

研究報告

肩関節挙上角度と肩甲下筋の筋活動の関係*

中山裕子^{1)2)#} 大西秀明²⁾ 中林美代子²⁾³⁾
 大山峰生⁴⁾ 石川知志⁵⁾

要旨

本研究の目的は、肩甲下筋の機能的な違いを明らかにすることである。対象は健常成人6名とし、運動課題は5秒間の肩関節最大等尺性内旋運動で、筋力測定器 (BIODEX) を使用した。計測肢位は肩甲上腕関節回旋中間位、内旋45度位、外旋45度位で、上肢下垂位、屈曲60度・120度、肩甲骨面挙上60度・120度、外転60度・120度の計21肢位であり、肩甲下筋上部・中部・下部の筋活動をワイヤー電極にて導出した。筋電図積分値は内外旋中間位上肢下垂位の値を基に正規化した (% IEMG)。最大トルク値と% IEMG値は挙上角度による比較を行った。肩内外旋中間位・肩甲骨面挙上および外転位での内旋運動において、最大トルク値は、120度の値が下垂位および60度の値より有意に低く、運動肢位により内旋トルクの変化が見られた。また、% IEMGについては、内外旋中間位・外転において、肩甲下筋上部は、下垂位が60度および120度に比べ高い傾向が見られた。また、内外旋中間位・肩甲骨面挙上において、肩甲下筋中部は、60度の値が、下垂位および120度の値に比べ高い傾向が見られた。下部においては、120度の値は下垂位、60度に比べ高い傾向が見られた。以上より、肩甲下筋は肩内外旋中間位における挙上角度の変更により上腕骨長軸に対し垂直に近い線維が最も強く肩関節内旋運動に作用することが示唆された。

キーワード 肩甲下筋、ワイヤー筋電図、等尺性肩関節内旋運動

はじめに

肩胛板構成筋の一つである肩甲下筋は肩甲上腕関節の内旋作用を持つ筋で、その役割は大きい¹⁻³⁾。肩甲下筋は肩甲下窩を覆う三角形の筋で、肩甲下窩および肩甲骨

外側縁に起始し、5～6個の筋束を持つ。支配神経は肩甲下神経であり、解剖学的研究においてバリエーションがあることが確認されてきた。Kato⁴⁾ は90%以上に少なくとも3本の肩甲下筋枝があったとし、McCannら⁵⁾ は98%が3本以上であったと報告し、複数の神経枝は肩甲下筋の分離した機能的なユニットを支配している可能性があるとして述べている。

肩甲下筋は、肩甲上腕関節の前方の支持機構で、その機能は非常に重要である。先行研究では、肩甲下筋の肩甲上腕関節に対する動的、静的な支持機構としての役割を指摘し、その活動の分析には筋電図が有用であると報告している¹⁾³⁾⁶⁾。Kadabaら²⁾ は、ワイヤー電極を肩甲下筋の上1/2、下1/2の2か所に刺入し、等尺性内旋運動時の筋活動を肩関節外転0度、90度で比較した。それによると、外転0度より90度では、肩甲下筋上部の筋活動は同様もしくは減少し、下部では増加したと述べている。この他、肩甲下筋へのワイヤー電極の刺入を下1/3の1か所に行い、投球動作や徒手筋力検査中およびリハビリテーション中の筋電図解析を行った報告が見られるが¹⁾⁷⁻¹¹⁾、他の筋との比較を行う内容で、肩甲下

* The Relationship between the Angle of Shoulder Elevation and EMG Activities of Subscapularis Muscle

