

研究報告



腱板断裂修復術例に対する新たな肩外転筋力評価の有用性*

大野 陸¹⁾・竹中裕人^{1,2)}・後藤 慎¹⁾・花村浩克³⁾・岩堀裕介⁴⁾

【要 旨】

【目的】腱板断裂症例の肩外転筋力評価に標準的に用いられている肩甲骨面 90°挙上位等尺性収縮の筋力計測に代わり、肩甲骨面 30°挙上位等尺性収縮筋力計測の有用性を検討することである。【方法】腱板修復術予定の 17 例を対象とした（平均年齢 56.2 ± 9.5 歳）。断裂サイズは小・中断裂 14 例と大断裂 3 例であった。術前と術後 6 ヶ月において、肩甲骨面 90°挙上位と肩甲骨面 30°挙上位の 2 つの姿勢でハンドヘルドダイナモメーターを用いて肩外転筋力計測を実施した。統計解析は、2 つの姿勢における測定値および術前後の変化量（術後 6 ヶ月 - 術前）の相関分析を行った。【結果】術前の計測において、肩甲骨面 90°挙上位は 17 例中 6 例が計測不可能であったが、30°挙上位は全例計測可能であった。肩甲骨面 90°挙上位と 30°挙上位の肩外転筋力は、術前、術後 6 ヶ月、術前後の変化量の全てにおいて有意な強い相関関係を認めた ($p < 0.01$)。【結論】腱板断裂手術症例の肩外転筋力計測は、肩甲骨面 90°挙上位の計測方法に代わり、肩甲骨面 30°挙上位も適用できる可能性が示唆された。

キーワード：腱板断裂修復術、筋力計測、肩関節外転筋力

はじめに

肩腱板断裂は一般的にはまず保存的療法（薬物、運動療法）で 3 か月程度治療を行い、改善が得られない症例において手術的治療が選択される¹⁾。腱板修復術の術前および術後の肩関節筋力

は、手術成績に影響している²⁾。そのため肩腱板断裂手術症例のリハビリテーションにおいて、筋力評価が必要になる。

腱板断裂症例の肩外転筋力計測は、肩甲骨面 90°挙上位で等尺性収縮筋力を計測する方法が標準的な方法と報告されている³⁾。また、日本整形外科学会肩関節疾患治療成績判定基準 (JOAScore) において、肩関節外転 90°挙上位で等尺性収縮の筋力を計測する方法が採用されている。しかし、肩の疼痛の原因の一つである肩峰下インピンジメントは外転 50°から 100°の範囲で生じやすい⁴⁾ことから、90°挙上位は、腱板断裂症例にとって痛みを生じやすく、筋出力を低下させる可能性があることが問題である。そこで、我々は腱板断裂症例にとって痛みや関節拘縮の影響を受けにくい肢位として、肩甲骨面において低い挙上角度である 30°挙上位の等尺性筋力計測を考案し、健常成人を対象として標準的な肩甲骨面 90°挙上位の等尺性収縮筋力計測を基準とした妥当性および計測の再現性を確認している⁵⁾。しかし、腱板断裂症手術例に対して、この計測方法が適用可能かは不明で

* Usefulness of a new evaluation of shoulder abductor muscle strength for rotator cuff repair cases

- 1) 春日井整形あさひ病院 リハビリテーション科
(〒486-0819 春日井市下原町 2090)
Riku Ohno, PT, Hiroto Takenaka, PT, PhD, Shin Goto, PT: Department of Rehabilitation, Kasugai Orthopedics Asahi Hospital
- 2) 常葉大学 保健医療学部 理学療法学科
Hiroto Takenaka, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Tokoha University Faculty of Health Sciences
- 3) 春日井整形あさひ病院 整形外科
Hirokatsu Hanamura, MD, PhD: Department of Orthopedic Surgery, Kasugai Orthopedics Asahi Hospital
- 4) 春日井整形あさひ病院 スポーツ医学・関節センター
Yusuke Iwahori, MD, PhD: Sports Medicine and Joint Center, Kasugai Orthopedics Asahi Hospital

E-mail: hiroto.takenaka@gmail.com

(受付日 2024年7月19日 / 受理日 2025年2月14日)

