

|         |  |
|---------|--|
| 氏名      | いしかわ ひろあき<br>石川 博明   |
| 学位の種類   | 博士(障害科学)   |
| 学位授与年月日 | 平成27年3月25日   |
| 学位授与の条件 | 学位規則第4条第1項   |
| 研究科専攻   | 東北大学大学院医学系研究科(博士課程) 障害科学 専攻                                    |
| 学位論文題目  | 有症候性と無症候性腱板断裂患者における肩甲骨下方回旋筋群の活動特性の違い<br>—超音波エラストグラフィを用いた筋活動評価— |
| 論文審査委員  | 主査 教授 出江 紳一<br>教授 市江 雅芳 教授 永富 良一                               |

## 論文内容要旨

### 【背景・目的】

腱板断裂は有痛性の肩関節疾患の一つであるが、中には肩関節痛のない無症候性腱板断裂患者が数多く存在する。この知見より、必ずしも断裂自体が痛みの原因ではなく、肩関節の運動学的破綻が関与しており、特に肩甲骨上方回旋の不足や、拮抗筋である肩甲骨下方回旋筋群の活動増加は肩関節痛の発生要因であると考えられる。しかし、従来の評価法である筋電図では、肩甲骨下方回旋筋群のような深層に位置する筋を評価する際に侵襲を伴うため、非侵襲的に測定できる新たな筋活動の評価法を確立する必要がある。本研究では腱板断裂患者の肩関節痛発生要因の仮説を検証するために3つの研究を行った。研究1では、超音波エラストグラフィを用いた筋硬度評価が、肩関節・肩甲骨周囲筋活動の評価として有用であるかを検討することを目的とした。研究2では、自動および他動での肩挙上運動時の肩甲骨下方回旋筋群の硬さを測定し、肩甲骨上方回旋との関係を明らかにすることを目的とした。研究3では、有症候性と無症候性腱板断裂患者における肩甲骨下方回旋筋群の活動特性の違いを明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

研究1：対象者は健常成人男性10名。対象者は最大随意収縮(MVC)に対する10%、20%、30%、40%、50%MVC forceの各収縮強度で等尺性収縮を行い、超音波エラストグラフィを用いて三角筋中部線維、僧帽筋上部線維、棘上筋、肩甲挙筋、大菱形筋の筋硬度を測定した。筋硬度は基準物質である音響カプラーのひずみ値に対する筋のひずみ値の比(Strain Ratio)として定義され、この値が小さいほど筋が硬いことを意味する。また、表層筋である三角筋中部線維、僧帽筋上部線維においては、同様の課題中に筋電図活動を測定した。統計解析は反復測定分散分析、多重比較検定(Bonferroni法)、回帰分析を行った。また、筋電図と筋硬度データの関係についてはPearsonの積率相関係数を用いて検討した。なお、有意水準はすべて危険率5%未満とした。

研究2：対象者は健常成人男性18名。対象者は自動および他動での肩甲骨面挙上を行い、挙上0°、30°、60°、90°、120°、150°の各挙上角度で静止し、肩甲骨上方回旋角度と僧帽筋上部線維、肩甲挙筋、大菱形筋の筋硬度を測定した。肩甲骨上方回旋角度の測定は、対象者の背面から肩甲棘に傾斜計を当て、水平面からの傾斜角度を肩甲骨上方回旋角度として評価した。統計解析は運動条件、角度条件を要因とした二元配置分散分析、多重比較検定(Bonferroni法)を行った。また、各挙上角度における筋硬度と肩甲骨上方回旋角度の関係についてはPearsonの積率相関係数を用いて検討した。

研究3：対象者は腱板断裂患者23名、健常者9名。肩関節痛の程度はVisual Analogue Scaleを用いて評価し、20mm以上を有症候性腱板断裂群(13名)、20mmより低値を無症候性腱板

(書式12)

断裂群(10名)とした。対象者は自動での肩甲骨面挙上を行い、挙上 $0^{\circ}$ 、 $60^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 、 $120^{\circ}$ の各挙上角度で静止し、肩甲骨上方回旋角度と僧帽筋上部線維、肩甲挙筋、大菱形筋の筋硬度を測定した。統計解析は一元配置分散分析、多重比較検定(Bonferroni法)を行った。

【結果】

研究1:三角筋中部線維と僧帽筋上部線維において、筋電図活動と Strain Ratio の間に中等度の負の相関を認めた( $p < 0.001$ )。すべての筋の Strain Ratio は、10%MVC force と比べて30%MVC force、50%MVC force で有意に低値を示した。しかし、30%MVC force と50%MVC forceの間では、三角筋中部線維と棘上筋の Strain Ratio は有意差を認めたが、僧帽筋上部線維、肩甲挙筋、大菱形筋の Strain Ratio は有意差を認めなかった。

