

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 12 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700747

研究課題名(和文) オーバーヘッドスポーツにおいて肩障害の危険因子を回避する肩甲上腕関節の動き

研究課題名(英文) Kinematics of glenohumeral joint for preventing shoulder injury in overhead sports

研究代表者

近田 彰治 (KONDA, Shoji)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助手

研究者番号：80598227

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円、(間接経費) 600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では典型的なオーバーヘッドスポーツであるテニスサーブと投球における肩甲上腕関節の動きの実態調査を行い、両種目において観察される特徴を比較した。上肢が最も後方に捻られた瞬間や、それ以前のバックスイング局面において、体幹に対する上腕骨の動きは類似しているにもかかわらず、テニスサーブは投球に比べて、上肢が最も後方に捻られた瞬間やバックスイング局面における肩甲上腕関節の水平外転角が小さいことが明らかになった。また、体幹に対する上腕骨の動きが類似しているにもかかわらず肩甲上腕関節の動きが異なるのは、肩甲骨の内外方傾斜の動きが異なることによるものであった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to compare the configuration of the glenohumeral joint exhibited during the tennis serve and baseball pitching. The humeral configuration relative to the torso during the preparation phase was similar between the tennis serve and baseball pitching. However, the glenohumeral horizontal abduction angle was smaller than the baseball pitching. The difference in the configuration of the glenohumeral joint was attributed to the difference in the scapular protraction/retraction angle.

研究分野：健康・スポーツ科学

科研費の分科・細目：スポーツ科学

キーワード：バイオメカニクス 肩甲骨 肩

1. 研究開始当初の背景

野球においては 150km/h を超える投球が、テニスにおいては 200km/h を超えるサーブが、スポーツ選手の洗練された全身の多関節運動によって生み出されている。このとき肩は、下肢や体幹の運動によって得られたエネルギーを上肢に伝達し、上肢末端部を加速するためスイング動作の支点として非常に重要な役割を果たす。肩を支点として上腕を外側へ大きく捻った(外旋運動)後、高速に内側へ捻る回旋運動(内旋運動)が上肢末端部の加速に大きく貢献することが、野球における投球動作やテニスのサーブ動作を対象とした力学的分析によって明らかにされている(Elliot et al., 1995, Marshall and Elliott, 2000, 宮西ら, 1996)。一方で、これらの投球・打球動作は外旋/内旋運動によって、非常に高速なパフォーマンスを生み出すことができる反面、「投球障害肩」と総称される慢性障害が多発する種目でもある。投球障害肩の頻発する種目に共通する特徴として、外旋/内旋運動が肘を肩の高さ以上に挙上した肢位で行われることが挙げられる。

投球障害肩と総称される慢性障害のほとんどが、肩甲骨関節窩と上腕骨頭の連結部位である“肩甲上腕関節”に起こっている。肩甲上腕関節の動きは、肩甲骨と上腕骨の相対的な位置と向きによって決定されるため、肩甲上腕関節の動きを詳細に分析するためには、肩甲骨の運動を計測することが必要不可欠である。しかし、従来のスポーツパフォーマンス分析は、画像分析法が主流であり、これらの手法では肩甲骨の運動に関する力学的情報を正確に取得することができなかつたため、肩甲骨を介さない「体幹-上腕モデル」によって「見かけ上の肩関節」として分析されてきた。

オーバーヘッドスポーツにおいて肘を肩の高さまで挙上する過程(バックスイング局面)やボールやラケットが投球・打球方向に加速する(加速期)直前に観察される上肢が最も後方に捻られた肢位(最大外旋位)において、“見かけ上の肩関節”の肢位としては危険因子を有するような動きではなくとも、肩甲骨の動きが不適切な選手では“肩甲上腕関節”が過度に捻れ、伸長・圧迫ストレスが高まる肢位に到達する場合も考えられる。これまで体幹-上腕モデルによって示された“見かけ上の肩関節”の運動から、投球障害肩の危険因子となり得る動きが推論されている(Pink and Perry, 1996, Kibler 1998, Burkhart et al., 2003)が、これらの推論は、オーバーヘッドスポーツにおける肩甲骨の動きを仮定することで成り立っている。オーバーヘッドスポーツにおいて肩甲骨の動きを実測し、肩甲上腕関節の動きの特徴を示した研究はこれまでの申請者らの研究を含めて僅かであり(Meyer et al., 2008, Miyashita et al., 2010, Konda et al., 2010)、オーバーヘッドスポーツにおける肩甲骨と肩甲上腕

