

原著

両肩関節屈曲に伴う胸椎後弯角度の変化について

九藤博弥^{1) 3)} 嵐下敏文²⁾ 脇元幸一²⁾ 久保 晃³⁾

要旨

〔目的〕臨床上、胸椎可動域を正確に計測することは難しく、便宜的に肩関節屈曲角度を利用し胸椎可動域を判定していることが多い。簡易的にできることが利点ではあるが、この計測方法が胸椎可動域を反映しているかの妥当性については疑問が残る。そこで本研究では、胸椎可動域評価時における肩関節屈曲角と胸椎後弯角との関係について検討した。

〔方法〕対象は肩関節に可動域制限を有さない成人男性12名(平均年齢27.8±4.3歳)。上肢下垂位および両肘から前腕を密着させた状態での肩関節屈曲30°、60°、90°、120°の合計5肢位での胸椎後弯角を計測し、多項式回帰分析および各屈曲肢位の多重比較検定を行った。

〔結果〕胸椎後弯角は下垂位から増加し、肩関節屈曲62.5°にて減少に転じるという3次相関を示した。

〔結論〕本評価方法での胸椎後弯角は先行研究と比較し、挙上早期に減少を示していた。これは、本研究の肢位が早期に肩関節最終域に達しやすく、胸椎運動に依存した動作となったことが考えられる。本評価方法を利用することで胸椎運動動態を把握することが可能であり、臨床上、有用な評価方法であることが示唆された。

キーワード

肩関節(shoulder joint)、胸椎後弯(thoracic kyphosis)、スパイナルマウス(spinal mouse)

【はじめに】

肩関節屈曲は、上腕骨、肩甲骨、胸郭を含めた複合的な動作である。Codman¹⁾が、上腕骨と肩甲骨は連動した動きが生じていることをScapulohumeral rhythmとして提唱し、Inmanら²⁾は、両者の関係は2:1という一定のリズムで動作が遂行されることを報告している。また、肩甲骨と胸郭は機能的関節として関係³⁾しており、胸郭から連続する胸椎の運動についても肩関節運動に関与するとして着目されている^{4)~7)}。Theodoridisら⁴⁾やCrosbieら⁵⁾は、胸椎の運動制限が肩関節屈曲制限に関

係すると報告している。甲斐ら⁶⁾⁷⁾は、健常人および拘縮肩患者において角度に差はあるものの肩関節屈曲に胸椎運動を伴っていることを報告している。これら先行研究からも、胸椎運動動態を把握することは他関節との相互の影響について推測することが可能となり、臨床にて有益な情報をもたらすことを示唆している。しかし、胸椎運動動態に関する研究⁸⁾は3次元動作解析装置、X線撮影の高価機器を必要とするものや、デジタルカメラ、スパイナルマウスなどのように測定・判定に解析を必要とするものが多く存在し、簡易的に行える評価とは言い難い。鈴木ら⁹⁾は、肩関節屈曲90°、肘関節屈曲90°で

Changes in the thoracic kyphosis angle associated with shoulder joint flexion in healthy men

1) インフィック株式会社

(420-0851・静岡県静岡市葵区黒金町61-5 中西ビル2F)

Hiroya Kudo, RPT : Infic Company Limited, Shizuoka, Japan

2) 医療法人社団SEISEN 清泉クリニック整形外科

Toshifumi Dakeshita RPT, MS, Koichi Wakimoto, RPT : Seisen clinic of orthopedics, Shizuoka, Japan

3) 国際医療福祉大学大学院 応用理学療法学

Hiroya Kudo, RPT, Akira Kubo, RPT, PhD : International University of Health and Welfare, Tochigi, Japan

(受付日 2013年11月11日 / 受理日 2014年6月19日)

肘から両前腕を密着させたままの状態でさらに肩関節屈曲することが可能かを検査することで、胸椎を含めた胸郭柔軟性の簡易的評価が可能であると報告している。しかし、肩関節屈曲90°をカットラインとして、可否を決める評価であり、肩関節屈曲に伴う胸椎運動の角度計測などを行った研究は見られない。つまり、臨床にて簡易的に行える胸椎運動の評価方法は一定の見識まで至っていない。胸椎運動と肩関節との関連を示したものについての報告は少なく、この検査法についての妥当性は確立されていない。

