

# 学位論文要旨

氏名 佐々木 秀一



論文題目

負荷量と姿勢の違いによる肩関節外旋運動時の棘下筋および肩関節周  
囲筋の表面筋電図による分析

指導教授承認印

高平 尚伸



## 負荷量と姿勢の違いによる肩関節外旋運動時

### の棘下筋および肩関節周囲筋の表面筋電図による分析

氏名 佐々木 秀一

【背景】肩回旋筋腱板（以下、腱板）機能が破綻すると腱板と三角筋や僧帽筋との間に相対的な筋活動の不均衡が生じ、三角筋などの関節駆動の力が高まることで上腕骨頭の上方向偏位が起こり、肩関節の障害の主要な原因となることが報告されている。腱板は肩関節機能の動的安定性の役割を持つため、腱板を含む肩関節周囲筋の不均衡の是正のためのリハビリテーションが不可欠となる。この不均衡を是正するリハビリテーションを行う際は、上腕骨頭の上方向偏位に起因する三角筋や僧帽筋の筋活動を抑制しながら、腱板の筋活動を高め、腱板機能を改善する必要がある。肩関節外旋の最も重要な機能は、肩関節外転動作において肩峰下に上腕骨の大結節を滑り込ませる運動を促進させることであり、外旋筋力の低下は、重大な肩関節障害を引き起こす主要な要因である。外旋機能を有する腱板において、棘下筋が最も強力な外旋筋として機能し、肩甲骨上腕関節の重要な安定化機構の役割を果たす。肩関節下垂位すなわち肩関節内転位における肩関節外旋運動が三角筋の筋活動を抑え、棘下筋の筋活動を選択的に高めるのに有用であったと報告されている。臨床において、リハビリテーション中に姿勢や負荷量を調整しながら行うが、姿勢や負荷量の変化に伴う棘下筋の筋活動の変化については詳細には報告されていない。

本研究の目的は、第 1 研究として、健康成人の正常肩で姿勢と負荷を変化させた際の肩関節外旋運動時の棘下筋および肩甲骨周囲筋の筋活動特性を評価とした。第 2 研究では、腱板断裂者を用いて同様に調査し、腱板機能訓練などの上肢機能訓練を行う上で最も適切な負荷量とより適正な姿勢について検討することである。

【方法】対象 1: 健康成人者 16 名 30 肩 (男性 8 名 16 肩, 女性 8 名 14 肩, 平均年齢 26.0±4.1 歳) を対象とした。対象 2: 肩腱板断裂患者 12 名 12 肩 (男性 9 名 9 肩, 女性 3 名 3 肩, 平均年齢 67.2±10.4 歳) を対象とした。研究 1, 2 ともに表面筋電計は BioLog DL-4000 (エスアンドエムイー社製) を用い、電極は筋電図センサー (DL-141, エスアンドエムイー社製) を使用した。測定筋は棘下筋, 僧帽筋上部線維, 三角筋後部線維, 上腕に二頭筋とした。いずれも筋電図センサーは筋線維走行と平行に貼付し、筋電図周波数帯域幅は 20-460Hz, サンプリング周波数は 1,000Hz で行った。測定姿勢は座位と背臥位の 2 条件とした。測定肢位は、各姿勢とも肩関節外転 0°, 肘関節屈曲 90°, 前腕中間位とし、等尺性外旋運動の 5 秒間保持を 3 回測定した。負荷量は、安静時 (0kg), 0.5kg, 1kg, 2kg とした。分析方法はハンドヘルドダイナモメーター ( $\mu$ Tas F-1, マニア社製) を用い、徒手筋力検査法にて棘下筋, 僧帽筋上部線維, 三角筋後部線維の最大随意収縮 (Maximum Voluntary Contraction; MVC) 時の等尺性筋力および表面筋電図を測定した。筋力の測定は 5 秒間の等尺性収縮を 2 回実施した内、ハンドヘルドダイナモメーターの値が最大値を示した時の積分値を解析に使用した。データの解析には、データ解析ソフトの m-Scope2