1) 新潟中央病院 リハビリテーション部
 (〒950-8556 新潟県新潟市中央区新光町1-18)
 Hiroko Nakayama, RPT, MS: Department of Rehabilitation, Niigata Central Hospital
 2) 新潟医療福祉大学大学院 理学療法学分野
 Hiroko Nakayama, RPT, MS, Hideaki Onishi, RPT, PhD, Miyoko Nakabayashi, RPT, MS: Department of Physical Therapy, Niigata University of Health and Welfare Graduate School
 3) 新潟県はまぐみ小児療育センター 訓練部
 Miyoko Nakabayashi, RPT, MS: Department of Rehabilitation, Niigata Prefectural Hamagumi Rehabilitation for Children with Disabilities
 4) 新潟医療福祉大学大学院 作業療法学分野
 Minco Oyama, OTR, PhD: Department of Occupational Therapy, Niigata University of Health and Welfare Graduate School
 5) 新潟医療福祉大学大学院 健康スポーツ学分野
 Tomoji Ishikawa, MD: Department of Health and Sports, Niigata University of Health and Welfare Graduate School
 # E-mail: reha@nice-hp.or.jp
 (受付日 2007年7月26日 受理日 2008年8月6日)

筋の3か所以上の部位による機能の違いを明らかにした報告は見られない。

本研究の目的は、肩甲下筋の上1/3部・中1/3部・下1/3部の3か所にワイヤー電極を刺入し、異なる肩関節肢位での等尺性内旋運動時における筋活動を比較検討することにより、肩甲下筋の機能を解明することである。

対象および方法

1. 対象と実験手順

対象は肩関節周囲に既往のない健常成人6名（男性4名、女性2名）であり、平均年齢は 35.0 ± 4.3 歳、平均身長は 171.3 ± 7.0 cm、平均体重は 66.0 ± 10.4 kgであった。実験前に新潟医療福祉大学倫理審査委員会の承認を得た（承認番号17005-060215）。被験者には書面にて実験内容を十分に説明し了承を得た。被験筋は、利き手側の肩甲下筋上1/3部（以下上部線維）、中1/3部（以下中部線維）、下1/3部（以下下部線維）とした。運動課題は5秒間の最大等尺性内旋運動であり、筋力測定器（BIODEX SYSTEM3、酒井医療、東京）を使用して2回ずつ行った。測定は椅子座位にて肩甲上腕関節の回旋角度を中間位、内旋45度、外旋45度とし、各回旋肢位で上肢下垂位、肩甲上腕関節屈曲60度・120度、肩甲骨面挙上60度・120度、外転60度・120度に固定した合計21肢位で行った。また測定中は肘関節屈曲90度、前腕中間位、手関節中間位で手指は上肢測定用アームのグリップを握って行った。測定手順は、肩甲上腕関節回旋3種類と挙上角度7種類を組み合わせた21肢位をランダム化し、各施行間は疲労の影響を考慮し、5分間の休息をとった。

2. 筋電図導出と解析

筋電図の導出にはワイヤー電極を用いた。ワイヤーは、テフロンでコーティングされた直径 $80 \mu\text{m}$ のステンレス製で、先端2 mmのコーティングを剥ぎ、電極間距離5 mmの双極電極とした。さらに筋の動きに電極が追従し、かつ複数回の筋収縮中に電極間距離が変動しないように二本のワイヤーを生体用接着剤で固定し、先端部分を折り返した（図1）。電極は長さ7.5 cmのカテラン針（23ゲージ）を用いて筋内に刺入し、針のみを抜去し電極を留置した。電極刺入は、Kadabaら²⁾の方法を参考に行った。腹臥位で肩甲上腕関節を軽度外転位で内旋し、肩甲骨内縁を胸郭から浮き上がらせた状態とし、肩甲骨内縁より、肩甲棘部に1か所、肩甲棘より三横指尾側に1か所、下角より一横指頭側に1か所ずつ関節窩中心方向に針を向け刺入した。これらを上から上部、中部、下部とし検討を行った（図2）。電極の刺入は医師が行い、電極の留置位置の確認は電気刺激を用いて行った。さらに徒手筋力検査を行い筋電図波形の確認を行った。

