

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 16 日現在

機関番号：34416  
 研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2009～2011  
 課題番号：21500591  
 研究課題名（和文）  
 肩甲帯に着目した上肢運動のバイオメカニクス  
 研究課題名（英文）  
 Shoulder joint biomechanics during arm movement focused on the shoulder girdle.  
 研究代表者  
 小田 伸午 (ODA SHINGO)  
 関西大学・人間健康学部・教授  
 研究者番号：10169310

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、鎖骨・肩甲骨からなる肩甲帯の三次元動作解析を行うことにより、より詳細な肩関節運動を明らかにすることを目的とした。まず、光学式三次元動作解析装置を用いて、肩甲帯角度が上肢挙上角度と挙上方向の違いにより異なることを明らかにした。次いで、肩関節疾患患者を対象に、磁気式三次元動作解析装置を用いて結髪動作を解析した。患者は健常成人と異なる肩甲帯角度を示した。

本研究の結果、正常な肩甲帯の動きが上肢挙上角度・方向で異なることが明らかとなり、患者の肩関節動作解析する上で基礎となる知見を得ることができた。

## 研究成果の概要（英文）：

The purposes of the present study were to analyze clavicular and scapular motions in three dimensions and to define scapulo-clavicular coordination during maximum humeral elevation. We tracked the motions of the clavicle and the scapula relative to thorax until maximum humeral elevation, and analyzed differences in both clavicular and scapular motions among three planes (sagittal, scapular and frontal) with optical three-dimensional measurement. In early phase of humeral elevation, clavicular elevation and retraction and scapular upward rotation, posterior tilting and external rotation were significantly greater in the frontal plane compared with both sagittal and scapular planes. In the sagittal plane, scapular (30° anterior to the frontal plane) and frontal planes. We also tracked clavicular and scapular motions of the patient with rotator cuff tear during combing motion by using electromagnetic tracking device. At combing position clavicular retraction and scapular upward rotation, posterior tilting and external rotation were greater than healthy people. These greater clavicular and scapular motions may be compensatory motions for glenohumeral joint motion. This study showed differences of clavicular and scapular motions among the three planes of humeral elevation, and these findings become the basis for motion analysis of shoulder patients.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：肩甲骨、鎖骨、三次元動作解析

### 1. 研究開始当初の背景

これまでのバイオメカニクス研究の多くは上肢運動を解析する際に、上腕セグメントが体幹セグメントに肩甲骨腕関節を介して接続しており、鎖骨と肩甲骨で構成される肩甲骨帯は体幹の一部である、というモデルを用いていた。しかしながら解剖学的には、肩甲骨帯は脊椎や肋骨により構成される体幹セグメントとは独立したセグメントとして運動しており、肩甲骨帯が機能的に運動することによって、日常生活動作およびスポーツ動作における巧みな上肢運動を可能にしている。上肢は上腕・前腕・手の3セグメントではなく胸鎖関節から発する肩甲骨を含めた4セグメントで理解することが重要であり、肩甲骨を含めた肩関節の詳細な動作解析が求められていた。

### 2. 研究の目的

肩甲骨を含めた肩関節に注目し、これまでの3セグメント方式ではなく、鎖骨・肩甲骨からなる肩甲骨を含めた4セグメントで上肢運動を計測していく手法を確立することを目的とした。

(1)上肢挙上時の肩甲骨運動を三次元動作解析することにより、上肢挙上角度および挙上方向による鎖骨、肩甲骨角度の違いを明らかにすることである。

(2)肩関節疾患患者は、患側上肢の可動範囲に制限が生じ日常生活動作に支障をきたす。特に、結髪動作あるいは結帯動作といった上腕骨の回旋を伴う動作は困難となることが多い。上肢挙上、結髪および結帯動作における肩甲骨運動について、三次元動作解析することにより、健常者と腱板損傷患者の違いを検討することである。

### 3. 研究の方法

対象を肩関節疾患患者およびスポーツ選手へと拡大していくためにも、動作解析の際には、非侵襲的であり動作制限のないことが求められるため、光学式および磁気式モーションキャプチャーシステムを測定機器として用いた。

(1)健常成人12名を対象とした。光学式三次元動作解析システムであるVICONを用い、上肢下垂位(0°)から最大挙上位(180°)まで30度ごとに肩甲骨角度を測定した。上肢挙上方向は前額面、肩甲面および矢状面とし、各挙上角度において自動運動にて静止した肢位を測定した。反射マーカは頸切痕、剣状突起、第7

頸椎棘突起、第10胸椎棘突起、肩甲骨棘内側三角、下角、肩峰に貼付した。なお、マーカと肩甲骨のずれによる誤差を解消するため、各上肢挙上位において、肩甲骨マーカを貼り直して測定した。角度データは胸郭セグメントに対する鎖骨および肩甲骨の角度を算出した。