研究2:すべての筋の Strain Ratio は、運動条件、角度条件ともに主効果を認め、要因間に交互作用を認めた。自動挙上において、すべての筋の Strain Ratio は、挙上 $0^{\circ}$ と比べて挙上 $30^{\circ}$ 、挙上 $60^{\circ}$ 、挙上 $90^{\circ}$ 、挙上 $120^{\circ}$ 、挙上 $150^{\circ}$ で有意に低値を示した。また、他動挙上において、大菱形筋の Strain Ratio は、挙上 $150^{\circ}$ と比べて挙上 $60^{\circ}$ 、挙上 $90^{\circ}$ で有意に高値を示したが、僧帽筋上部線維と肩甲挙筋の Strain Ratio は、すべての挙上角度間で有意差を認めなかった。自動挙上において、挙上 $90^{\circ}$ で肩甲挙筋の Strain Ratio と肩甲骨上方回旋角度の間に中等度の正の相関を認めた( $p = 0.018$ )。また、他動挙上において、有意水準に達しなかったものの、挙上 $150^{\circ}$ で大菱形筋の Strain Ratio と肩甲骨上方回旋角度の間に中等度の正の相関を認めた( $p = 0.059$ )。

研究3:肩甲骨上方回旋角度において、挙上 $90^{\circ}$ で無症候性腱板断裂患者は有症候性腱板断裂患者および健常者と比べて有意に高値を示した。僧帽筋上部線維の Strain Ratio において、挙上 $120^{\circ}$ で有症候性腱板断裂患者は健常者と比べて有意に低値を示した。肩甲挙筋の Strain Ratio において、挙上 $90^{\circ}$ で有症候性腱板断裂患者は無症候性腱板断裂患者および健常者と比べて有意に低値を示した。

【結論】

超音波エラストグラフィは30%MVC force までの収縮強度であれば筋収縮時の筋硬度変化を十分に評価することができ、肩関節・肩甲骨周囲筋活動を評価する方法として有用である。また、肩挙上運動時の肩甲挙筋の活動増加や大菱形筋の他動張力の増加は、肩甲骨上方回旋を阻害する可能性が示唆された。さらに、腱板断裂患者における肩甲骨上方回旋の増加は肩峰下インピンジメントを回避するための方略であり、これらの運動学的破綻が痛みに関与している可能性が示唆された。また、有症候性腱板断裂患者における肩甲骨上方回旋不足の一因として、肩甲挙筋の活動増加が関与している可能性が示唆された。

## 審査結果の要旨

博士論文題目 有症候性と無症候性腱板断裂患者における肩甲骨下方回旋筋群の活動特性の違い

—超音波エラストグラフィを用いた筋活動評価—

所属専攻・分野名 障害科学専攻 ・ 肢体不自由学分野

氏名 石川 博明

腱板断裂は中高年に好発する有痛性の肩関節疾患の一つであるが、中には肩関節痛のない無症候性腱板断裂患者が数多く存在する。この知見より、必ずしも断裂自体が痛みの原因ではなく、肩関節の運動学的破綻が関与しており、特に肩甲骨上方回旋の不足や、拮抗筋である肩甲骨下方回旋筋群の活動増加は肩関節痛の発生要因であると考えられるが未だ明らかにされていない。また、従来の評価法である筋電図を用いてこれらの筋活動を評価する際には侵襲を伴うため、非侵襲的に測定できる新たな筋活動の評価法を確立する必要がある。

本論文では、肩甲骨下方回旋筋群の活動に着目し、腱板断裂患者の肩関節痛発生要因の仮説を検証するために3つの研究が行われた。研究1では、超音波エラストグラフィを用いて筋収縮中の肩関節・肩甲骨周囲筋の硬さを非侵襲的に測定し、筋活動の評価法として有用であるかを検討した。研究2では、肩甲骨下方回旋筋群の機能的役割を明らかにするために、肩挙上運動時の肩甲骨上方回旋角度と肩甲骨下方回旋筋群の活動との関係を検討した。研究3では、有症候性と無症候性腱板断裂患者における肩挙上運動時の肩甲骨上方回旋角度と肩甲骨下方回旋筋群の活動特性の違いを検討した。

その結果、研究1では筋電図活動と筋硬度の間に相関を認め、また最大随意収縮の30%までの収縮強度であれば筋収縮時の筋硬度変化を十分に評価することができ、肩挙上運動時の肩関節・肩甲骨周囲筋活動を評価する方法として有用であることを示した。研究2では、自動挙上90°位における肩甲挙筋の活動増加や大菱筋の他動張力の増加は肩甲骨上方回旋を阻害することを示した。研究3では、腱板断裂患者における肩甲骨上方回旋の増加は肩峰下インピンジメントを回避するための方略であり、この肩甲骨上方回旋の不足が痛みに関与し、肩甲挙筋の活動増加がその一因である可能性を示した。

以上、本論文により非侵襲的に測定できる新たな筋活動の評価法を確立したことは、今後様々な肩関節疾患患者への応用が期待され、整形外科やリハビリテーション領域の研究の発展に大きく貢献すると考えられる。また、今まで十分に解明されてこなかった肩甲骨下方回旋筋群の機能的役割および有症候性と無症候性腱板断裂患者の活動特性の違いを明らかにしたことは、より質の高いリハビリテーションを提供するための一助となり、臨床的意義は非常に高いといえる。よって、本論文は博士（障害科学）の学位論文として合格と認める。