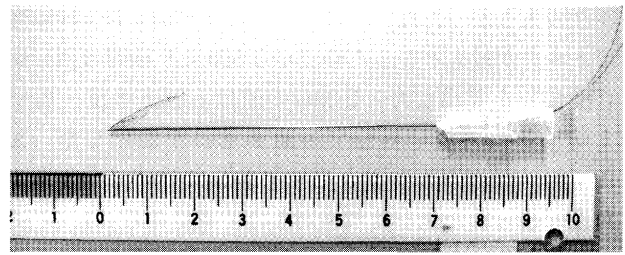


図1 ガイド針とワイヤー電極
ワイヤーは筋の収縮に追従するように先端を折り返し、また2本のワイヤーは接着剤で固定した。

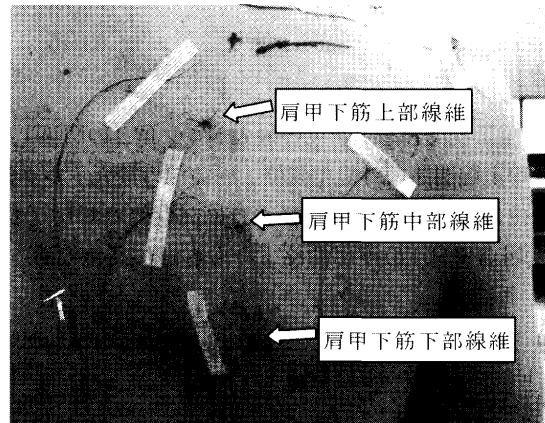


図2 ワイヤー電極刺入部
針は肩甲骨内縁より刺入し、ワイヤーのみ留置した。ワイヤーはループを作り皮膚に固定した。

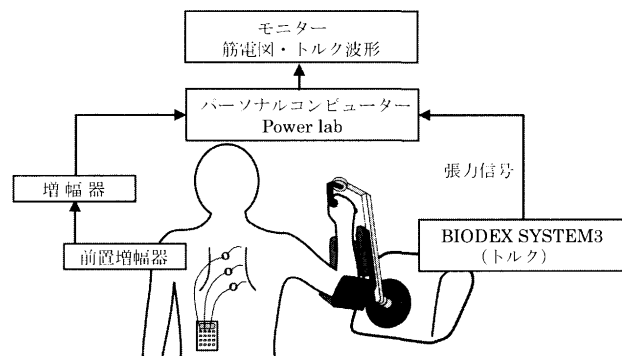


図3 筋トルク・筋電図解析システム
筋トルク・筋電図波形はパーソナルコンピューターに取り込み同期させた

筋電図は前置増幅器（DPA-10A、ダイヤモンドシステムズ、東京）で10倍に増幅し、さらに増幅器（DPA-2008、ダイヤモンドシステムズ、東京）にて100倍に増幅した。また、筋トルクの測定はBIODEX SYSTEM3を用いた。内旋トルクおよび筋電図の記録・解析にはAD変換システム（Power Lab ML870、AD Instruments社製）と筋電図解析ソフト（Chart 5、AD Instruments社製）を使用し、パーソナルコンピューターに記録した（図3）。筋電図のサンプリング周波数は2000 Hzとし、バンドパスフィルターは10 Hzから1000 Hzとした。筋電図信号の解析は、各肢位で発揮ト

ルクの大きかった施行を対象として運動開始後1秒以降でトルクが最大となった時点から500ミリ秒間の積分値(IEMG)を算出した。IEMGの値は上肢下垂位・肩甲上腕関節内外旋中間位での値を基に正規化した(% IEMG)。最大トルクおよび% IEMGについて、各挙上角度で得られた値を比較検討した。統計処理にはSPSS 11.0を使用し、最大トルクの比較には反復測定分散分析を行い、事後検定はTukey法を用いた。また、% IEMGの比較にはFriedman検定を行い、事後検定にはBonferroni法をWilcoxon法で補正し、有意水準は5%とした。

結 果

1. 肩甲上腕関節挙上角度と最大トルク値との関係(表1)

肩甲上腕関節内外旋中間位・屈曲での最大トルク値は下垂位に比べ60度屈曲位は有意に高い値であり、また、60度屈曲位は120度屈曲位よりも有意に高値であった。

肩甲骨面挙上では、120度が下垂位および60度に比べ有意に低い値であった。また外転においても、120度が下垂位および60度に比べ有意に低い値であった。

肩甲上腕関節内旋45度位・屈曲では、各挙上肢位間で有意差は認められなかった。肩甲骨面挙上では、120度が下垂位および60度に比べ有意に低い値であった。外転では、120度が60度に比べ有意に低い値を示した。

