側臥位からの起き上がり動作時の肩甲骨周囲筋特性

Characteristics of Scapular Muscles during a Side-lying-to-sitting Movement

大山 祐輝¹⁾ 山路 雄彦²⁾

YUKI OHYAMA, RPT, PhD¹⁾, TAKEHIKO YAMAJI, RPT, PhD²⁾

¹⁾ Rehabilitation Center, Hidaka Rehabilitation Hospital: 2204 Maniwa Yoshii-machi, Takasaki-shi, Gunma 370-2104, Japan
TEL +81 27-388-2005 E-mail: h172c001@gunma-u.ac.jp

²⁾ Gunma University Graduate School of Health Sciences

Rigakuryoho Kagaku 36(5): 683–687, 2021. Submitted Mar. 23, 2021. Accepted May 1, 2021.

ABSTRACT: [Purpose] To clarify the characteristics of scapular muscles when sitting up from a side-lying position with the shoulder flexed at different angles. [Participants and Methods] Thirteen healthy adult males initially lay on the right side with the shoulder flexed at an angle of 0° (Condition 1) or 60° (2), and then moved to an on-elbow position (propping the upper body with one elbow to raise it). During this movement, muscle activity was measured with surface electromyography electrodes attached to 4 muscles: the posterior fibers of the deltoid, middle and inferior fibers of the trapezius, and external abdominal oblique. Comparing measurement values between the 2 conditions, the activity levels of the target muscles before/after peak contraction and after the end of the movement were calculated. [Results] The activity levels of the inferior fibers of the trapezius before/after peak contraction and those of all muscles after the end of the movement were higher under Condition 1 compared with 2. [Conclusion] The pattern of scapular muscle activity during a side-lying-to-sitting movement may vary according to the shoulder flexion angle in the initial position.

Key words: lying to sitting, scapular muscles, electromyography

要旨:〔目的〕異なる肩関節屈曲位での側臥位からの起き上がり動作時の、肩甲骨周囲筋特性を明らかにすることとした。〔対象と方法〕健康成人男性 13 名を対象とした。対象動作は右側臥位から on elbow までとした。条件は、開始肢位より①肩関節屈曲 0° (条件①)、②肩関節屈曲 60° (条件②) とした。表面筋電計の導出筋は、三角筋後部線維、僧帽筋中部線維、僧帽筋下部線維、外腹斜筋の 4 筋とした。条件間の比較にて筋収縮ピーク前後、動作終了後の各筋の筋活動量を算出した。〔結果〕筋収縮ピーク前後の筋活動量は僧帽筋下部線維のみ、動作終了後は全ての筋において、条件①は条件②と比較して筋活動が大きかった。〔結語〕側臥位での肩関節屈曲角度によって、起き上がり時の肩甲骨周囲活動動態が異なることが示された。

キーワード: 起き上がり動作, 肩甲骨周囲筋, 表面筋電図

¹⁾ 日高リハビリテーション病院 リハビリテーションセンター：群馬県高崎市吉井町馬庭 2204 (〒370-2104)
TEL 027-388-2005

²⁾ 群馬大学大学院 保健学研究科

I. はじめに

起き上がり動作に関する研究では、運動パターンの規則性を検討する文献¹⁻³⁾が多く、動作解析や筋活動を検討したものは少ない。運動パターンの検討では、健常者は背臥位から体幹の回旋を用いず動作を遂行するのに対し、高齢になるほど側臥位を経由した起き上がりが多くなり、こうしたパターンの変化には腹筋筋力などが関与しているとの報告がある^{4,5)}。このため起き上がり動作の筋活動の検討は、側臥位からの起き上がり動作を対象とし、主に体幹筋を被験筋としたものが多い⁶⁻⁸⁾。側臥位からの起き上がり動作の特性として、背臥位からの起き上がり動作と比較して体幹筋の活動が少なく、三角筋の活動が大きいとの報告がある⁴⁾。しかし、肩関節周囲筋の活動に関しては三角筋、棘下筋の検討にとどまり、僧帽筋をはじめとする肩甲骨周囲筋の活動を検討した文献は見当たらない。特に起き上がり動作で上肢を用いる場合は荷重下での運動となるため、肩甲上腕関節の周囲筋だけでなく、肩甲胸郭関節の周囲筋を含めた筋活動の特徴を明らかにすることが重要である。