ある。我々は、腱板断裂手術症例においても肩甲骨面 30° 挙上位における肩外転筋力計測が高い妥当性を有し、腱板断裂症例にとって痛みや関節拘縮の影響を受けにくい計測方法になり得ると仮説を立てた。そこで、本研究の目的は、腱板断裂手術症例に標準的に用いられている肩外転筋力評価である肩甲骨面 90° 挙上位等尺性収縮筋力計測に代わり、肩甲骨面 30° 挙上位等尺性収縮の筋力計測が有用であるかを検討することである。

対象および方法

1. 対象

本研究の対象は、2021年8月から22年12月までの間に、当院で腱板修復術を受けた症例を対象とした。なお、再断裂による再手術症例や上方関節包再建、筋膜移植症例は除外した。患者特性として、年齢、身長、体重、BMI、手術関連要因として、鏡視下または直視下手術、肩峰下除圧の有無、関節包剥離術の有無、断裂部位（棘上筋、棘下筋、肩甲下筋）、断裂サイズ（小、中、大）を診療録から転記した。

本研究は所属施設の春日井整形あさひ病院倫理審査委員会（No. A-66）の承認を得て行った。対象者には紙面または口頭で本研究内容を説明し、同意書を用いて研究への参加の同意を得た。

2. 計測時期

当院の腱板断裂手術例への診療スケジュールでは、手術翌日から、理学療法士または作業療法士が週5日、1日あたり40-80分のリハビリテーションを行う。術後4週から5週で退院となり、その後は週に1回40分ほどの外来リハビリテーションへ移行し、術後6ヶ月を目途に終了となる。

術後リハビリテーションスケジュールは、断裂サイズの小・中断裂と大断裂で異なる。術後翌日から臥位姿勢の他動挙上運動が許可され、小・中断裂では術後3週で装具の小枕除去と自助挙上開始、術後4週でスリング除去と臥位での自動挙上及び座位での自動内外旋運動が許可、術後5週で座位での自動挙上が許可される。大断裂においても術後翌日から他動での臥位挙上運動が許可されるが、術後5週で装具の小枕除去と自助挙上開始、術後6週でスリング除去と臥位での自動挙上及び座位での自動内外旋運動が許可、術後7週で座位での自動挙上が許可される。その後、小・中断裂例では術後4ヶ月から軽作業許可、術後6ヶ月で重労働やスポーツ復帰が許可され、大断裂例ではそれぞれ1～2ヶ月遅れて許可される。理学療法士または作業療法士による運動機能評価は手術前日と術後6ヶ月の通院時に実施され、今回は通常の評価とともに、肩関節筋力の計測を実施し、それぞれ術前、術後6ヶ月の値とした。

3. 筋力計測方法

2つの計測姿勢において、先行研究⁵⁾を参考に肩外転筋力を計測した。標準的に用いられている肩甲骨面 90° 挙上位で thumb up（親指を上に向けた肩外旋位かつ肘伸展位）とした姿勢（図 1a）、我々が考案した肩甲骨面 30° 挙上位で thumb up とした姿勢（図 1c）である。計測機器は等尺性筋力計測機器のハンドヘルドダイナモメーター（アマ社、ミュータス F-1）を用いた。抵抗位置はハンドヘルドダイナモメーターを上腕骨外側上顆に当て実施した。正確に等尺性収縮筋力計測が実施できるように、固定用ベルトを椅子の脚に通した（図 1b, d）。そして、検査者が椅子に座ることで



図 1. 筋力計測の肢位

a) 肩甲骨面 90° 挙上位, b) 固定ベルト椅子へ固定, c) 肩甲骨面 30° 挙上位, d) 固定ベルト椅子へ固定

椅子が固定されるようにした。1回の計測時間は5秒間とし、それぞれの計測において、30秒間の休憩を挟み合計3回計測した内の最大値を代表値とした。2つの計測姿勢の間は、2分休憩をとり筋疲労が生じていないか被験者に確認をした。