肩甲上腕関節外旋45度位・屈曲では各肢位間で有意差を認めなかった。肩甲骨面の挙上では、120度が60度に比べ有意に低い値であった。また外転では、120度が下垂位および60度に比べ有意に低い値を示した。

2. 肩甲上腕関節挙上角度と各筋% IEMG 値との関係

a. 肩甲上腕関節内外旋中間位(表2)

肩甲上腕関節屈曲位での% IEMGは、肩甲下筋上・中・下部とも各挙上肢位間で有意差を認めなかった。

肩甲骨面挙上位では、肩甲下筋上部においては各挙上

表1 肩甲上腕関節挙上角度と最大トルク値との関係

	屈曲	肩甲骨面挙上	外転
肩甲上腕関節回旋中間位			
下垂位	21.8 ± 9.2	21.8 ± 9.2	21.8 ± 9.2
60度	29.5 ± 13.3	24.2 ± 10.0	23.2 ± 8.2
120度	18.5 ± 7.3	15.7 ± 6.5	15.3 ± 5.7
肩甲上腕関節内旋45度位			
下垂位	21.7 ± 8.5	21.7 ± 8.5	21.7 ± 8.5
60度	22.1 ± 13.7	22.0 ± 10.7	24.2 ± 13.7
120度	16.3 ± 7.1	13.9 ± 5.7	15.5 ± 5.4
肩甲上腕関節外旋45度位			
下垂位	19.6 ± 9.2	19.6 ± 9.2	19.6 ± 9.2
60度	23.4 ± 12.2	23.0 ± 7.5	19.9 ± 6.9
120度	19.7 ± 6.7	16.5 ± 7.5	15.8 ± 8.2

平均 ± 標準偏差 (Nm) * : p < 0.05, ** : p < 0.01

表2 肩甲上腕関節内外旋中間位での挙上角度と肩甲下筋% IEMG との関係

	肩甲上腕関節中間位		
	屈曲	肩甲骨面挙上	外転
肩甲下筋上部			
下垂位	100	100	100
60度	92.6 ± 12.0	93.9 ± 11.5	77.9 ± 15.3
120度	83.4 ± 32.7	79.1 ± 23.8	71.8 ± 21.3
肩甲下筋中部			
下垂位	100	100	100
60度	118.8 ± 30.6	119.3 ± 14.9	110.9 ± 38.0
120度	105.3 ± 52.3	93.7 ± 18.4	103.9 ± 38.6
肩甲下筋下部			
下垂位	100	100	100
60度	94.9 ± 41.8	112.4 ± 11.9	122.1 ± 32.1
120度	99.9 ± 25.2	129.7 ± 19.4	129.0 ± 25.0

平均 ± 標準偏差 (%) † : p < 0.1

肢位間で有意差を認めなかった。中部において60度の値は下垂位および120度の値に比べ高い傾向が見られた。下部においては、120度の値は下垂位、60度に比べ高い傾向が見られた(図4)。

外転位では、肩甲下筋上部は下垂位に比べ60度、120度とも低い傾向を示した。中部・下部においては各挙上肢位間で有意差を認めなかった。

b. 肩甲上腕関節内旋45度位(表3)

肩甲上腕関節屈曲, 肩甲骨面挙上, 外転での% IEMGは、肩甲下筋上・中・下部いずれも各肢位間での有意差は認められなかった。

c. 肩甲上腕関節外旋45度位(表4)

肩甲上腕関節屈曲, 肩甲骨面挙上, 外転での% IEMGは、肩甲下筋上・中・下部いずれも各挙上肢位間での有意差は認められなかった。

考 察

1. 肩甲上腕関節挙上角度と最大等尺性内旋トルクとの関係

本研究において、肩関節回旋中間位における肩屈曲, 肩甲骨面挙上, 外転での挙上角度と肩内旋トルクとの関係を比較した結果、60度挙上位で高く、120度挙上位で低い傾向が認められた。最大肩回旋トルクは運動肢位に