また、側臥位からの起き上がり動作に関する先行研究は、Eguchiらの方法⁷⁾を元に肩関節を60°屈曲位に設定していることが多い^{6,8)}。しかし、実際の臨床場面においては、ベッド幅の狭さや、側臥位となる際にベッド柵を用い上肢を引き込み、側臥位での肩関節屈曲位が60°以下になっていることが多い。

したがって本研究では、高齢者や臨床上よく見受けられる起き上がり動作パターンに必要な筋活動を調査するため、異なる肩関節屈曲位での側臥位からの起き上がり動作における肩甲骨周囲筋特性を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

整形外科的疾患の既往がなく、現在疼痛のない健康成人男性13名とした。対象者の基本属性は、年齢 21.9 ± 1.4 歳、身長 172.2 ± 6.3 cm、体重 63.2 ± 6.4 kg、Body Mass Index 21.3 ± 1.1 kg/m² (平均 $\pm$ 標準偏差)であった。

全ての対象者には、ヘルシンキ宣言に従い、本研究の目的、方法、利益、リスクなどを口頭および文書で説明し同意を得た。また本研究を行うに当たり、医療法人社団日高会日高病院の医療倫理委員会の承認を得た(承認番号:126)。

2. 方法

対象動作は右側臥位から on elbow までの起き上がり動作とした。開始肢位は右側臥位、終了肢位は右上肢での on elbow とした。下肢の肢位については先行研究⁸⁾を基に、両股関節は30°屈曲位、膝関節60°屈曲位、足関節は中間位とした。動作中は、右前腕は床面と固定し、左上肢は体側に固定した。両下肢は離れないように指示をした。なお、側臥位は肩峰を結ぶ線が床面と垂直となる肢位と定義した。

施行条件は(図1)、開始肢位が右肩関節屈曲0°(条件①)、および右肩関節屈曲60°(条件②)とした。条件①は、背臥位から上肢でベッド柵を引き、側臥位となった状態を想定し、肘関節は90°屈曲位とした。施行時間は筋電図解析の動作速度の影響を考慮し、1secに設定した。測定前にはメトロノームにて十分な練習を行った。メトロノームは60 Hzとし、1拍の音の合図と共に動作を開始し、次の1拍の音が鳴った瞬間に動作が終了するように課題を実施した。動作が完全に止まった時点で動作終了と判断し、その後右上肢での on elbow

a: 条件①

b: 条件②

図1 施行条件

肢位を 3 sec 保持した。各条件を 3 施行ずつ実施した。測定中に右前腕が動いた場合や左上肢が体側から離れた場合、左下肢が右下肢から離れた場合、動作の開始や終了がメトロノームの音と明らかに一致しない場合は失敗施行として扱った。

筋活動は表面筋電図 (WEB-7000, 日本光電社製) を用いて測定した。導出筋は、右側の三角筋後部線維、僧帽筋中部線維、僧帽筋下部線維、左側の外腹斜筋の 4 筋とした。電極の貼付位置は先行研究⁹⁾を基に、三角筋後部線維は肩甲骨外側縁から下方約 2 cm、僧帽筋中部線維は T3 のレベルで肩甲骨内側縁と脊柱の間 50% のところで T5 と肩峰を結ぶライン上、僧帽筋下部線維は肩甲骨内側部と T8 のライン上 2/3、外腹斜筋は第 8 肋骨外側下に筋線維走行に沿う位置に貼付した。最大随意収縮 (maximum voluntary contraction: 以下、MVC) 時の肢位とその測定方法は、徒手筋力検査法で判定が段階 5 となる手技を用いて 3 回測定した。

筋収縮ピーク時と動作終了時の肩関節外転角度、および起き上がり動作開始から各筋収縮ピーク時点までの経過時間は 3 軸加速度センサと 3 軸角速度センサ内蔵の無線動作角度計システム (MVP-RF8-HC-2000, MicroStone 社製) を用いて測定した。設置位置は第 3 腰椎部、上腕骨内側上顆と上腕骨小結節を結んだ線の中点とし、皮膚上にバンドとキネシオロジーテープにて固定した。肩関節外転角度は、第 3 腰椎部に装着した加速度センサの y 軸を基準として、上腕に装着した y 軸傾斜角にて算出した。経過時間は、3 軸加速度センサにより算出した右肩関節外転開始地点と、各筋収縮ピーク時点との差分により算出した。