関節の動きを3次元に比較する研究は行われていない。

2. 研究の目的

肩障害の危険因子を回避し、高い競技力の獲得を可能にする効率的な肩甲上腕関節の提案するために、熟練したオーバーヘッドスポーツの選手(野球投手、テニス選手)における肩甲骨、肩甲上腕関節の動きを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

大学生テニス選手 18 名が正規のテニスコートでデュースサイドからセンターコートに向けてのフラットサーブを行い、大学生野球選手 11 名がブルペンで正規の距離に構えた捕手にむけて直球を投じた。テニスサーブおよび投球を行っている際の胸郭、肩甲骨、上腕骨の3次元運動を電磁ゴニオメータ(Liberty, Polhemus 社製)を用いて 240Hz で計測した。電磁ゴニオメータのセンサは、胸骨、肩峰の平坦部に貼付した。上腕遠位端にはセンサが固定されたプラスチック製の装具を貼付した(図1)。

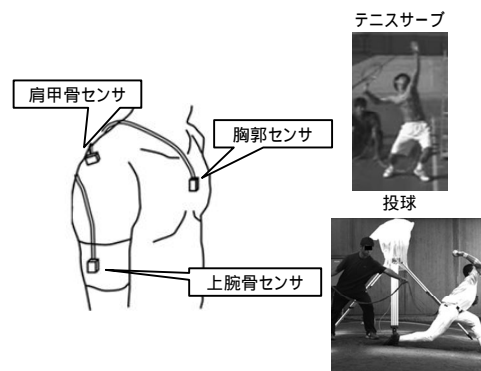


図1 センサの貼付位置

計測された胸郭、肩甲骨、上腕骨の3次元運動から、胸郭に対する上腕骨の方位(見かけ上の肩関節)、胸郭に対する肩甲骨の方位(肩甲胸郭関節)、肩甲骨に対する上腕骨の方位(肩甲上腕関節)を算出した。オーバーヘッドスポーツにおける肩障害発症の危険因子は、ボールやラケットが投球・打球方向に加速する(加速期)直前に観察される上肢が最も後方に捻られた瞬間(最大外旋時)や、それ以前の加速開始するまでの準備期間(バックスイング局面)に存在すると考えられている。そこで 1) 最大外旋時に肩甲上腕関節がどのような肢位で加速を開始するのか、2) バックスイング局面に肩甲上腕関節がどのような肢位を用いながら加速の準備動作が行われるのかの2点について投球とテニスサーブの比較を行うとともに、3) テニスサーブにおけるバックスイング動作の個人差に着目して詳細に分析を行った。

4. 研究成果

(1) 最大外旋時における肢位

最大外旋時にける3つの関節の肢位について対応のないt検定で比較を行ったところ、最大外旋時における見かけ上の肩関節の肢位（水平内外転角、挙上角、内外旋角）において、テニスサーブと投球で統計学的に有意な差は認められなかった（図2）。この結果は、加速期直前に観察される“見かけ上の肩関節”の動きはテニスサーブと投球で同様であるという先行研究の結果（Fleisig et al., 2003）と同様であった。

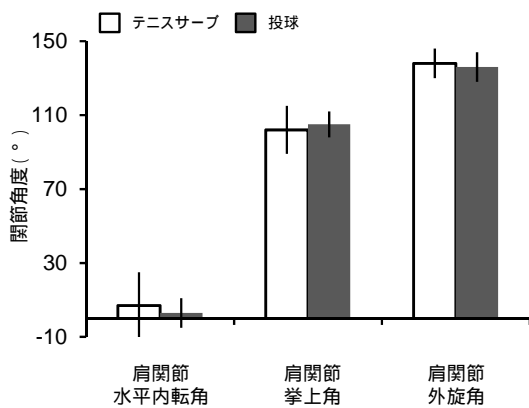


図2 最大外旋時における見かけ上の肩関節の肢位

しかし、テニスサーブにおける肩甲骨内方傾斜角は投球に比べて有意に小さく ($p < 0.05$)、肩甲骨上腕関節の水平内転角が有意に大きかった ($p < 0.05$) (図3)。この結果は、最大外旋時においてテニスサーブの方が投球に比べてより肩甲骨を外方傾斜させることで、“見かけ上の肩関節”の水平内転角は同様であるにもかかわらず、肩甲骨上腕関節では水平内転角が大きくなることを示している。