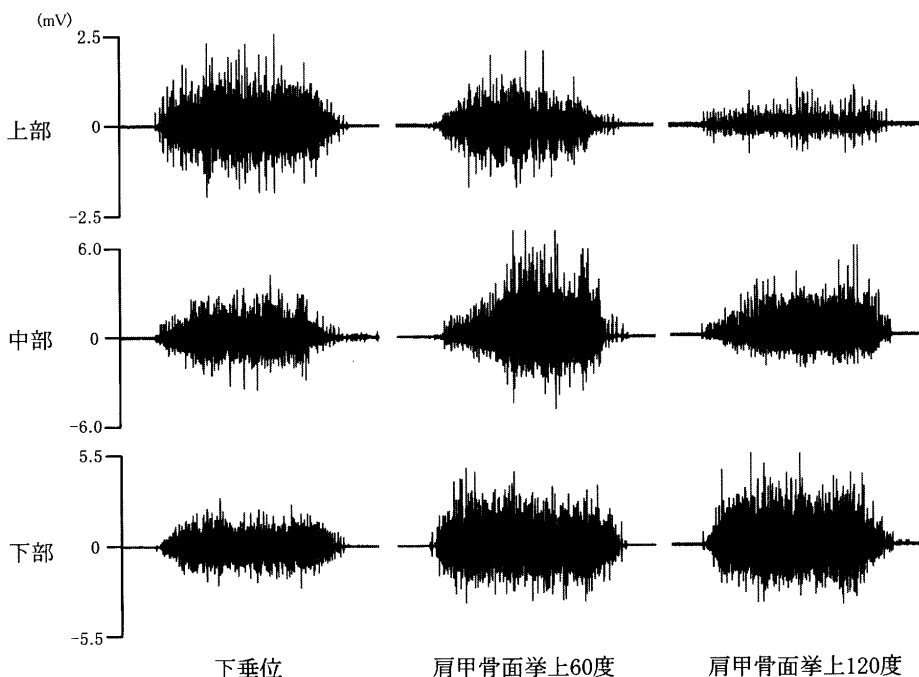


図4 肩甲骨面挙上肢位での肩甲下筋上部・中部・下部の代表的な筋電図波形

表3 肩甲上腕関節内旋45度位での挙上角度と肩甲下筋% IEMGとの関係

	肩甲上腕関節内旋45度位		
	屈曲	肩甲骨面挙上	外転
肩甲下筋上部			
下垂位	136.1 ± 43.9	136.1 ± 43.9	136.1 ± 43.9
60度	102.2 ± 39.2	109.9 ± 41.8	98.2 ± 26.7
120度	101.9 ± 43.6	113.7 ± 65.6	107.7 ± 27.2
肩甲下筋中部			
下垂位	128.9 ± 23.9	128.9 ± 23.9	128.9 ± 23.9
60度	118.9 ± 34.9	127.9 ± 36.2	113.1 ± 36.5
120度	140.2 ± 57.7	133.3 ± 53.9	137.9 ± 27.9
肩甲下筋下部			
下垂位	127.0 ± 36.7	127.0 ± 36.7	127.0 ± 36.7
60度	123.4 ± 41.7	131.0 ± 49.7	156.2 ± 31.9
120度	144.7 ± 33.8	149.3 ± 31.1	149.3 ± 33.3

平均 ± 標準偏差 (%)