また、筋力計測時に、肩甲骨面90°挙上位と肩甲骨面30°挙上位それぞれにおいて、痛みや負担感の有無を聴取し、筋力計測の実施の可否に関して評価した。

4. 統計解析

標準的に用いられる肩甲骨面外転90°挙上位の筋力と肩甲骨面30°挙上位の筋力との相関を求めて、基準関連妥当性を確認した。これは、術前の値、術後6ヶ月の値、術前後の変化量（術後6ヶ月－術前）において実施した。相関係数は、2つの変数ともに正規分布の場合はピアソンの積率相関係数、どちらかが非正規分布の場合はスピアマンの順位相関係数を用いた。先行研究を参考に、相関係数が0.1-0.39を弱い相関、0.4-0.69を中程度の相関、0.7-0.99を強い相関と解釈した⁶⁾。統計

ソフトは改変Rコマンダー (R4.3.1ver.) を用いて、有意水準は5%とした。

結果

1. 患者特性

本研究期間中に腱板修復術を受けたのは18名で、そのうちデータ取得にミスがあった1名を除いた17名を対象とした（平均年齢56.2 ± 9.5歳）。基本特性を表1に示す。

2. 術前および術後筋力測定可否

術前筋力計測において、肩甲骨面90°挙上位の筋力計測は17例中6例が測定不可能であり、理由として可動域制限3例、疼痛2例、不安感1例、恐怖感1例であった（複数回答可）。一方で30°挙上位の筋力計測は全例計測可能であった。また、筋力計測時の疼痛または負担感について聴取した結果、90°位の方が強い7例、30°位の方が強い2例、90°位と30°位は同程度3例、疼痛または負担感なしが5例であった。なお、術後6ヶ月筋力計測は2つの姿勢とも計測可能であった。

表1. 患者特性 (n = 17)

年齢 (歳)		56.2 ± 9.6
身長 (cm)		161.7 ± 10.4
体重 (kg)		61.0 ± 14.9
BMI (Body Mass Index) (kg/m ²)		23.1 ± 4.0
性別 (名)	男性	9
	女性	8
術式	鏡視下手術	8
	直視下手術 (min open)	9
断裂サイズ	小中断裂	14
	大断裂	3
断裂部位	棘上筋	17
	棘下筋	7
	肩甲下筋	7
断裂合計数	1	6
	2	8
	3	3
肩峰除圧	あり	14
授動術	あり	6
術前麻酔下肩関節屈曲角度 (°)		154.7 ± 21.0
術前麻酔下肩関節外転角度 (°)		141.2 ± 36.9
術前麻酔下肩関節外旋角度 (°)		56.8 ± 22.4

表2. 術前後の筋力計測値

	術前	術後6ヶ月	術後6ヶ月 - 術前
肩甲骨面 90° 挙上位 (N)	97.8 ± 69.8 [※]	72.6 ± 49.8	-11.4 ± 41.5 [※]
肩甲骨面 30° 挙上位 (N)	56.4 ± 47.5	74.9 ± 51.9	18.6 ± 35.1