解析方法に関して、表面筋電図はサンプリング周波数 1000 Hz、3 軸角速度センサはサンプリング周波数 200 Hz で A/D 変換した。波形解析は Excel にて解析した。各結果は 3 回の平均値を代表値とした。動作時より得られた各対象筋における筋電図波形は、MVC 発揮時の積分値で除することによって筋活動量 (以下、% MVC) を求めた。条件間の比較は動作遂行中の筋活動特性を調査するためにピーク前後 0.1 sec、on elbow 保持時の筋活動特性を調査するために動作終了後 1 sec を % MVC にて比較した。なお、ピーク前後 0.1 sec の筋活動量に

関して、筋収縮ピーク地点での関節角度が異なる場合は信頼性が低いと述べられているため¹⁰⁾、条件間での各筋の筋収縮ピーク値の肩関節外転角度を求め、有意差がないことを確認したうえで比較した。また条件内の比較に関して、動作開始後 1 sec での各筋活動を % MVC にて比較し、条件内における各筋の貢献度を調査した。動作終了時の右肩関節外転角度は、第 3 腰椎部に装着した加速度センサの y 軸を基準として、上腕に装着した y 軸傾斜角にて算出した。

統計解析ソフトには SPSS Statistics ver.22 (IBM 社製) を使用した。条件間での筋活動量と肩関節外転角度、経過時間の比較には対応のある t 検定を用いた。条件内での各筋活動量には、一元配置分散分析を行い、有意差を認めた場合は Tukey 検定により多重比較を行った。有意水準は 5% とした。

III. 結 果

条件間における各筋の筋収縮ピーク時の肩関節外転角度と起き上がり動作開始から各筋収縮ピーク時点までの経過時間を表 1 に示す。有意差を認めなかったため、ピーク前後 0.1 sec の筋活動量も解析の対象とした。% MVC と肩関節外転角度の結果を表 2、表 3、表 4 に示す。条件①のピーク前後 0.1 sec の % MVC は、僧帽筋下部線維において条件②と比較して有意に大きかった。条件①の動作終了後 1 sec の % MVC は、全ての筋において条件②と比較して有意に大きかった。条件①において、僧帽筋下部線維の動作開始後 1 sec の % MVC は三角筋後部線維、外腹斜筋の値と比較して有意に小さかった。条件②において、僧帽筋下部線維の動作開始後 1 sec の % MVC は他の全ての筋の値と比較して有意に小さかった。条件①の動作終了時の肩関節外転角度は条件②と比較して、有意に小さかった。

IV. 考 察

本研究は、健康成人男性に対し、異なる 2 種類の肩関節屈曲位における側臥位からの起き上がり動作時の肩甲骨周囲筋活動、肩関節外転角度を測定した。その結果、

表 1 各筋収縮ピーク地点での肩関節外転角度 (°) および経過時間 (sec)

	条件①_角度	条件②_角度	条件①_時間	条件②_時間
三角筋後部線維	23.4 ± 7.1	26.0 ± 7.2	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.3
僧帽筋中部線維	16.8 ± 6.1	17.8 ± 4.9	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1
僧帽筋下部線維	21.5 ± 7.5	22.5 ± 10.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.2
外腹斜筋	16.9 ± 4.8	16.0 ± 5.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1

平均値 ± 標準偏差.

表2 各筋の条件間での% MVC の比較

	ピーク前後 0.1 sec (%)		動作終了後 1 sec (%)	
	条件①	条件②	条件①	条件②
三角筋後部線維	68.8 ± 26.1	66.4 ± 21.6	28.6 ± 11.1	16.9 ± 14.5*
僧帽筋中部線維	76.8 ± 42.0	65.2 ± 28.8	26.6 ± 17.1	13.2 ± 14.4*
僧帽筋下部線維	43.2 ± 21.3	24.4 ± 15.4*	26.8 ± 15.8	10.2 ± 9.8*
外腹斜筋	91.7 ± 52.6	80.4 ± 37.2	15.2 ± 10.5	7.8 ± 3.4*

平均値 ± 標準偏差. MVC : maximum voluntary contraction. * : $p < 0.05$.