そこで今回、鈴木ら⁹⁾の方法に準じて肩関節屈曲動作と胸椎運動の関与を調査し、簡易的に胸椎運動を把握することができる評価法を見出すことを目的に本研究を実施したので報告する。

【対象と方法】

対象は、健常成人男性12名（平均土標準偏差：年齢27.8±4.3歳、身長172.8±5.1cm、体重67.6±7.3kg）であった。いずれも肩関節や体幹に疼痛や不安感などの既往なく、肩関節に可動域制限を有していないことを条件とした。測定肢位は端坐位姿勢両上肢下垂位（以下；下垂位）及び両肘から前腕を接触した肩関節内転、屈曲位（以下Shoulder Adduction Flexion, SAF）をとらせた。SAFは肩関節屈曲角度30°、60°、90°、120°とし、下垂位及びSAFの合計5肢位にて静止させた状態で各胸椎後弯角の計測を行った（図1）。なお、腰椎、骨盤での代償を最小限とするため過剰な腰椎前弯及び骨盤前傾の出現を回避し、正中位に保持させた。なお腰椎、骨盤の代償運動は、スパイナルマウスでモニタリングし、出現した場合には修正の上、再度同肢位を保持させた。

肩関節屈曲角は、日本整形外科学会身体障害委員会および日本リハビリテーション医学会評価基準委員会にて規定された方法に基づきゴニオメーターを用い測定した¹⁰⁾。

胸椎後弯角の計測には、Index社製のスパイナルマウスを用いた（図2）。スパイナルマウスは、脊柱傍線上をC7からS3まで滑らせることにより、各椎体のなす角を測定することができる機器である。スパイナルマウスの取扱説明書に準じ、Th1/2からTh11/12までの11箇所の角度の合計を胸椎後弯角とした。なお胸椎後弯角

は、3回測定した平均値を用い、下垂位からの変化量を比較対象とした。

統計学的手法は、下垂位ならびにSAF30°、60°、90°、120°の5点をx軸、胸椎後弯角をy軸にとり、多項式回帰を用いて分析を行った。また、5点それぞれの胸椎後弯角を比較し、検定には多重比較検定Steel-Dwass法を用いた。いずれも危険率5%未満を有意とした。

【説明と同意】

本研究の参加には、研究の趣旨と内容を口頭および文書にて説明し、自由意志であること、プライバシーには十分配慮することを伝え、書面同意書を用いて同意を得た者を対象とした。

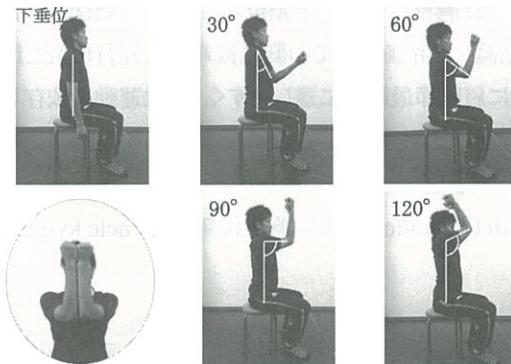


図1 下垂位およびSAF肢位

- ・測定肢位は端坐位姿勢両上肢下垂位及び両肘から前腕を接触した肩関節内転、屈曲位（Shoulder Adduction Flexion ; SAF）
- ・SAFは肩関節屈曲角度30°、60°、90°、120°とし、下垂位及びSAFの5肢位にて静止させた状態でスパイナルマウスにより各胸椎後弯角の計測をした。