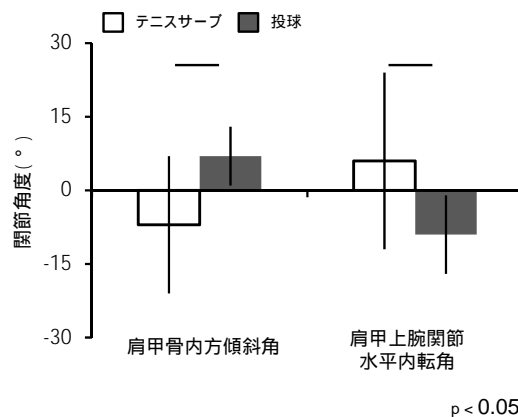


図3 最大外旋時における肩甲骨胸郭関節の肩甲骨内方傾斜角と肩甲骨上腕関節の水平内転角

(2) バックスイング局面で用いる肩甲骨上腕関節の可動域

バックスイング局面全体を通じて用いられている肩甲骨上腕関節の可動域を可視化するために、3次元のヒストグラムを用いた。

これは肩甲骨上腕関節の水平内外転角と挙上角を 10° 毎に分割し、分割された各エリアをテニスサーブおよび投球の動きの中で用いているか否かを判別し、用いられた回数をテニスサーブと投球それぞれの総試技数で除すことで頻度を算出した。その結果、肩甲骨上腕関節の挙上角が 80° 以上で、肩甲骨上腕関節の水平内転角が 0° 以下という可動域は、投球では観察されたがテニスサーブでは全く観察されなかった。この結果は、投球においては、肩甲骨面よりも肘が後方に一度遅れた後に前方への加速を開始するのに対し、テニスサーブでは肩甲骨面に対して肘が後方に遅れることなく、肩甲骨と上腕骨が一体となって動いていることを示唆するものである。

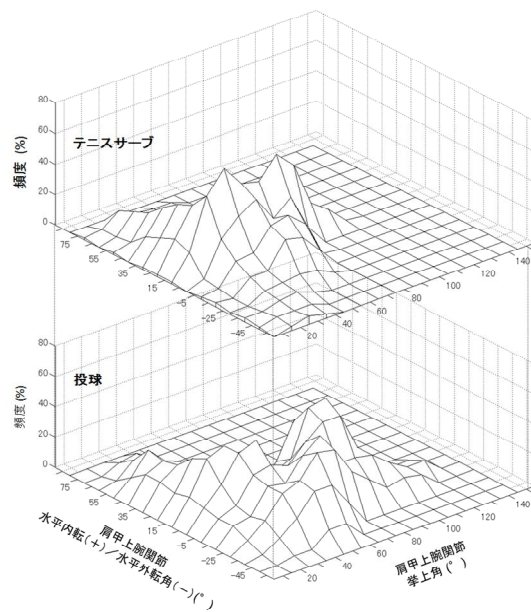


図4 バックスイング局面で用いられる肩甲骨上腕関節の水平内外転と挙上の可動域

(3) テニスサーブにおけるバックスイングの個人差

テニスサーブにおけるバックスイングのタイプとして、“トロフィーポジション”(図1:「テニスサーブ」)に至る過程でラケットヘッドを体幹の後側方に振り出す「full-backswing」と、体幹の前方でラケット全体を引き上げる「abbreviated-backswing」に分けることができる(Elliott et al., 2003)。本研究において「full-backswing」と「abbreviated-backswing」を用いている2名の選手を比較した。full-backswingを用いている選手の“見かけ上の肩関節”の水平外転角はabbreviated-backswingを用いている選手よりも明らかに大きかったが、肩甲骨上腕関節の水平内外転角は似たようなパターンを示した。しかし、両者の肩甲骨内外方傾斜角に大きな違いが観察されたことから、両者の“見かけ上の肩関節”の動きの違いは肩甲骨の動きによるものであり、肩甲骨上腕関節と