表3 各筋の条件内での% MVC の比較

動作開始後 1 sec (%)		
	条件①	条件②
三角筋後部線維	58.1 ± 19.1*	53.9 ± 15.0*
僧帽筋中部線維	60.9 ± 28.1	49.6 ± 21.1*
僧帽筋下部線維	34.4 ± 14.3	18.9 ± 12.3
外腹斜筋	61.8 ± 24.1*	53.6 ± 18.5*

平均値 ± 標準偏差. MVC : maximum voluntary contraction.

* : $p < 0.05$ (僧帽筋下部線維との比較).

表4 動作終了時点での肩関節外転角度 (°)

条件①	条件②
37.9 ± 7.6	61.0 ± 5.0*

平均値 ± 標準偏差. * : $p < 0.05$.

筋収縮ピーク時の筋活動量は、開始肢位が右肩関節屈曲 0° の条件①は開始肢位が右肩関節屈曲 60° の条件②と比較して僧帽筋下部線維の活動量が有意に大きかった。また動作終了後の on elbow 保持時の筋活動量は、条件①は条件②と比較して全ての筋において活動量が有意に大きく、動作終了後の肩関節外転角度に関しては、条件①は条件②と比較して角度が有意に小さかった。条件内の比較においては、動作全体での各筋の筋活動量は、僧帽筋下部線維は、他の筋と比較して小さかった。

まず、筋収縮ピーク前後 0.1 sec の筋活動量の比較では、条件①の僧帽筋下部線維が条件②と比較して有意に筋活動量が大きかった。一方、僧帽筋中部線維においては、条件間で有意差を認めなかった。肩関節運動時、僧帽筋中部線維は肩甲骨内転、僧帽筋下部線維は肩甲骨下方回旋に作用している¹¹⁾。また、条件②は側臥位から on elbow 肢位となる際に肩関節は外転と水平内転を伴うと考えられるが、条件①は肩関節水平内転の要素は少なく、単純な肩関節外転運動により on elbow 肢位へ体位変換していたと考えられ、肩甲骨は上方回旋へ作用しやすい動作であった可能性がある。したがって、条件①

の動作のほうが筋収縮ピーク時に肩甲骨は上方回旋へ作用しやすく、それを制御するために僧帽筋下部線維の活動が高まったと考えられる。

動作開始後 1 sec の条件内の比較において、条件①では僧帽筋下部線維は三角筋後部線維、外腹斜筋と比較して有意に筋活動量が小さく、条件②では僧帽筋下部線維は他の全ての筋と比較して有意に筋活動量が小さかった。そのため、動作全体のなかにおいては僧帽筋下部線維の働きは小さいが、条件①は肩甲骨の上方回旋作用に対し選択的に僧帽筋下部線維の活動を高めたのではないかと考えられる。また、条件①は僧帽筋下部線維と中部線維の筋活動量に有意差はなく条件②で有意差を認めた理由として、先述したように条件②は動作時に肩関節水平内転の要素を含んでいると考えられるため、動作内での僧帽筋中部線維の貢献度が条件①より高かった可能性がある。

動作終了後 1 sec では、条件①が条件②と比較し、三角筋後部線維、僧帽筋中部線維、僧帽筋下部線維、外腹斜筋の全ての筋活動が有意に大きかった。一方、動作終了後の肩関節外転角度に関して、条件①は条件②と比較して、有意に角度が小さかった。両条件とも動作終了後は on elbow 支持であり、この姿勢を保持する際、支点は下側の前腕、作用点は下側の肩峰と考える。条件①は条件②と比較し肩関節外転角度が小さいため、支点と作用点の距離が長くなり、より肩関節外転モーメントを必要としたことから、筋活動が高まったのではないかと考えられる。

本研究の限界として主に3つが挙げられる。まず対象動作に関して、本研究は起き上がり動作の一部の相における肩甲骨周囲筋活動特性の解明を目的としており、条件間での起き上がりやすさの違いに関しては推察の域を出ない。江口ら¹²⁾は、起き上がり動作を相分けした際、側臥位から on elbow 支持になるときに介助を要す場面が一番多いとする報告や、石井¹³⁾は、起き上がる際に on elbow になる時期に問題が起きることが多いと報告していることなどを参考にし、本研究では対象動作を側臥位から on elbow までとし、条件間での解析対象を筋収縮ピーク時・動作終了時 (on elbow 保持時) とした。