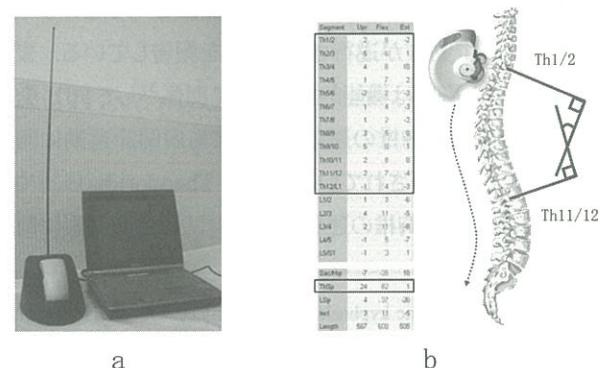


図2 胸椎弯曲角の計測方法

- a: 脊柱弯曲計測にはスパイナルマウスを用いた。
- b: スパイナルマウスにより抽出されたTh1/2からTh11/12までの角度の合計を胸椎後弯角とした。

【結果】

下垂位の胸椎後弯角を基準とした変化量の平均値土標準偏差は、SAF30° : 4.75 ± 5.8°, SAF60° : 2.0 ± 7.7°, SAF90° : -5.3 ± 4.2°, SAF120° : -6.25 ± 8.4°であった（表1）。SAF角度と胸椎後弯角は下垂位から増加し、62.5°にて減少に転じるという3次相関（ $y = 0.00004x^3 - 0.009x^2 + 0.4081x - 0.1147$, $R^2 = 0.3531$, $p < 0.05$ ）を示した。多重比較検定を行った結果、5肢位での胸椎後弯角の比較では、下垂位 – SAF90°, SAF30° – SAF90°に有意差を認め（ $p < 0.05$ ），その他に有意差は認められなかった（図3）。

【考察】

本研究では、両肘・前腕接触位での肩関節屈曲角度と胸椎後弯角との関係について検討し、SAF角度と胸椎後弯角は下垂位から増加し、62.5°にて減少に転じるという3次相関を示した。Jackら¹¹⁾は下垂位から両肩関節屈曲動作時における上腕骨と下位胸椎（Th 7～12）、肩甲骨回旋との関係を報告し、鈴木ら¹²⁾はTh 9を境とした上下部体幹の動きの間には、3次相関の関係があることを報告している。これら2つの報告は、肩関節屈曲時における上腕骨・肩甲骨・胸椎が一定の関係を保って動いていることを示唆しており、本研究結果であるSAF角度と胸椎の3次相関の関係は、過去の報告を支

持するものであった。

鈴木ら¹²⁾は両肩関節屈曲30～60°では、上下部体幹は屈曲方向への動きが生じ、95.5°で伸展方向に転じたと述べている。本研究と比較すると、SAF60°までは胸椎後弯が増加を示し同様の結果であったのに対し、胸椎後弯角が減少に転じたのはSAF角度62.5°であり、先行研究よりも挙上早期に胸椎後弯角減少となる結果であった。

下垂位からSAF30～60°の肢位は肩関節屈曲角度が少なく、肩関節内転による作用を強く受ける。体幹前面での肩関節内転は三角筋中部・後部線維、棘上筋を伸張させ連鎖的に肩甲骨外転、下方回旋位をとる。これら肩甲骨運動は、前鋸筋、大・小胸筋を中心とする体幹屈曲筋群の動きを必要とし、その結果、胸椎後弯を増加させたと考察した。その裏付けに肩甲骨外転、下方回旋位と胸椎後弯角増加には関係性を有している報告もある¹³⁾。

甲斐ら⁶⁾は、健常人における一側肩関節屈曲運動では、150°以上で有意に胸椎後弯角の減少がみられたのに対し、拘縮肩患者における肩関節屈曲運動では、90°以上で有意な胸椎後弯角の減少を示したと報告している。拘縮肩は、筋・腱・韌帯・関節包などの軟部組織の短縮、癒着により可動域制限を呈することを特徴としている¹⁴⁾。本研究に用いたSAFの肢位は肩関節内転、外旋位からの肩関節屈曲であり、前方および後方関節包に回旋ストレスが生じるとともに、鳥口上腕韌帯も伸張位となる。これら関節包・韌帯の緊張肢位が拘縮肩患者と同様に肩甲上腕関節運動を阻害していると考えられる。また、肩関節3rd外旋可動域は、広背筋の柔軟性の指標として用いられることが多い^{9) 15) 16)}。広背筋の付着は、胸腰筋膜の浅葉、下位4～8胸椎・腰椎・仙椎の棘突起、肩甲骨下角、腸骨稜、下位3～4肋骨から起り、上腕骨の小結節稜に停止する¹⁷⁾。広背筋の作用には、その付着部の特性から脊柱の伸展動作にも関与¹⁸⁾しており、SAF角度の増加に伴って伸張される広背筋の影響を受け胸椎後弯角減少を示したと考える。