※ 肩甲骨面 90° 挙上位の術前, 術後6ヶ月 - 術前は 11 例の計測値

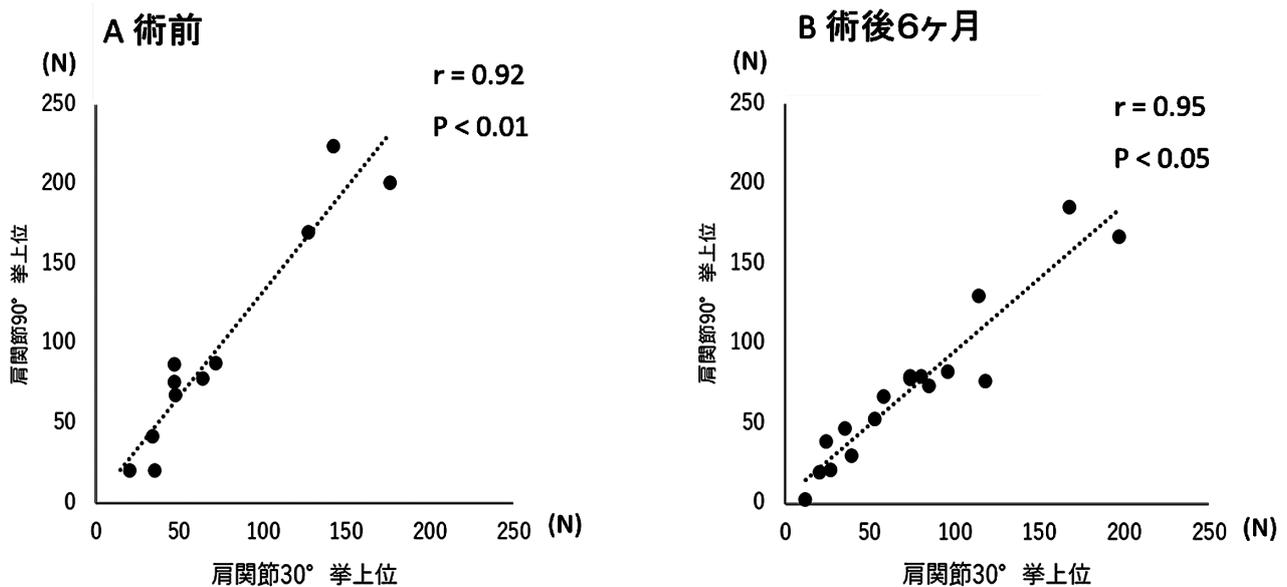


図2. 術前, 術後6ヶ月の30° 挙上位と90° 挙上位の筋力の散布図

A) 術前肩外転筋力, 縦軸 90° 挙上位, 横軸 30° 挙上位 B) 術後6ヶ月肩外転筋力, 縦軸 90° 挙上位, 横軸 30° 挙上位

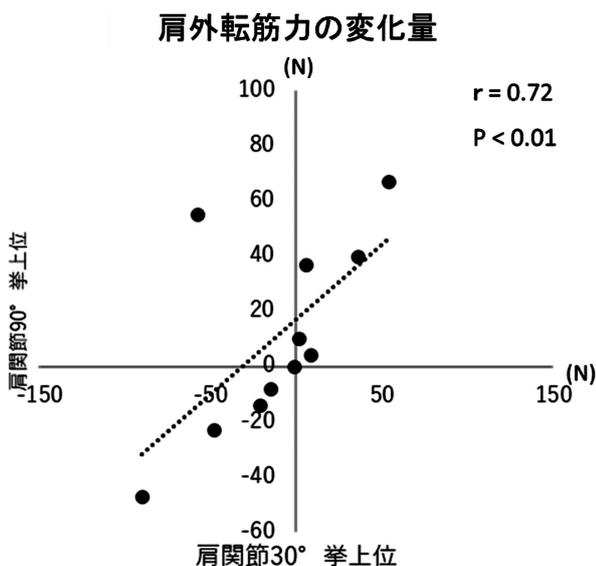


図3. 肩外転筋力の変化量 (術後6ヶ月 - 術前)

縦軸 90° 挙上位, 横軸 30° 挙上位の散布図

3. 術前後の筋力測定値および測定肢位間の相関

肩外転筋力計測値を表2に示す. なお, 肩甲骨面 90° 挙上位の術前筋力においては, 計測不可能例の6例を除いた11例の値である. 肩甲骨面 90° 挙上位と 30° 挙上位の筋力計測値の散布図を示す(図2, 3). 相関係数は, 術前が $r = 0.92$, 術後6ヶ月が $r = 0.95$, 術後6ヶ月筋力 - 術前筋力の変化量が $r = 0.72$ であり, いずれも有意な強い相関を認めた ($p < 0.01$, 図3).

考察

本研究は, 腱板断裂症例の標準的な肩外転筋力評価である肩甲骨面 90° 挙上位等尺性収縮の筋力計測に代わり, 肩甲骨面 30° 挙上位等尺性収縮の筋力計測の妥当性を調査した. 術前, 術後6ヶ月, 術前から術後6ヶ月の変化量, 全ての筋力計測値において, 肩甲骨面 90° 挙上位と肩甲骨面 30°

挙上位に強い相関関係を認めた。加えて、術前の計測において90°挙上位は17例中6例が不可能であったが、30°挙上位は全例計測可能であった。そのため、腱板断裂手術症例に適用できることが示唆された。

我々は、健常成人を対象とした肩甲骨面30°挙上位等尺性収縮の肩外転筋力計測の再現性が高く、90°挙上位等尺性収縮の肩外転筋力計測との妥当性が高いことを報告した⁵⁾。本研究の結果、腱板断裂修復術例においても術前後とも、強い相関関係を認めた。また、鏡視下腱板修復術後6ヶ月の筋力回復において、90°外転位と45°外転位では筋力が同程度と報告されており本研究の結果を支持するものである⁷⁾。したがって肩甲骨面30°挙上位の計測は肩甲骨面90°挙上位の計測に代わる計測方法になり得ると考える。

