

# 投球障害例の世代間における 胸郭および肩甲骨上方回旋機能差の検討

原 著

Functional differences in scapular upward rotation on the thorax among different generations of baseball players with throwing injuries

阿蘇卓也\*<sup>1,2</sup>, 田村将希\*<sup>1,3</sup>, 野口 悠\*<sup>1,4</sup>  
古屋貫治\*<sup>3,5</sup>, 西中直也\*<sup>3,5,6</sup>

キー・ワード：Throwing injury, thorax function, scapular upward rotation  
投球障害, 胸郭機能, 肩甲骨上方回旋機能

〔要旨〕 投球障害肩肘（以下、投球障害）例の身体特徴としては胸郭および肩甲骨上方回旋機能低下があり、臨床では世代が上がるほど機能低下が著明であることを経験する。しかし、世代間の胸郭および肩甲骨上方回旋機能差について検討した報告は少なく不明な点が多い。本研究は投球障害例の世代間における胸郭および肩甲骨上方回旋機能の差を検討することを主たる目的とした。

対象は投球障害例 42 名と健常野球選手 10 名（コントロール群）とした。主要測定項目は胸郭機能と肩甲骨上方回旋機能とした。胸郭機能は左右第 1 胸椎椎弓根上縁を結ぶ線分の midpoint と左右鎖骨近位端上縁を結ぶ線分の midpoint との距離、肩甲骨上方回旋機能は肩甲骨関節窩上縁と下縁を結ぶ線と垂線がなす角度として単純 X 線正面像から測定した。各測定項目は上肢下垂位と拳上位で測定し、変化量（上位胸郭運動量、肩甲骨上方回旋運動量）を算出した。投球障害例のうち 15 歳以下（以下、U15 群）と 16 歳以上（以下、O16 群）に分け、U15 群、O16 群およびコントロール群の 3 群間で各項目を比較した。

O16 群および U15 群の上位胸郭運動量はコントロール群より低下しており、また、O16 群では U15 群より低下していた。

胸郭機能低下は投球障害例の特徴であり、かつ、高校生以上の投球障害例ではより胸郭機能が低下していることで、投球時に肩肘関節への負荷をより増大させる身体機能になっていると考察された。

## 緒言

投球障害肩肘（以下、投球障害）とは投球動作に起因する肩肘関節障害のことであり、野球などのオーバーヘッドスポーツ選手に多く発症する。投球障害の発症要因としては投球過多<sup>1)</sup>や身体機能低下<sup>2-4)</sup>など多岐にわたる。その中でも身体機能

低下と投球障害の関係性は多くの研究者によって検討されており、臨床においても介入される分野である。

身体機能と投球障害との関係性について、坂田ら<sup>4)</sup>は胸椎後弯角度の増加は肘関節内側障害の危険因子になると報告している。また、Mihata ら<sup>5)</sup>は肩甲骨上方回旋角度が減少することは肩関節後上方関節内インピンジメント（posterolateral impingement 以下、PSI）の危険因子になると報告している。つまり、投球時の肩肘関節への負荷を軽減させるためには、胸椎を含めた胸郭や肩甲骨など肩肘関節以外のセグメントの可動性が重要であると考えられている。

また、野球は幅広い世代によって競技されており、投球障害発症率は世代によって異なる。少年

\*1 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院リハビリテーションセンター

\*2 昭和大学大学院保健医療学研究科博士後期課程

\*3 昭和大学スポーツ運動科学研究所

\*4 昭和大学保健医療学部理学療法学科

\*5 昭和大学藤が丘病院整形外科

\*6 昭和大学大学院保健医療学研究科

Corresponding author：西中直也（nissieflor@med.showa-u.ac.jp）

野球選手の投球障害発症率は約20%である一方<sup>6)</sup>、高校野球選手では約50%であると報告されている<sup>7)</sup>。この差は競技レベルが高くなることにより肩肘関節への負荷が増加することが一因であると考えられるが、その他には身体機能の差もあると推測される。一般的に世代が上がると成長に伴う筋柔軟性低下が生じ、関節可動性は制限されると考えられている<sup>8)</sup>。臨床においても世代が上の投球障害例では胸郭や肩甲骨上方回旋機能が低下していることを経験する。しかし、実際に投球障害例の世代間における胸郭および肩甲骨上方回旋機能差を検討した報告は少なく<sup>9)</sup>、関係性は不明である。また、世代間における身体機能差を検討することで世代が上の選手の投球障害発症要因を明らかにできる可能性がある。