今後は on elbow 肢位から座位までの動作時の筋活動特性など、側臥位からの起き上がり動作における異なる相での比較検討が必要と考える。

次に筋活動量に関して、前述のように条件①は条件②と比較し、筋収縮ピーク時に肩甲骨は上方回旋に作用し、それを制御するために僧帽筋下部線維の活動を高めることが示唆されたが、動作中の肩甲骨動態は測定していないため、実際に筋収縮ピーク時に肩甲骨が上方回旋に作用していたかは、本研究から解明することはできない。今後は起き上がり動作時の肩甲骨動態を解明することが課題となる。また条件①は条件②と比較して、on elbow 保持時に肩関節外転モーメントが増大したことが示唆されたが、三角筋中部線維の筋活動は調査していないため、今後は肩関節外転モーメントに関与する筋も被験筋に含めて調査を行う必要がある。

最後に、本研究では側臥位を経由した起き上がり動作時の肩甲骨周囲筋特性の基礎データとして健常成人を対象としているが、今後は高齢者などを対象にした検討が必要と考える。

本研究により、側臥位からの起き上がり動作は、下側の肩関節屈曲角度によって、肩甲骨周囲筋特性が異なることが示唆された。特に、上肢を引き込んだ状態での側臥位からの起き上がり動作は、肩甲骨の固定や肢位保持に大きな筋活動を必要とするため、上肢位置の調整や、体幹だけでなく肩甲骨周囲筋の筋力強化が必要である可能性が考えられる。

なお、本論文の一部を第 23 回日本基礎理学療法学会学術大会にて発表した。

利益相反 本研究における公開すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) Ford-Smith CD, VanSant AF: Age differences in movement patterns used to rise from a bed in subjects in the third through fifth decades of age. *Phys Ther*, 1993, 73: 300-309.
- 2) McCoy JO, VanSant AF: Movement patterns of adolescents rising from a bed. *Phys Ther*, 1993, 73: 182-193.
- 3) 星 文彦, 盛 雅彦, 内藤義則・他: 健常高齢者の背臥位からの起き上がり動作—動作パターンの推移について. 総合リハビリテーション, 1990, 18: 45-50.
- 4) 對馬 均: 起き上がり動作のメカニズム. *理学療法*, 2003, 20: 1017-1027.
- 5) 西本勝夫, 小林 茂, 橋本 努・他: 背臥位, 側臥位そして腹臥位からの起き上がり動作における表面筋電図学的分析. *理学療法学*, 1989, 16: 317-322.
- 6) 江口英範, 丸山仁司, 高田治実・他: 側臥位からの起き上がりにおける腹筋及び肩関節周囲筋群の筋活動様態. *臨床福祉ジャーナル*, 2009, 6: 29-34.
- 7) Eguchi H, Maruyama H, Takada H, et al.: Getting up from a side-lying position at different angles of the shoulder joint: electromyography of muscles surrounding the shoulder joint and abdominal muscles. *J Phys Ther Sci*, 2009, 21: 213-219.
- 8) 江口英範, 丸山仁司, 高田治実・他: 側臥位からの起き上がり—異なる前腕位置での腹筋及び肩関節周囲筋群の筋活動—. *理学療法進歩と展望*, 2008, 22: 32-37.
- 9) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル基礎・応用編. 酒井医療, 東京, 2010, pp127-148.
- 10) 市橋則明, 才藤栄一: 表面筋電図の基礎と運動学. *理学療法京都*, 2001, 30: 12-17.
- 11) 坂井健雄, 村松壤児: プロメテウス 解剖学アトラス 解剖学総論／運動器系, 第2版. 医学書院, 東京, 2011, pp292-293.
- 12) 江口英範, 丸山仁司, 高田治実・他: 脳卒中片麻痺患者の側臥位からの起き上がりにおける動作相別難易度. *臨床福祉ジャーナル*, 2011, 8: 38-41.
- 13) 石井慎一郎: 動作分析 臨床活用講座. メジカルビュー, 東京, 2013, pp82-115.