Crosbieら⁵⁾は肩甲上腕関節の運動制限によって、胸椎は代償運動を強いられることを示唆している。つまり、SAF肢位は拘縮肩と類似した肩甲上腕関節の運動制限を再現し、肩関節と胸椎動態の関連を裏付ける結果であると捉えることができる。

SAFは、野球選手のコンディショニング評価として用い

表1：上肢挙上角度と胸椎後弯角

SAF 角	30	60	90	120
胸椎後弯角 (下垂位からの変化量)	4.75 ± 5.8	2.0 ± 7.7	-5.3 ± 4.2	-6.25 ± 8.4

表中の数値は平均値土標準偏差、単位：(°)

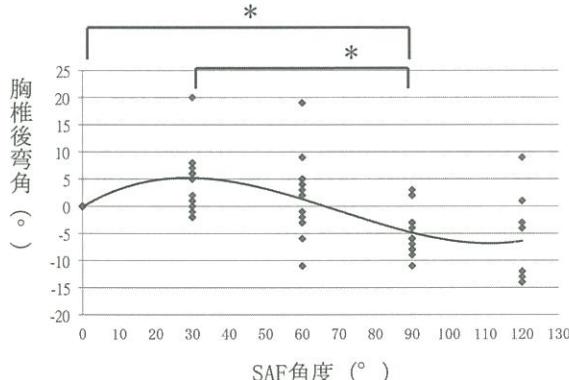


図3 SAF角度と胸椎後弯角の関係性

SAF角度と胸椎後弯角は3次相関の関係を示した。
 $y = 0.00004x^3 - 0.009x^2 + 0.4081x - 0.1147$, $R^2 = 0.3531$
 $n = 12$ * : $p < 0.05$

られ、投球フォームチェックや肩関節・肘関節の障害予防のひとつとして臨床にて利用されている^{15) 16)}。先行研究からすると同テストの陽性の判断はいくつか存在し、①密着させた肘から症例の鼻や顔が確認できない⁹⁾②肘を口まで持ち上げられない、肘を眉まで持ち上げられない¹⁵⁾③肘を鼻の前に持ち上げられない¹⁶⁾と報告により様々であり、今後詳細に評価できる方法への展開が求められる。肩関節疾患患者を評価する上で、肩甲上腕関節、肩甲胸郭関節のみならず胸椎の共同作用を把握することは本研究結果や先行研究をみても必要不可欠である。つまり今回検証したSAFを臨床に応用することは、障害の予測や経過観察などを行う上で有益な情報をもたらすであろう。

今後は、健常人と肩関節疾患患者とのカットオフ値を調査するなど、明確な基準を設けるなどの検討を重ね、女性や高齢者、肩関節疾患の症例において同様の見解を得ることができるので検討を重ねていく。