そこで、本研究は世代が上の投球障害例では胸郭および肩甲骨上方回旋機能が低下しているという仮説の下、胸郭および肩甲骨上方回旋機能を世代間で比較検討することを主たる目的とした。

## 対象および方法

対象は2015年4月1日から2021年3月31日までに当院整形外科で投球障害と診断された野球選手のうち、測定項目が計測可能であった42名(年齢11-22歳[平均 $17.0 \pm 3.4$ 歳]、身長144-187cm[平均 $170.9 \pm 10.3$ cm]、体重33-84kg[平均 $65.8 \pm 13.8$ kg]、肩関節障害22名、肘関節障害20名)とした。また、コントロール群として2016年4月1日から2018年3月31日までに当研究所でメディカルチェックを実施し、肩肘関節に愁訴のなかったプロ野球選手10名(年齢23-32歳[平均 $26.3 \pm 2.9$ 歳]、身長171-188cm[平均 $179.6 \pm 5.5$ cm]、体重72-89kg[平均 $81.9 \pm 6.0$ kg]、全例投手)も対象とした。投球障害例における肩関節障害の病態はPSIが13名、上方関節唇(superior labrum anterior and posterior 以下、SLAP)損傷1名、PSIおよび前上方関節内インピンジメント(anterosuperior impingement 以下、ASI)の合併例2名、PSI、ASIおよびSLAP損傷の合併例1名、ASIおよびSLAP損傷の合併例1名、腱板炎3名、上腕二頭筋長頭腱炎1名であった。肘関節障害の病態は肘関節内側副靭帯損傷9名、上腕骨内側上顆骨端線離開3名、尺骨神経障害1名、上腕骨小頭離断性骨軟骨炎7名であった。投球障害例のうち38名が投球時後期コッキング期肩関節最大外

旋位(maximum external rotation 以下、MER)からボールリリースにかけて疼痛を認めた。疼痛を認めなかった4名は全例上腕骨小頭離断性骨軟骨炎症例であった。なお、投球障害例は投球以外の動作では疼痛を認めていなかった。本研究は、本学臨床試験審査委員会の承認を受けて実施された(承認番号21-049-A)。また、本研究は後方視研究であり、本研究に関する情報を公開し対象者に研究への参加を拒否する機会を保障した。

本研究の主要測定項目は胸郭機能、肩甲骨上方回旋機能であり、副次的測定項目は肩甲骨関節窩に対する上腕骨(glenohumeral 以下、GH)外転機能、上腕骨外転機能とした<sup>10,11)</sup>。2種類の外転機能を測定したのは胸郭および肩甲骨上方回旋機能は上肢挙上角度に影響を受ける可能性があり、その影響がないかを検討するためであった。各測定項目は初診時に撮影された上肢下垂位と最大挙上位の単純X線正面像と画像解析ソフト(Synapse 4.1.0, FUJIFILM MEDICAL SYSTEMS, 米国)を用いて測定した。単純X線撮影は座位で管球を上肢下垂位での胸骨柄上端を中心として水平に照射し、その後、管球位置を変えずに上肢挙上位でも撮影した。なお、単純X線撮影時において対象者は骨盤前傾位を保持し、過度な頭位前方位や胸椎後弯位を抑制することで、頸椎や胸椎アライメントが本研究の測定項目に影響を及ぼさないように考慮した。また、肩甲骨上方回旋機能、GH外転機能および上腕骨外転機能の計測については投球障害例では障害側、健常アスリート群では利き手側を測定肢とした。

胸郭機能は左右第1胸椎椎弓根上縁を結ぶ線分の中点と左右鎖骨近位端上縁を結ぶ線分の中点の距離を測定した(図1-a, b)。本研究の対象者における鎖骨近位端骨端核の有無に関し、画像上で骨端核を認める症例は21名(投球障害例20名、コントロール群1名)、認めない症例は31名(投球障害例22名、コントロール群9名)であった。骨端核を有する21名のうち上肢下垂位で骨端部の頭側の高さが骨幹端部と同等のラインに達しているのは1名であった。本研究では鎖骨近位端上縁を鎖骨測定点としているが、骨端核を有する場合、上肢下垂位で骨端部と骨幹端部の高さが同じでも上肢挙上位では高さが異なることがある(図2)。そこで、本研究では鎖骨測定点の正確性を得るために、鎖骨近位端のうち鎖骨骨幹端部の上縁を測