(エスアンドエムイー社製) を使用し、得られた筋電図データは各試行の 5 秒間の中間の 3 秒間の積分値を算出し平均値化し、最大随意収縮時の筋活動に対する割合 (%MVC) として算出した。統計学的解析には座位と背臥位の姿勢間と負荷量の 2 要因における各筋の %MVC の比較には、2 元配置分散分析を用いて検定を行った後、Tukey の多重比較検定を使用し有意水準は 5% とした。

【結果】研究 1：棘下筋の筋活動の変化は、姿勢と負荷量間に有意な交互作用を認めた ( $F(3, 232) = 3.39, p = 0.019$ )。多重比較検定では座位の 0.5kg と 1.0kg 負荷時 ( $p < 0.05$ )、座位および背臥位の 2kg 負荷時と 0kg, 0.5kg, 1kg 負荷時に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。僧帽筋上部線維の筋活動の変化は、姿勢間 ( $F(1, 232) = 16.36, p < 0.0001$ )、および負荷量 ( $F(3, 232) = 5.17, p = 0.002$ ) ともに有意な主効果を認めた。多重比較検定は、座位の 0kg と 2kg 負荷時に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。三角筋後部線維の筋活動の変化は姿勢と負荷量間に有意な交互作用を認めた ( $F(3, 232) = 2.856, p = 0.038$ )。多重比較検定の結果は、座位の 0kg と 1kg 負荷時、座位および背臥位の 2kg 負荷時と 0kg, 0.5kg, 1kg 負荷時間に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。

研究 2：棘下筋の筋活動の変化は、姿勢と負荷量間に有意な交互作用を認めた ( $F(3, 66) = 3.83, p < 0.05$ )。多重比較検定では座位および背臥位の 2kg 負荷時と 0kg, 0.5kg, 1kg 負荷時に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。僧帽筋上部線維の筋活動の変化は、負荷量 ( $F(3, 66) = 7.5, p < 0.001$ ) に有意な主効果を認めた。多重比較検定は、座位および背臥位の 2kg と 1kg 負荷時に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。三角筋後部線維の筋活動の変化は負荷量 ( $F(3, 66) = 25.7, p < 0.001$ ) に有意な主効果を認めた。多重比較検定の結果は、座位および背臥位の 2kg 負荷時と 0kg, 0.5kg, 1kg 負荷時間に有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。

【考察】健常群と腱板断裂群の動作中の筋活動の比較では、棘下筋は両群で姿勢と負荷間に交互作用を認め、患者群においては筋活動の上昇は背臥位にて抑制可能で 1kg の座位と 2kg の背臥位での筋活動はほぼ同程度であった。また、三角筋後部線維において、健常群では姿勢と負荷間に交互作用を認めた。しかし、患者群では負荷量に依存して増加するが、姿勢間には主効果は認められなかった。僧帽筋上部線維において、筋活動は負荷によらず背臥位が有意に低値を示したのに対し、患者群では 1kg 以下で背臥位は座位より低い傾向であるが、2kg 負荷時に 1kg よりも有意に筋活動の上昇を認めた。臨床的意義として、腱板機能訓練の際には背臥位と座位での姿勢の使い分けと 0.5kg 以下の負荷と 1, 2kg の負荷で負荷量での使い分けが考えられた。術後早期の肩甲帯周囲筋の緊張が低～中等度で、腱板機能が低い状態では背臥位で 0.5kg 以下が有用と考えられた。また、肩甲帯周囲筋の緊張が高く、腱板機能が低い状態ではより日常生活への復帰に近い僧帽筋の代償に留意すれば、座位で 2kg 負荷の訓練が促通に有効であることが示唆された。

【結語】腱板断裂患者において、術後早期で腱板機能が低い状態で腱板機能訓練を行う際の有用な負荷量と姿勢は、背臥位で 0.5kg 以下が有用と考えられ、また、より日常生活への復帰に近い時期は、僧帽筋上部線維の代償に留意すれば、座位で 2kg 負荷の訓練が促通に有効であると考えられた。