【引用文献】

- 1) Codman EA: The shoulder. Thomas Todd, Boston, 1934.
- 2) Inman VT: Observations on the function of the shoulder joint. J Bone joint Surge. 1944;26A:1-32.
- 3) 信原克哉：肩その機能と臨床、第3版。医学書院、東京、2008.
- 4) Theodoridis D, Ruston S: The effect of shoulder movements on thoracic spine 3D motion. Clin Biomech. 2002;17:418-421.
- 5) Crosbie J, Kilbreath SL, Hollmann L, et al.: Scapulohumeral rhythm and associated spinal motion. Clin Biomech. 2008;23:184-192.
- 6) 甲斐義浩、村田伸、堀江淳：上肢拳上角と脊柱彎曲角との関係－健常成人における検討－。理学療法科学。2010;25(1):19-22.
- 7) 甲斐義浩、村田伸、中村祐輔・他：拘縮肩患者における上肢拳上運動と脊柱彎曲角との関係－肩関節可動域訓練前後の比較－。理学療法科学。2010;25(4):595-598.
- 8) 千葉誠、楠本秀忠、中尾美喜夫・他：姿勢の評価に関する研究。大阪経大論集。2010;60(6):49-86.
- 9) 鈴木智、佐久間孝志、高村隆・他：実践 肩こり・痛みの診かた治し方。肩こり・痛みに対する理学療法。菅谷啓之(編)。全日本病院出版、東京、2008, pp85-96.
- 10) 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会、関節可動域表示ならびに測定法(平成7年4月改訂)、リハビリテーション医学。1995;32:207-217.
- 11) Jack C, Sharon LK, Luise H, et al.: Scapulohumeral rhythm and associated spinal motion. Clin Biomech. 2008;23:184-192.
- 12) 鈴木加奈子、塩島直路：両上肢前方拳上動作における肩甲骨と体幹の動きの関係について。理学療法科学。2011;26(2):203-207.
- 13) 市川和奈、竹井仁、松村将司・他：立位における頭部・頸胸椎・肩甲骨・上肢の姿勢分類－アライメント、筋力、関節可動域との関連について－。日保学誌。2013;15(4):210-218.
- 14) 立花孝：肩関節の拘縮に対する関節可動域訓練。PTジャーナル。1992;26(10):695-701.
- 15) 浜田純一郎、藤田和樹、遠藤和博・他：高校野球選手にみられる肩・肘障害とコンディショニング。臨床スポーツ医学。2008;25:657-663.
- 16) 高村隆：運動連鎖を取り入れた投球障害の対応理学療法士から見た投球障害の対応(1)。臨床スポーツ医学。2012;29:87-94.
- 17) 金子丑之助、金子勝次、穂田真澄：日本人体解剖学、改訂19版。南山堂、東京、2005, pp256-271.
- 18) Donald A. Neumann(著)：筋骨格系のキネシオロジー。嶋田智明、平田総一郎(監訳)、医歯薬出版、東京、2005, pp329-370.

Abstract

Changes in the thoracic kyphosis angle associated with shoulder joint flexion in healthy men

Hiroya Kudo, RPT

Infic Company Limited

Toshifumi Dakeshita, RPT, MS, Koichi Wakimoto, RPT

Seisen clinic of orthopedics, Shizuoka, Japan

Akira Kubo, RPT, PhD

International University of Health and Welfare, Tochigi, Japan

Objective: In clinical practice, it is difficult to measure the range of motion of the thoracic spine. For convenience, the shoulder flexion angle is frequently used for assessing the range of motion because it can be measured easily. However, it is doubtful whether this measure accurately reflects the range of motion of the thoracic spine. In this study, we examined the association between shoulder flexion angle and thoracic kyphosis angle in the evaluation of thoracic spine range of motion.

Methods: The study subjects were 12 adult men (mean age \pm SD, 27.8 \pm 4.3 years) with limited range of motion of the shoulder. The thoracic kyphosis angle was measured with the arms in 5 different positions: the upper limbs hanging straight down or placed at 30°, 60°, 90°, and 120° of shoulder flexion, with the forearms pressed together. The measures obtained for the flexed arm positions were subjected to polynomial regression analysis and multiple comparison tests.

Results: The thoracic kyphosis angle increased at the hanging straight down position and exhibited a third-order correlation that started to decline at a shoulder flexion angle of 62.5°.

Conclusions: The thoracic kyphosis angle started to decline at an earlier stage of elevation in this study than in previous studies, probably because the arm position used in this study tended to reach the end of the shoulder's range of motion at an early stage, thereby becoming an action dependent on thoracic spine movement. In conclusion, this evaluation method is useful for assessing the motion dynamics of the thoracic spine, suggesting that it is useful in clinical practice.