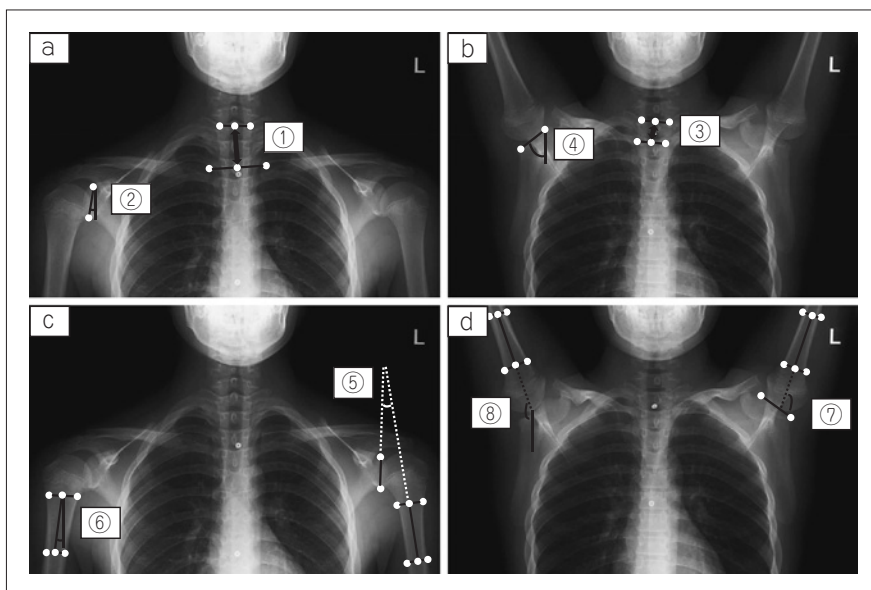


図1 胸郭機能, 肩甲骨上方回旋機能, GH 外転機能および上腕骨外転機能の測定方法  
 a: 上肢下垂位での胸郭および肩甲骨上方回旋機能の測定 b: 上肢挙上位での胸郭および肩甲骨上方回旋機能の測定  
 c: 上肢下垂位でのGH 外転および上腕骨外転機能の測定 d: 上肢挙上位でのGH 外転および上腕骨外転機能の測定  
 上肢下垂位と挙上位の単純 X 線正面像から上位胸郭運動量 (① - ③), 肩甲骨上方回旋運動量 (④ - ②), GH 外転機能 (⑦ - ⑤), 上腕骨外転機能 (⑧ - ⑥) を算出した。

定点とするように全例統一した。本研究で採用した胸郭機能測定の検者内および検者間信頼性は過去に我々の研究グループが検討し、十分な信頼性があると報告している<sup>10)</sup>。肩甲骨上方回旋機能は肩甲骨関節窩上縁と下縁を結ぶ線分と垂線がなす角度を測定した(図 1-a, b)。GH 外転機能は肩甲骨関節窩上縁と下縁を結ぶ線と上腕骨近位および遠位の中点を結ぶ線がなす角度とした(図 1-c, d)。上腕骨外転機能は上腕骨近位および遠位の中点を結ぶ線と垂線がなす角度とした(図 1-c, d)。各項目を測定後、胸郭機能は上肢下垂位から挙上位を差し引いた値、肩甲骨上方回旋機能、GH 外転機能および上腕骨外転機能は上肢挙上位から下垂位を差し引いた値をそれぞれ算出した(上位胸郭運動量、肩甲骨上方回旋運動量、GH 外転運動量、上腕骨外転運動量)。

統計学的解析は解析ソフトウェア(JMPpro16, SAS社, 米国)を使用した。世代間での比較を行うために、投球障害例のうち15歳以下をU15群、16歳以上22歳以下をO16群に分類した。統計学的解析を行うにあたり、初めに基本属性(年齢、身長、体重)、主要および副次的測定項目(上位胸

郭運動量、肩甲骨上方回旋運動量、GH 外転運動量および上腕骨外転運動量)の正規性をShapiro-Wilk検定で検討した。各世代間およびコントロール群での比較を行うにあたり、正規性を認めた項目については、一元配置分散分析を行った。一元配置分散分析で要因の主効果を認めた場合は2標本t検定で多重比較検定を行った。また、正規性を認めなかった項目についても同様にKruskal-Wallis検定とMann-WhitneyのU検定を用い多重比較検定を行った。有意水準は5%未満とするが、多重比較検定を行う際に検定回数は3回になるので、ボンフェローニ補正を用いて有意水準 $\alpha$ ( $\alpha=0.05/3=0.0167$ )を調整した。さらに、主要および副次的測定項目については以下の計算式から効果量dを算出した<sup>12)</sup>。

$$\text{効果量}(d) = \frac{m_a - m_b}{S_{\text{pooled}}}$$

$$S_{\text{pooled}} = \sqrt{\frac{(n_a - 1)SD_a^2 + (n_b - 1)SD_b^2}{n_a + n_b - 2}}$$