しては同じような可動域を用いていることが示唆された(図5)。

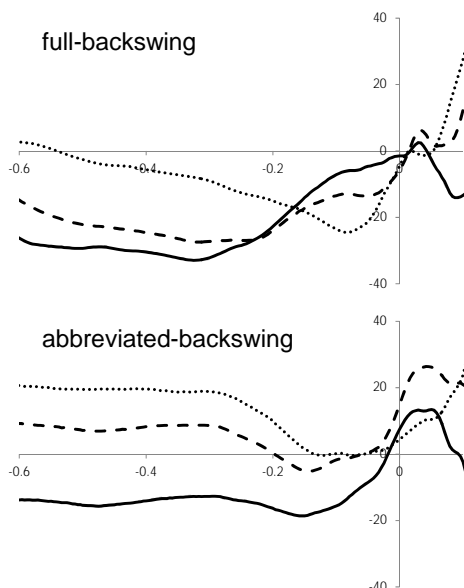


図5 バックスイングのタイプによる比較
実線は肩甲骨腕関節の水平内外転角、破線は“見かけ上の肩関節”の水平内外転角、点線は肩甲骨の内外方傾斜角を示している。

本研究では典型的なオーバーヘッドスポーツである投球とテニスサーブにおいて用いられる肩甲骨腕関節の可動域の特徴を比較した。テニスサーブは投球に比べて、1)最大外旋時の肩甲骨腕関節の水平内転角が大きく、2)バックスイング局面全体を通じて肩甲骨腕関節が拳上位で水平外転する可動域を用いないことが明らかになった。肩甲骨腕関節が拳上位で水平内外転角が $\pm 30^\circ$ 以内にあるときは“safe-zone”と呼ばれ、適切にこの可動域内を用いる場合は投球傷害肩の危険因子少ないと考えられている(Pink and Perry, 1996, Burkhart et al., 2003)。これらの報告と合わせて考察すると、投球に比べてテニスサーブで用いている肩甲骨腕関節の可動域の方がより危険因子が少ないと考えられる。しかしながら、テニスサーブにおける肩関節傷害も多数報告されていることから、本研究で考慮していない肩甲骨関節窩と上腕骨頭の位置関係については今後より高精度で詳細なモデルを用いて検討する必要がある。また、本研究で得られた結果をもとにして屍体肩を用いた基礎的な研究を行うことで、投球傷害肩の発症メカニズムについてさらなる検討が必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計6件)

近田彰治, 矢内利政, 投球動作における

『ゼロ・ポジション』の獲得 ~ Dropped-elbow と肩甲骨腕リズムの個人差 ~ , 日本野球科学研究会第1回大会, 2013年8月, びわこ成蹊スポーツ大学 (招待講演)

Konda S, Yanai, T. Differences of scapulothoracic and glenohumeral joint motions between tennis serve and baseball pitching: A kinematic perspective based on throw-push continuum, ORS 2013 Annual Meeting, January 2013, San Antonio

近田彰治, テニスサーブのバイオメカニクス-肩複合体の運動とその特徴-, 第38回日本整形外科スポーツ医学学術集会, 2012年8月, パシフィコ横浜(招待講演)

近田彰治, 矢内利政, テニスサーブと投球における肩複合体運動の比較-Throw-push continuum からみた遠位端の質量の影響, 第22回日本バイオメカニクス学会, 2012年9月, 北翔大学

Konda, S. and Yanai, T., Large glenohumeral range of motion during cocking phase in baseball-pitching. XXIIIrd Congress of the International Society of Biomechanics, July 2011, Brussels

6. 研究組織

(1) 研究代表者

近田 彰治 (KONDA SHOJI)

早稲田大学スポーツ科学学術院 助手

研究者番号: 80598227