で有意に高値を示したため、肩甲骨が下制していることを示した。また、BB'はスパイク課題前後で変化を示しておらず、かつOA'が増加し肩甲骨が下制したため、OB'が増加したことが考えられる。

以上より、対象者の肩甲骨は非打球側に比べて外転しており、50本のスパイク動作を繰り返した後に上方回旋、下制した。また、肩甲骨アライメントを「距離」として測定したBB'距離は、全肢位にて有意な差は認められなかったが、「角度」として測定したUR0°は、先行研究49-53よりも比較して上方回旋の位置に呈していたことから、「距離」では上方回旋に位置していないが、「角度」では上方回旋していることが考えられる。

## V. 結 論

スパイク動作を50本繰り返すことで、AHDは変化せず、肩甲骨アライメントが上方回旋したことから、肩峰下インピンジメントを回避するような代償が起きたと考えられる。しかし、AHDの結果も考慮すると肩甲骨下制もAHDに影響を与える可能性が考えられる。また、肩関節後方部にはタイトネスが生じている可能性が示唆された。しかし、本研究の結果はスパイク動作を50本繰り返した後の即時的な変化であるため、今後は測定日の24時間後など、経時的な変化も検討する必要がある。

## 引用・参考文献

- 赤瀬良裕. (2004) 高校生において投球数増加が肩, 体幹, 股関節の回旋可動域, 肩回旋筋力に及ぼす影響. 長崎理学療法. 5, pp. 9-14.
- Amin NH *et al.* (2015) The Relationship between Glenohumeral Internal Rotational Deficits, Total Range of Motion, and Shoulder Strength in Professional Baseball Pitchers. *J Am Acad Orthop Surg.* 23(12), pp. 789-796.
- 新崎茂吉. (2018) バレーボール選手の反復スパイク動作が肩関節に与える影響. 筑波大学体育専門学群 学士論文.
- Bahr R and Reeser JC. (2003) Injuries among World-Class Professional Beach Volleyball Players. *Am J Sports Med.* 31(1), pp. 119-125.
- Borsa PA *et al.* (2008) Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete: A theoretical and evidence-based perspective. *Sport Med.* 38(1), pp. 17-36.
- Cholewinski JJ *et al.* (2008) Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 16(4), pp. 408-414.
- Chopp JN *et al.* (2011) The specificity of fatiguing protocols affects scapular orientation: Implications for subacromial impingement. *Clin Biomech.* 26(1), pp. 40-45.
- Cools AM *et al.* (2008) Screening the athlete's shoulder for impingement symptoms: A clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *Br J Sports Med.* 42(8), pp. 628-635.
- Ebaugh DD *et al.* (2005) Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clin Biomech.* 20(7), pp. 700-709.
- Ellenbecker TS and Cools A. (2010) Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med.* 44(5), pp. 319-327.
- Harryman DT *et al.* (1990) Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 72(9), pp. 1334-1343.
- 今井直樹 他. (2014) 原テストにおける CAT と HFT は肩後方タイトネスの評価に有用である. 日本整形外科学会雑誌, 34(3), pp. 274-278.
- Jacobson RP and Benson CJ. (2001) Amateur volleyball attackers competing despite shoulder pain: Analysis of play habits, anthropometric data, and specific pathologies. *Phys Ther Sport.* 2(3), pp. 112-122.
- Joshi M *et al.* (2011) Shoulder external rotation fatigue and scapular muscle activation and kinematics in overhead athletes. *J Athl Train.* 46(4), pp. 349-357.
- Klich S *et al.* (2019) Ultrasonographic and myotonometric evaluation of the shoulder girdle after an isokinetic muscle fatigue protocol. *J Sport Rehab.* 29(8), pp. 1047-1052.
- Landis J and Koch G. (1977) The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics.* 33(1), pp. 239-255.
- Maenhout A *et al.* (2015) Acromiohumeral distance and 3-dimensional scapular position change after overhead muscle fatigue. *J Athl Train.* 50(3), pp. 281-288.
- Manske R *et al.* (2013) Glenohumeral motion deficits: friend or foe? *Int J Sports Phys Ther.* 8(5), pp. 537-553.
- Mihata T *et al.* (2015) Effect of posterior shoulder tightness on internal impingement in a cadaveric model of throwing. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 23(2), pp. 548-554.
- Moore-Reed SD *et al.* (2016) Acute Changes in Passive Glenohumeral Rotation Following Tennis Play Exposure in Elite Female Players. *Int J Sports Phys Ther.* 11(2), pp. 230-236.
- Moreno-Pérez V *et al.* (2015) Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. *Man Ther.* 20(2), pp. 313-318.
- 森原徹・松井知之. (2014) 投球障害の診断と治療における「運動連鎖」からのアプローチ不良姿勢, スクリーニングテストから競技復帰まで. *Sportsmedicine.* (160), pp. 2-5.
- Myers JB *et al.* (2006) Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med.* 34(3), pp. 385-391.
- 中村豊 他. (2000) 大学スポーツ外来 10 年間のバレーボール外傷・障害. 体力科学, 49(6), pp. 621-950.
- Nasu H *et al.* (2012) An anatomic study of structure and innervation of the serratus anterior muscle. *Surg Radiol Anat.* 34(10), pp. 921-928.
- Reeser JC *et al.* (2010) Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike. *Sports Health.* 2(5), pp. 368-374.

Reinold MM *et al.* (2008) Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pitching in professional baseball players. *Am J Sports Med*, 36(3), pp.523-527.

Rich RL *et al.* (2016) Scapular upward-rotation deficits after acute fatigue in tennis players. *J Athl Train*, 51(6), pp.474-479.

Salamh PA *et al.* (2019) The efficacy and fidelity of clinical interventions used to reduce posterior shoulder tightness: a systematic review with meta-analysis. *J Shoulder Elb Surg*, 28(6), pp.1204-1213.

Seminati E and Minetti AE. (2013) Overuse in volleyball training/practice: A review on shoulder and spine-related injuries. *Eur J Sport Sci*, 13(6), pp.732-743.

Thomas SJ *et al.* (2009) Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. *J Athl Train*, 44(3), pp.230-237.

Verhagen EALM. (2004) A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med*, 38(4), pp.477-481.

Wang HK and Cochrane T. (2001a) A descriptive epidemiological study of shoulder injury in top level English male volleyball players. *Int J Sports Med*, 22(2), pp.159-163.

Wang HK and Cochrane T. (2001b) Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(3), pp.403-410.

Wang HK *et al.* (2005) Sonographic evaluations in elite college baseball athletes. *Scand J Med Sci Sport*, 15(1), pp.29-35.

Werner CML *et al.* (2004) The effect of capsular tightening on humeral head translations. *J Orthop Res*, 22(1), pp.194-201.

吉田一也 他 (2012) Scapular movements during shoulder abduction measured by a scapular position measurement method employing a tape measure. *Rigakuryoho Kagaku*, 27(2), pp.217-221.

---