表4 肩甲上腕関節外旋45度位での挙上角度と肩甲下筋% IEMGとの関係

	肩甲上腕関節外旋45度位		
	屈曲	肩甲骨面挙上	外転
肩甲下筋上部			
下垂位	65.4 ± 13.3	65.4 ± 13.3	65.4 ± 13.3
60度	62.6 ± 17.9	78.1 ± 23.9	61.9 ± 13.2
120度	55.7 ± 15.1	66.1 ± 34.6	58.3 ± 27.1
肩甲下筋中部			
下垂位	74.4 ± 17.2	74.4 ± 17.2	74.4 ± 17.2
60度	68.9 ± 29.4	97.1 ± 31.6	90.6 ± 35.3
120度	78.1 ± 52.8	77.7 ± 41.2	82.4 ± 52.2
肩甲下筋下部			
下垂位	74.0 ± 23.1	74.0 ± 23.1	74.0 ± 23.1
60度	69.1 ± 40.9	97.0 ± 41.3	85.0 ± 46.5
120度	91.9 ± 41.8	98.9 ± 31.7	114.2 ± 40.6

平均 ± 標準偏差 (%)

より変化することが報告されているが¹¹⁾¹²⁾, 肩内旋トルクに関しては一定の見解が得られていないのが現状であり, 下垂位に比べ90度屈曲位の方が有意に低いとの報告や¹²⁾, 下垂位と90度外転位では有意な差が認められないとの報告がある¹³⁾。また, 90度外転位と肩甲骨面挙上45度の比較では, Soderbergら¹²⁾は90度外転位のほうが有意に高いとし, Greenfieldら¹⁴⁾は有意な差はないとしている。最大トルクが運動肢位により変化する要因としては, 筋活動量の変化に代表される神経生理学要因と, 上腕骨長軸と筋線維走行の成す角度および筋の長さ張力関係などの運動力学的要因の2つが挙げられる¹¹⁾。力学的要因には, 関節肢位に影響され運動に関与する筋の活動状態の影響も含まれ, 肩関節のように可動範囲が著しく大きい関節においては共同筋の活動状態も考慮する必要がある。肩関節内旋の作用を有する骨格筋には肩甲下筋と大胸筋, 広背筋, 大円筋等がある¹⁵⁾。広背筋はその解剖学的特徴において上肢を外転すると緊張することが知られていることから¹⁶⁾, 肩関節の挙上角度が大きくなるに従い共同筋として広背筋の内旋作用が増強したことが推測される。本研究において, 60度挙上位で肩関節内旋トルクが強かった理由として, 肩甲下筋が張力を発揮しやすい筋長であったことと, 筋収縮ベクトルが回旋運動方向に対して効率が良かったことが考えられるが, 今回の測定においては, 他の内旋共同筋の活動の関与について明らかにすることができなかった。今後は被験筋を拡大して検討する必要がある。

2. 肩甲上腕関節挙上角度と肩甲下筋各部位との関係

肩甲上腕関節は自由度が高く可動範囲が著しく大きい関節であり, 骨性の支持は少なく, 主に筋と靭帯で関節を安定させている³⁾。肩甲下筋は腱板の中で唯一の前方の構成要素で, 最も強い筋である。現在までの研究で上腕骨の内旋機能だけでなく, 筋電図評価により, 上腕骨頭を下方へ押し下げる作用や, 肩甲上腕関節の前方支持機構として機能することが報告されている¹⁾³⁾⁹⁾¹⁰⁾¹⁷⁾。肩関節における肩甲下筋の果たす役割として水平面および前額面のフォースカップルの調整があり, これは肩甲上腕関節のアライメントを保つためには欠かせないものである。肩甲下筋は上腕骨頭の前方向への偏位を防ぎ, 水平面では棘下筋に拮抗し, 前額面では三角筋による上腕骨頭を押し上げるせん断力に抗すると報告されている¹⁵⁾。

本研究の結果では, 肩関節回旋中間位での外転肢位において, 肩甲下筋上部線維の活動は下垂位がもっとも高い傾向が見られ, 内外旋中間位での肩甲骨面挙上において, 肩甲下筋中部線維の活動は60度挙上位が最も大きく, 下部線維の活動は120度挙上位が最も大きい傾向が示された。肩甲下筋の上部と下部は支配神経が異なっており, 上部の3分の2は上肩甲下神経支配であり, 下3