$m_a$ は対象群の平均、 $m_b$ は比較群の平均、 $S_{\text{pooled}}$ はプールした分散、 $n_a$ は対象群の人数、 $SD_a$ は対象群の標準偏差、 $n_b$ は比較群の人数、 $SD_b$ は比較群の

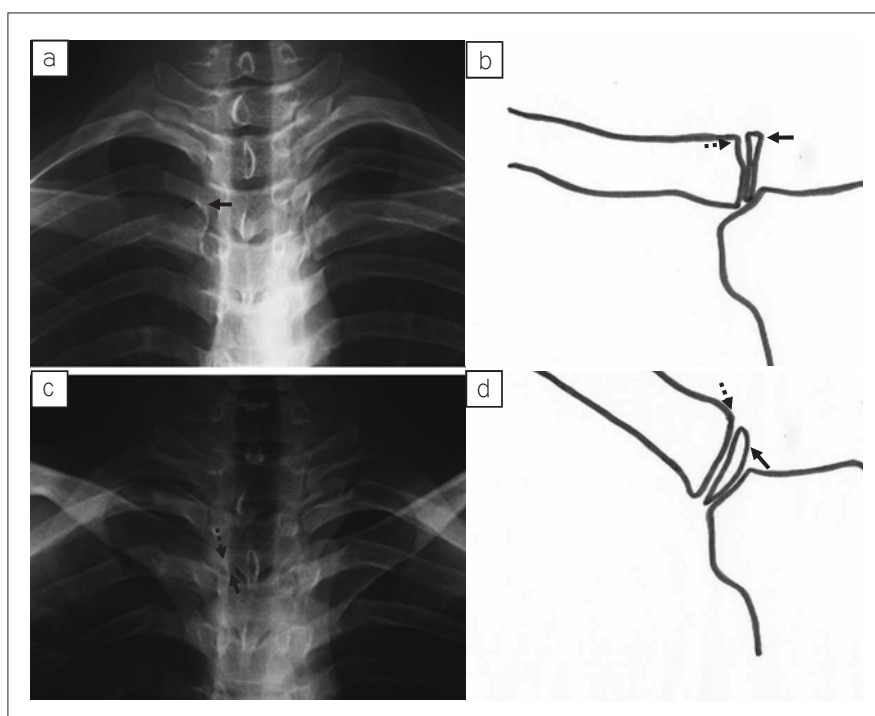


図2 上位胸郭運動量測定時における鎖骨測定点  
 a: 上肢下垂位 b: 上肢下垂位での鎖骨部拡大模式図 c: 上肢挙上位 d: 上肢挙上位での鎖骨部拡大模式図  
 上肢下垂位では骨端部（実線矢印）と骨幹端部（点線矢印）の高さは同じだが、上肢挙上位では骨端部と骨幹端部の高さは異なる。測定点の正確性を得るために全例骨幹端部を鎖骨測定点とした。

表1 基本属性および各測定項目における正規性の有無

	U15 群 W	O16 群 W	コントロール群 W
年齢	0.855	0.898*	0.902
身長	0.974	0.933	0.954
体重	0.861	0.965	0.852
上位胸郭運動量	0.918	0.936	0.847
肩甲骨運動量	0.977	0.957	0.920
GH 外転運動量	0.923	0.952	0.909
上腕骨外転運動量	0.935	0.979	0.879

\* $p < 0.01$   $p < 0.05$  の場合に正規性なしと判断

標準偏差を示す。効果量の目安はそれぞれ、 $d=0.20$  を小、 $d=0.50$  を中、 $d=0.80$  を大とした。

## 結果

基本属性および各測定項目における正規性の調査結果を表1に示す。O16群の年齢 ( $p=0.007$ ) は正規性を認めなかったが、その他の項目は正規性を認めた。