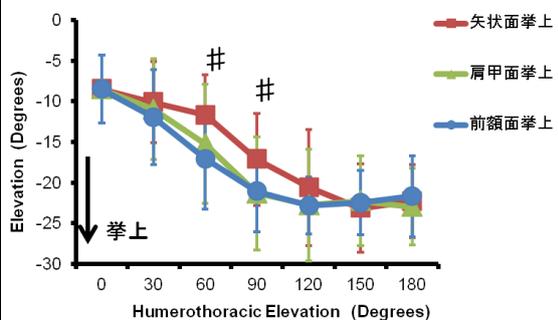
(2)上肢動作解析の患者への応用を図るため、腱板断裂(大断裂)患者1名と肩関節疾患のない健常者11名を被験者として、電磁式三次元動作解析システムであるLiberty (Polhemus社製)を用い、日常生活上支障をきたしやすい結髪動作および結帯動作を測定した。センサーは胸骨、鎖骨、肩峰に貼付し、胸郭セグメントに対する鎖骨セグメントの角度および肩甲骨セグメントの角度を算出した。

### 4. 研究成果

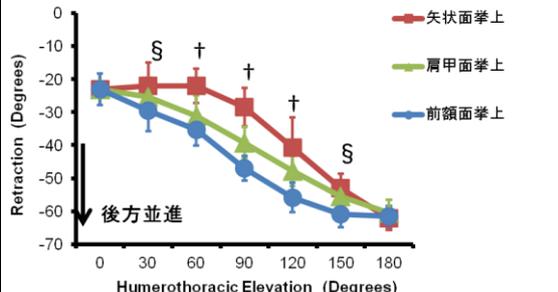
(1)上肢挙上時における肩甲骨・鎖骨・上腕骨の関係性を明らかにした。

図1 鎖骨挙上角度

図2 鎖骨後方並進角度



挙上初期における矢状面での鎖骨角度変化



は、挙上、後方並進いずれも前額面での上肢挙上よりも遅れて開始された。したがって、前額面での挙上(肩外転)では、矢状面の挙上(肩屈曲)に比べて、上肢挙上中期に鎖骨は有意に挙上し、後方並進角度については、上肢挙上終期までに有意に大きい値を示した(図1,2)。ただし、

鎖骨挙上・後方並進いずれも上肢最大挙上位(180°)では、挙上面による差はみられなかった。

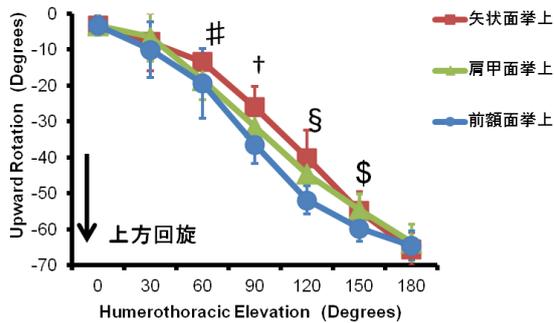


図3 肩甲骨上方回旋角度

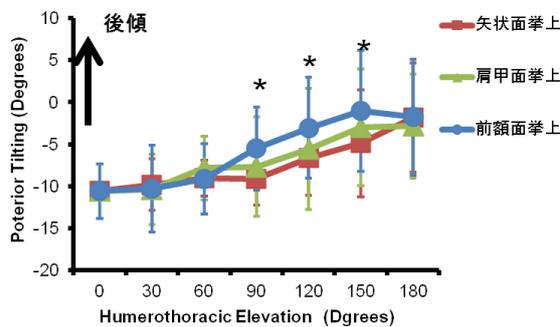


図4 肩甲骨後傾角度

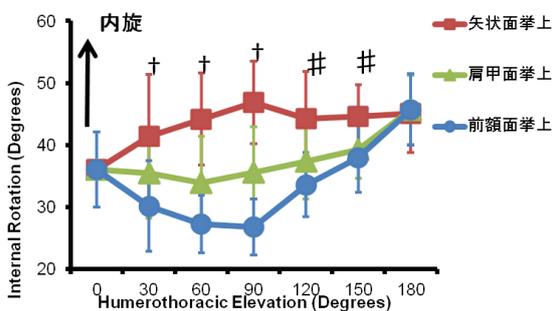


図5 肩甲骨内旋角度

肩甲骨の上方回旋・後傾角度については、矢状面挙上の方が前額面よりも上肢挙上終期まで有意に大きかった。また、肩甲骨内外旋角度については、前額面挙上 90° まで肩甲骨は外旋角度が増加する一方、矢状面での挙上(肩屈曲)では、挙上初期から内旋角度が増加した(図3,4,5)。また、肩甲骨においても、上方回旋・後傾・内旋いずれも上肢最大挙上位(180°)では、挙上面による差はみられなかった。