分の1は下肩甲下神経支配である⁵⁾。肩甲下筋枝は90%以上の割合で3本以上存在するとの報告があり⁷⁾, 複数に分岐した肩甲下筋枝は, それぞれ肩甲下筋の分離した機能的単位を構成している可能性があると考えられる。さらに肩甲下筋の各部位の筋線維走行と上腕骨長軸との関係から肩甲下筋の各部位が機能的に異なっていることが考えられる²⁾¹²⁾。肩甲上腕関節の回旋運動には筋線維走行が上腕骨長軸に対して直角に近いほど効率的である。肩甲下筋は停止部を頂点とした三角形の形状であり, 運動肢位の影響により上腕骨長軸に対して有利に作用する筋束が異なる。すなわち, 上腕骨長軸に対し垂直に近い筋束が最も強く活動したのではないかと考えられる。

肩関節内外旋中間位, 肩甲骨面挙上での上部線維の活動および外転位での中部・下部線維の活動については挙上角度による差を認めることができなかった。これは, データのばらつきが大きかったためと考えられる。今後は被験者数を増やしデータの精度を上げることが課題である。

肩関節回旋中間位での屈曲肢位では, 挙上角度による肩甲下筋各線維の活動には有意な差が認められなかった。また, 肩関節内旋および外旋位では, 全ての肩関節肢位において, 肩甲下筋各線維の筋活動に違いは認められなかった。この理由として, これらの肢位ではデータのばらつきが非常に大きかったことが考えられる。肩関節の内旋位では上腕骨頭は肩甲骨関節窩に対し上昇し, 外旋位では下降することが知られている¹⁵⁾。また, 肩甲下筋は肩関節屈曲60度から120度において上腕骨頭を引き下げる作用があると報告されている¹⁵⁾。すなわち, 肩関節屈曲肢位や内・外旋肢位においては, 肩甲下筋は肩関節内旋作用に加えて肩甲上腕関節のアライメントを正常に維持するためにも活動する必要がある。このため, 本研究においても, これらの肢位での肩関節内旋運動時の筋活動に大きなばらつきが見られたのではないかと考えられる。

本研究において運動肢位の変化により肩最大内旋トルクについても変化することが明らかとなった。これは, 肩甲下筋の筋活動量が運動肢位により変化した神経生理学的要因および上腕骨長軸と筋線維走行の成す角度および筋の長さ張力関係などの運動力学的要因によるものと考えられる。また, 肢位変化に応じ運動に関与した筋の作用の変化が生じた可能性も考えられた。

肩甲下筋の各部位の筋活動は, 肩甲上腕関節回旋中間位における外転位で, 肩甲下筋上部線維の活動は挙上角度の増加に従い減少する傾向があり, また, 回旋中間位における肩甲骨面挙上位で, 中部線維の活動は60度挙上位が最も大きく, 下部線維の活動は120度挙上位が最も大きい傾向が示された。これは, 肩甲下筋の上・中・

下部線維において機能的な違いがあることを示す新たな知見であると考ええる。

今後はさらに被験者数を増やすことと、等尺性運動以外の運動や投球動作などの複合動作時における活動、および他の内旋共同筋の筋活動を計測するとともに、選択的に筋活動を高めるための運動療法を開発していきたいと考える。