基本属性の比較結果を表2に示す。U15群は11名、O16群は31名であった。障害部位についてU

15群では肩関節障害が1名(腱板炎)、肘関節障害が10名(上腕骨内側上顆骨端線離開3名、上腕骨小頭離断性骨軟骨炎7名)であった。O16群では肩関節障害が21名(PSI13名、SLAP損傷1名、PSI、ASI合併例2名、PSI、ASI、SLAP損傷合併例1名、ASI、SLAP損傷合併例1名、腱板炎2名、上腕二頭筋長頭腱炎1名)、肘関節障害が10名(肘関節内側側副靭帯損傷9名、尺骨神経障害1名)であった。年齢についてU15群 ( $p=0.0001$ ) およびO16群 ( $p < 0.0001$ ) はコントロール群より

表 2 対象者における基本属性の比較

	U15 群	O16 群	コントロール群
年齢 (歳)	11-14 (12.3±1.2) <sup>a</sup>	16-22 (18.7±2.0) <sup>b, c</sup>	23-32 (26.3±2.9)
身長 (cm)	144-170 (155.6±7.7)	167-187 (175.4±5.7) <sup>d</sup>	171-188 (179.6±5.5) <sup>e</sup>
体重 (kg)	33-68 (45.6±9.7) <sup>f</sup>	60-84 (72.3±6.8) <sup>g, h</sup>	72-89 (81.9±6.0)

範囲 (平均値±標準偏差)

<sup>a</sup>: p<0.01 (v.s. コントロール群) <sup>b</sup>: p<0.01 (v.s. コントロール群) <sup>c</sup>: p<0.01 (v.s.U15 群) <sup>d</sup>: p<0.01 (v.s.U15 群) <sup>e</sup>: p<0.01 (v.s.U15 群) <sup>f</sup>: p<0.01 (v.s. コントロール群) <sup>g</sup>: p<0.01 (v.s. コントロール群) <sup>h</sup>: p<0.01 (v.s.U15 群)

表 3 上位胸郭運動量, 肩甲骨上方回旋運動量, GH 外転運動量, 上腕骨外転運動量の比較

	U15 群	O16 群	コントロール群
上位胸郭運動量 (mm)	13.4±9.7 <sup>a</sup>	6.7±5.6 <sup>b, c</sup>	21.7±5.6
肩甲骨上方回旋運動量 (°)	39.4±9.7 <sup>d</sup>	40.8±8.3 <sup>e</sup>	48.1±3.3
GH 外転運動量 (°)	104.1±8.9	102.6±8.9	97.4±11.4
上腕骨外転運動量 (°)	151.7±10.3	145.7±10.2	145.0±9.1

平均値±標準偏差

<sup>a</sup>: p<0.01 (v.s. コントロール群) <sup>b</sup>: p<0.01 (v.s. コントロール群) <sup>c</sup>: p<0.01 (v.s.U15 群) <sup>d</sup>: p<0.05 (v.s. コントロール群) <sup>e</sup>: p<0.05 (v.s. コントロール群)

低値であり, また, O16 群は U15 群より高値であった(p<0.0001). 身長についてコントロール群 (p<0.0001) と O16 群 (p<0.0001) は U15 群より高値であった. 体重について U15 群 (p<0.0001) および O16 群 (p=0.0008) はコントロール群より低値であり, また, O16 群は U15 群より高値であった (p<0.0001).

上位胸郭運動量, 肩甲骨上方回旋運動量, GH 外転運動量, 上腕骨外転運動量の比較結果を表 3 に示す. 上位胸郭運動量について U15 群 (p=0.005, d=1.03) および O16 群 (p<0.0001, d=2.85) はコントロール群より低値であり, また, O16 群は U15 群より低値であった (p=0.005, d=1.03). 肩甲骨上方回旋運動量について U15 群 (p=0.015, d=1.18) および O16 群 (p=0.015, d=0.98) はコントロール群より低値を示したが, U15 群と O16 群の間には差はなかった (p=0.597, d=0.16). GH 外転運動量と上腕骨外転運動量は要因の主効果を認めなかった.

## 考 察

胸郭および肩甲骨上方回旋機能は投球障害を予防する上で必要な身体機能である<sup>2-4</sup>). また, 投球障害発症率が世代間に差があることから<sup>6,7</sup>), 世代によって身体機能差があると推測され, 臨床では世代が上の投球障害例では胸郭や肩甲骨上方回旋機能がより低下していることを経験する. さらに, 高校生の投球障害発症率の高さ<sup>7</sup>) や本邦では中学生から高校生に上がると競技レベルが格段に上がるという背景から, 15 歳以下と 16 歳以上の投球障害例の身体機能差を検討することは投球障害予防および発症要因を検討する上で重要と考える. しかし, 実際に検討した報告は少ない. 本研究は世代が上, つまり 16 歳以上の投球障害例では胸郭および肩甲骨上方回旋機能が低下しているという仮説の下, 胸郭および肩甲骨上方回旋機能を世代間で比較検討することを主たる目的とした.