このように鎖骨および肩甲骨は、上肢挙上角度および方向により、異なる角度を示した。上腕骨頭を常に関節窩に対して求心位に保ち、かつ、肩峰下インピンジメントが生じないように、上肢の挙上方向により、鎖骨・肩甲骨が巧みにその角

度を変化させ、対応しているものと考えられた。

(2) 結髪動作については、腱板断裂患者の方が、上肢挙上角度、肩甲骨上方回旋・後傾および鎖骨後方並進・挙上角度は大きな値を示す一方、肩甲骨内旋角度は小さな値を示した(図6)。

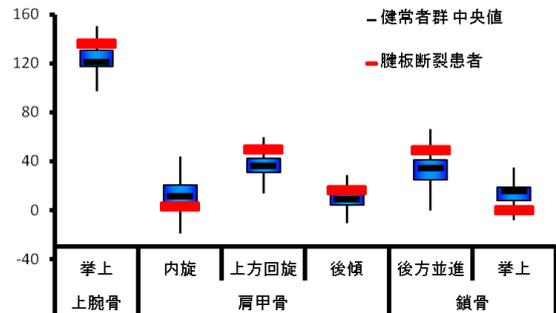


図6 結髪動作

結帯動作については、腱板断裂患者の方が、肩甲骨上方回旋・後傾・外旋および鎖骨後方並進角度は大きな値を示した(図7)。

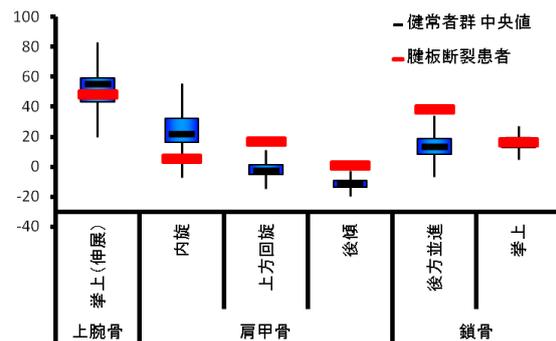


図7 結帯動作

腱板を断裂している患者においては、肩甲上腕関節の機能は低下しているため、肩甲上腕関節の外旋および内旋が求められる結髪および結帯動作は通常困難となる。

本結果により、健常者における結髪動作時の鎖骨は後方並進および挙上し、肩甲骨は内旋、上方回旋および後傾することが明らかとなった。一方、肩関節疾患患者においては、健常者に比べ肩甲骨はより外旋方向へ動き、上方回旋および後傾角度が増加することが示された。このことから、肩関節疾患患者の結髪動作においては肩甲骨・鎖骨をいずれの運動方向へも大きく角度を増大させることにより、肩甲上腕関節における外旋運動を代償していたことが示唆された。

結帯動作においては、健常者では、鎖骨は後方並進および挙上し、また、肩甲骨は内旋、下方回旋および前傾したもののその角度変化は小さかった。一方、肩関節疾患患者においては、鎖骨の後方並進および肩甲

骨外旋・上方回旋・後傾角度が健常者よりも大きい傾向があった。結帯動作も結髪動作と同様に肩甲骨・鎖骨を大きく動かすことにより、上肢の背部へのリーチを可能としていたと考えられる。

肩甲上腕関節の動きが阻害される腱板断裂患者においては、肩甲帯の機能を向上させることにより結髪動作あるいは結帯動作といった日常生活動作レベルの動作は自立可能となることが示唆された。

これらの研究結果により、肩関節運動時の鎖骨および肩甲骨で構成される肩甲帯を含めた肩関節の三次元動作解析が非侵襲的に可能となった。また、本研究結果では、正常な肩甲帯の動きが上肢挙上角度・方向で異なることが明らかとなり、肩関節疾患患者の肩関節動作解析する上で基礎となる知見を与えることができた。

また、本測定手法は肩関節疾患患者の動作解析に応用できることを示した。今後、肩関節疾患患者を対象とした動作解析を行うことにより、疾患による肩関節運動の特性あるいはリハビリテーション等の介入効果を明らかにすることが可能となると考えられる。加えて、本手法は簡便かつ非侵襲的であることから、スポーツ選手を対象とした肩関節運動解析にも応用することが可能であり、今後の研究の発展に寄与することができると考えられる。

## 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3件)

### ①第6回肩関節機能研究会

宮坂淳介 (小田伸午)、僧帽筋の筋電図学的検討ー肩屈曲角度および運動方向による違いー、2009年10月9日、山形テルサ

### ②第7回肩関節機能研究会

宮坂淳介 (小田伸午)、腱板断裂患者における上肢動作時の肩甲帯三次元動作解析、2010年10月9日、仙台国際センター

### ③第8回肩の運動機能研究会

宮坂淳介 (小田伸午)、上肢挙上時における肩甲骨三次元動作解析ー挙上方向による違いー、2011年10月8日、福岡国際会議場

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小田 伸午 (ODA SHINGO)

関西大学・人間健康学部・教授

研究者番号：10169310