文 献

- 1) Glousman R, Jobe F, *et al.*: Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg* 70-A: 220-226, 1988.
- 2) Kadaba MP, Cole A, *et al.*: Intramuscular wire electromyography of the subscapularis. *J Orthop Res* 10: 394-397, 1992.
- 3) Kronberg M, Nemeth G, *et al.*: Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study. *Clin Orthop Relat Res* 257: 76-85, 1990.
- 4) Kato K: Innervation of the scapular muscle and its morphological significance in man. *Anat Anz* 168: 155-168, 1989.
- 5) McCann P, Cordasco F, *et al.*: An anatomic study of the subscapular nerves. A guide for electromyographic analysis of the subscapularis muscle. *J Shoulder Elbow Surg* 3: 94-99, 1994.
- 6) Nemeth G, Kronberg M, *et al.*: Electromyogram (EMG) recordings from the subscapularis muscle. Description of a technique. *J Orthop Res* 8: 151-153, 1990.
- 7) Alpert S, Pink M, *et al.*: Electromyographic analysis of deltoid and rotator cuff function under varying loads and speeds. *J Shoulder Elbow Surg* 9: 47-58, 2000.
- 8) Decker M, Tokish J, *et al.*: Subscapularis muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med* 31: 126-134, 2003.
- 9) 金子文成, 車谷 洋・他: 投球動作における肩関節周囲筋筋電図の連続時系列変化に関する分析. *理学療法学* 32: 115-122, 2005.
- 10) Stefko J, Jobe F, *et al.*: Electromyographic and nerve block analysis of the subscapularis lift-off test. *J Shoulder Elbow Surg* 6: 347-355, 1997.
- 11) 藤澤宏幸, 鈴木克憲・他: 肩関節回旋運動時の筋活動にたいする運動肢位の影響. *理学療法学* 21: 425-429, 1994.
- 12) Soderberg GJ, Blaschak MJ: Shoulder internal and external rotation peak torque production through a velocity spectrum in differing positions. *J Orthop Sports Phys Ther* 8: 518-524, 1987.
- 13) 前田貴司, 岩佐聖彦・他: MRIを用いた肩関節内・外旋筋の筋収縮状態の観察. *理学療法学* 28: 302-306, 2001.
- 14) Greenfield BH, Donatelli R, *et al.*: Isokinetic evaluation of shoulder rotation strength between the plane of scapula and the frontal plane. *Am J Sports Med* 18: 124-128, 1990.
- 15) 信原克哉: 肩 その機能と臨床. 第3版. 医学書院, 東京, 2001.
- 16) 高濱 照, 壇 順司: 運動器の機能解剖 肩関節6. *理学療法* 21: 900-903, 2004.
- 17) Kelly B, Kadrman W, *et al.*: The manual muscle examination for rotator cuff strength. An electromyographic investigation. *Am J Sports Med* 24: 581-588, 1996.

〈Abstract〉

The Relationship between the Angle of Shoulder Elevation and EMG Activities of Subscapularis Muscle

Hiroko NAKAYAMA, RPT, MS

Department of Rehabilitation, Niigata Central Hospital

Hiroko NAKAYAMA, RPT, MS, Hideaki ONISHI, RPT, PhD, Miyoko NAKABAYASHI, RPT, MS

Department of Physical Therapy, Niigata University of Health and Welfare Graduate School

Miyoko NAKABAYASHI, RPT, MS

Department of Rehabilitation, Niigata Prefectural Hamagumi Rehabilitation for Children with Disabilities

Mineo OYAMA, OTR, PhD

Department of Occupational Therapy, Niigata University of Health and Welfare Graduate School

Tomoji ISHIKAWA, MD

Department of Health and Sports, Niigata University of Health and Welfare Graduate School

The purpose of this study was to investigate the functional difference of upper, middle and lower portions of subscapularis muscle. The electromyography (EMG) activities were detected using fine-wire electrode and were recorded from upper, middle and lower parts of the subscapularis. Six subjects with no previous history of shoulder injury were evaluated in this study. Each subject performed maximum isometric internal rotation in 21 positions (abduction at 0°, 60°, 120°, flexion at 60°, 120°, scapular elevation at 60°, 120°, at three degrees of humeral rotation, internal rotation at 45°, midposition of rotation and external rotation at 45°) using BIODEX system3 for 5 sec. Integrated EMG activities (% IEMG) of internal rotation were normalized with the humerus in 0° abduction and midposition of rotation. The results demonstrated that peak torque value at 120° scapular elevation and abduction in midposition of rotation was statistically significant lower than elevation at 0° and 60°. In the abduction in midposition of rotation, the % IEMG value in the upper parts of subscapularis at 0° was higher than at 60° and 120°. In the scapular elevation in midposition of rotation, the middle parts of the subscapularis at 60° was higher than at 0° and 120°, in the lower part of subscapularis was higher at 120° than at 0° and 60°. These findings suggest that maximal activation of 3 portions of subscapularis during internal rotation depend to the angle of humeral axis to be perpendicular to each portion of subscapularis muscle.