本研究の結果より, 主要測定項目の 1 つである肩甲骨上方回旋運動量は投球障害例がコントロール群より低下していたが, 世代間では差を認めな

かった。上位胸郭運動量については投球障害例がコントロール群より低下しており、また、U15群に比較しO16群で低下していた。この結果より、胸郭機能低下は投球障害例の特有の身体機能であることに加え、高校生以上の投球障害例では胸郭機能が低下しやすいことが示唆された。さらに、コントロール群では年齢が高いにも関わらず、上位胸郭運動量が高値であったことから、胸郭機能低下は誰にでも生じる年齢的身体特性の変化ではないと考えられた。

世代間における肩甲骨上方回旋機能について考察する。投球障害例の肩甲骨上方回旋機能が低下していたことは過去の報告<sup>2,3)</sup>を支持する形となった。世代間で上肢挙上時の肩甲骨運動について検討した報告は多くはない。Dayanidhiら<sup>13)</sup>は磁気式トラッキングセンサーを用いて小児と成人の上肢肩甲骨面挙上時における肩甲骨上方回旋角度を計測した結果、肩甲骨面挙上90°以上では両者に差はないことを報告している。測定方法や対象者に相違はあるが、本研究はDayanidhiら<sup>13)</sup>の報告と同様の結果であった。一方、胸郭運動と肩甲骨上方回旋運動は連動しており、胸郭運動が制限されると肩甲骨上方回旋運動も制限される<sup>14)</sup>。本研究結果を踏まえると肩甲骨上方回旋運動量にも差が生じる可能性はあったが、上位胸郭運動と肩甲骨上方回旋運動との関係性には乖離が生じた。Finleyら<sup>15)</sup>は健常若年者における上肢挙上時の肩甲骨運動を胸椎後弯位と胸椎伸展位の2条件で比較した。その結果として、肩甲骨上方回旋運動に差はなかったが、肩甲骨後傾および外旋運動は胸椎後弯位で減少していたと報告している<sup>15)</sup>。過去の報告<sup>15)</sup>と本研究の対象は異なり一概に比較することはできないが、上肢挙上時の上位胸郭運動と肩甲骨上方回旋運動の連動性は後傾および外旋運動ほど大きくないため、本研究では肩甲骨上方回旋運動量に差がなかった可能性がある。投球障害例の世代間での肩甲骨運動の特徴を明らかにするためには、3次元解析を行い、より詳細なデータを得る必要があった。

胸郭機能について考察する。遠藤ら<sup>16)</sup>は3次元動作解析装置を用いて健常者の上肢下垂位から最大挙上位における胸骨上方移動量を計測した結果、約32mmの移動量を有していたと報告している。本研究は遠藤らの報告<sup>16)</sup>とは異なる方法を採用しており、全てを比較することは困難であるが、

変化量を採用し測定データを正規化していることを踏まえると遠藤らの研究結果<sup>16)</sup>を参考にできる部分はある。また、本研究では肩肘関節に愁訴のないプロ野球選手と投球障害例の上位胸郭運動量差を検討した際の効果量は大きであった。効果量は対象者数によって変化することのない、標準化された指標である。つまり、遠藤らの報告<sup>16)</sup>や本研究結果から、投球障害例では上位胸郭運動量の低下を有していることが示唆された。上位胸郭運動量における世代間での差について、幸田ら<sup>17)</sup>は投球障害例の胸椎伸展機能は低下していると報告している。本研究における上位胸郭運動は胸椎伸展運動が構成要素の一つであるため<sup>10)</sup>、O16群で上位胸郭運動量が低下したのは胸椎伸展機能低下が一因である可能性があった。その一方、Lee<sup>18)</sup>は上肢挙上時における上位胸郭運動は胸椎伸展運動以外に肋横突関節での肋骨後方回旋運動によって構成されると述べている。野球選手における上肢挙上時の肋横突関節での肋骨後方回旋運動を詳細に検討した報告はないため結論付けられないが、胸椎伸展運動以外の要素も本研究結果に影響を及ぼした可能性はあると考える。

投球時MERは肩甲骨腕関節外旋だけでなく、胸椎伸展や肩甲骨後傾などの多関節運動によって構成されており、肘関節については同相で受動的に外反運動が生じると考えられている<sup>19)</sup>。また、胸椎運動と肩甲骨運動は密接な関係にあり、胸椎伸展制限は肩甲骨後傾制限に繋がるとされる<sup>14)</sup>。小山ら<sup>20)</sup>は健常者の投球動作を3次元解析し、早期コッキング期Foot Contact時の肩甲骨前傾角度が大きいと肩甲骨内転運動制限が生じ、その代償動作としてMERでの肩甲骨腕関節水平外転角度が増加すると報告している。宮下ら<sup>19)</sup>はMERにおいて肩甲骨腕関節外旋、胸椎伸展および肩甲骨後傾で構成される肩関節全体としての外旋運動が制限されると、より大きな肘関節外反運動が生じる可能性を示唆している。過剰な肩甲骨腕関節水平外転および肘関節外反運動は投球障害の危険因子であり、対象者の病態や疼痛発生相を考慮すると、U15群およびO16群はともに肩肘関節に過剰な負荷が生じていたと考えられる。さらに、本研究ではO16群で胸郭機能低下がより著明であったことを踏まえると、O16群では肩肘関節への負荷をより増加させる投球動作の可能性がある。

本研究の1つ目の限界は対象者の各病態の年齢

に偏りが生じていることが挙げられる。各病態における上位胸郭運動や肩甲骨上方回旋運動の差を検討した報告はない。しかし、病態によって上位胸郭運動や肩甲骨上方回旋運動に差があれば、年齢の偏りは研究結果に影響を及ぼす可能性はある。今後は各病態の年齢の偏り、つまり、世代間において病態の差を少なくすることで、より信頼性のある上位胸郭運動や肩甲骨上方回旋運動の結果を得ることができると考える。2つ目の研究限界は胸郭機能を単純 X 線正面像のみで検討していることである。投球障害例に対して当院では単純 X 線正面像しか撮像しておらず、また、頸椎や胸椎矢状面機能を示すことができるような単純 X 線側面像は撮像していない。そのため、投球障害例における脊柱矢状面機能、特に胸椎伸展機能と上位胸郭運動量との関係性は推測の域を出なかった。今後は単純 X 線側面像の代わりとなる評価法を用いて、脊柱矢状面機能と上位胸郭運動量との関係性を検討し、上位胸郭運動量を低下させる主たる要因を検討していきたいと考える。これらの研究限界がある一方、投球障害例の世代間における身体機能差を検討した報告は少ない中で、胸郭および肩甲骨上方回旋機能差を明らかにできたことは研究の強みである。これらの機能差を示したことは、各世代に応じた投球障害発生のメカニズム解明の一助になるかもしれない。今後は挙げられた研究限界を踏まえつつ臨床で活用できるデータを構築していきたいと考える。

## 結 語

本研究では胸郭および肩甲骨上方回旋機能における世代間での差を明らかにすることを主たる目的とし、比較検討を行った。上位胸郭運動量について O16 群および U15 群は健常野球選手より低下しており、また、O16 群では U15 群より低下していた。以上より、胸郭機能低下は投球障害例の特徴であり、かつ、高校生以上の投球障害例ではより胸郭機能が低下していることで、投球時における肩肘関節への負荷をより増大させる身体機能になっていると考察された。

## 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) Lyman S, Fleisig GS, Andrews JR, 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: 463-468.
- 2) 福島 直, 米田 稔, 小島昌規, 他. 投球障害肩における肩甲骨の上方回旋運動: X 線動態撮影による検討. *肩関節.* 2001; 25: 377-380.
- 3) 千葉慎一, 三原研一, 筒井廣明, 他. 野球肘患者における肩甲骨胸郭関節機能について. *日肘会誌.* 2006; 13: 147-148.
- 4) 坂田 淳, 中村絵美, 鈴川仁人, 他. 少年野球選手における肘内側障害の危険因子に関する前向き研究. *整スポ会誌.* 2016; 36: 43-51.
- 5) Mihata T, Jun BJ, Bui CNH, et al. Effect of Scapular Orientation on Shoulder Internal Impingement in a Cadaveric Model of the Cocking Phase of Throwing. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94: 1576-1583.
- 6) Harada M, Takahara M, et al. Risk Factors for Elbow Injuries Among Young Baseball Players. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19: 502-507.
- 7) 飯島裕生, 笹沼秀幸, 福島 崇, 他. 高校硬式野球部 1 年生における肘・肩障害と肘障害経験率の調査. *日肘会誌.* 2016; 23: 402-404.
- 8) 新島慎也, 杉崎真也, 望月哲平, 他. 投球障害における競技復帰と身体機能の関係～肩甲骨 Mobility テストの検討～. *埼玉アスレチック・リハビリテーション研究会誌.* 2018; 9: 10-13.
- 9) 松井知之, 幸田仁志, 甲斐義浩, 他. 中・高校生野球選手における姿勢と肘関節痛との関係. *日肘会誌.* 2018; 25: 219-221.
- 10) 野口 悠, 田村将希, 阿蘇卓也, 他. X 線画像による上位胸郭運動量の計測と再現性～上位胸郭運動量と肩複合体運動量との関係～. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2021; 29: 235-242.
- 11) 筒井廣明, 三原研一, 鈴木一秀, 他. 外傷性肩関節脱臼症例に見られた機能的問題点の検討. *肩関節.* 2008; 32: 245-248.
- 12) Hedges LV. Distribution Theory for Glass's Estimator of Effect size and Related Estimators. *J Educ Behav Stat.* 1981; 6: 107-128.
- 13) Dayanidhi S, Orlin M, Kozin S, et al. Scapular Kinematics During Humeral Elevation in Adults and Children. *Clinical Biomechanics.* 2005; 20: 600-606.
- 14) 森原 徹, 松井知之, 高島 誠. 運動連鎖からみた

- 姿勢. In: 森原 徹, 松井知之, 高島 誠(編). パフォーマンスUP!運動連鎖から考える投球障害～診察室からグラウンドまでをつなぐアプローチ～. 第1版. 東京: 全日本病院出版会; 13-19, 2014.
- 15) Finley MA, Lee RY. Effect of Sitting Posture on 3-Dimensional Scapular Kinematics Measured by Skin-Mounted Electromagnetic Tracking Sensors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84: 563-568.
- 16) 遠藤 優, 山口光圀, 尾崎尚代, 他. 肩関節挙上角度の変化における胸郭の動き. *理学療法学.* 1996; 23: 287.
- 17) 幸田仁志, 甲斐義浩, 来田宣幸, 他. 高校野球投手における肩痛と脊柱アライメントとの関係. *臨床バイオメカニクス.* 2020; 41: 93-97.
- 18) Lee DG. Biomechanics of the Thorax-Research Evidence and Clinical Expertise. *J Man Manip Ther.* 2015; 23: 128-138.
- 19) 宮下浩二, 小林寛和, 越田専太郎, 他. 投球動作の肩最大外旋角度に対する肩甲骨腕関節と肩甲骨胸郭関節および胸椎の貢献度. *体力科学.* 2009; 58: 379-386.
- 20) 小山太郎, 松下 廉, 宮下浩二. 投球時肩最大外旋位における肩甲骨腕関節水平伸展角度に影響を与える因子～足部接地時の各関節角度との相関～. *東海スポーツ傷害研究会誌.* 2015; 33: 22-26.

(受付: 2022年5月13日, 受理: 2022年9月13日)

## Functional differences in scapular upward rotation on the thorax among different generations of baseball players with throwing injuries

Aso, T.<sup>\*1,2</sup>, Tamura, M.<sup>\*1,3</sup>, Noguchi, Y.<sup>\*1,4</sup>  
Furuya, K.<sup>\*3,5</sup>, Nishinaka, N.<sup>\*3,5,6</sup>

\*1 Department of Rehabilitation, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

\*2 Doctoral Program, Showa University Graduate School of Health Sciences

\*3 Showa University Research Institute for Sport and Exercise Sciences

\*4 Department of Physical Therapy, Showa University School of Nursing and Rehabilitation Sciences

\*5 Department of Orthopaedic Surgery, Showa University Fujigaoka Hospital

\*6 Showa University Graduate School of Health Sciences

**Key words:** Throwing injury, thorax function, scapular upward rotation

**[Abstract]** This study was intended to investigate functional differences in scapular upward rotation on the thorax among different generations of baseball players with throwing injuries. Forty-two baseball players with throwing injuries and 10 healthy baseball players, who served as controls, were included. The scapular upward rotation movements on the thorax were calculated using the frontal radiography images of the upper extremity in the down and elevated positions. Patients with throwing injuries were classified into two groups: those aged < 15 years (U15 group) and those aged > 16 years (O16 group). Each measured parameter was compared between the U15, O16, and control groups. The upper thorax showed less movement in the O16 and U15 groups than the control group, and less in the former than the latter. Thorax function decreased in cases of throwing injury of high school students and older individuals, suggesting that this may be a physical function that may increase the load on the shoulder and elbow during pitching.