術前筋力計測において、肩甲骨面90°挙上位は6例が計測不可能であったが、30°位は全例計測可能であった。この要因について、術前の関節可動域制限と疼痛の影響が考えられる。腱板断裂は、腱板筋力不均衡などを惹起し、運動時に肩甲上腕関節が安定せず、挙上障害や関節周囲組織に肩峰下滑液包炎や腱板炎、滑膜炎などの二次的な障害により疼痛や肩関節可動域制限を引き起こす⁸⁾。本研究において、術前の肩甲骨面90°位の筋力計測時に疼痛を訴えた症例の術前の自動外転可動域は平均63°、他動外転可動域は平均69°であり、17例中6例は肩甲骨面90°位の肢位自体がとれずに計測不能であった。術前麻酔下肩外転角度141°(表1)を考慮すると、関節拘縮そのものよりも、肩甲上腕関節が安定せず挙上障害や疼痛により90°挙上が困難であったと推察される。このような症例でも肩甲骨面30°挙上位においては全例計測可能であることは、臨床的意義は大きいと考えられる。

棘上筋の筋活動について、thumb up 姿勢の肩甲骨面45°挙上位と肩甲骨面90°挙上位の3 kg 重錘負荷課題においては、同程度であることが報告されている⁹⁾。さらに、棘上筋の肩関節外転に対するモーメントアームは、外転初期が最も大きいため、外転初期に棘上筋が最も作用することが示唆されている¹⁰⁾。そのため、肩甲骨面30°挙上位の肩外転筋力計測は、肩甲骨面90°挙上位に比べ、棘上筋機能を反映した計測方法となり得ることが推測される。一方で、外転初期はモーメントアームが大きいことから棘上筋腱の再断裂のリスクも想定されるため、計測する術後の時期には配慮が必要となる。

術後6ヶ月筋力と術前筋力の変化量を、肩甲骨

面90°挙上位と30°挙上位で比較し、散布図で示した(図3)。肩甲骨面30°挙上位の筋力計測は、90°挙上位と同様の変化傾向を示すことが示唆された。腱板修復術後の肩外転筋力の回復について、等速性運動において、術後6ヶ月では術前よりも改善することが示唆されている¹¹⁾。また前方屈曲の等尺性運動において、健常側の筋力と比較して術後6ヶ月では小断裂で113%、中断裂では105%と術前よりも改善することが示唆されている¹²⁾。本研究において、術後6ヶ月筋力と術前筋力の変化量が、90°挙上位においては負の平均値(表2)であることは、術前計測できた11例は術前の筋力や回復過程が影響していると考えられる。

本研究における限界は、1つ目にサンプルサイズが17例で特に術前に肩甲骨面30°挙上位と90°挙上位の肢位で測定が可能であった例が11例と少ない点である。2つ目に、今回の対象者のうち、大断裂は3例と少なく、腱板断裂症例の筋力計測について広く適用できるのか明らかではない。以上の点を踏まえ、今後の展望として、本研究で検討した計測方法を画一的なものにするためにも実際の症例で検者内および検者間の信頼性を確認することが必要である。また、本研究で考案した計測方法の肩外転筋力が、手術成績などへ影響を及ぼすか検討していく必要がある。

結論

本研究は、腱板断裂症例の標準的な肩外転筋力評価である肩甲骨面90°挙上位等尺性収縮の筋力計測に代わり、肩甲骨面30°挙上位等尺性収縮の筋力計測が有用であることを明らかにした。腱板断裂手術症例における肩甲骨面30°挙上位における肩外転筋力計測は、90°挙上位の計測方法と比較して術前に計測可能な症例が多く、また90°挙上位との高い相関を認めたことから、有用であることが示唆された。

利益相反

本研究において、開示すべき利益相反に相当する事項はない。

【文 献】

- 1) 橋口宏, 伊藤博元: 腱板不全断裂の保存的治療に影響を及ぼす因子の検討. 臨床整形外科. 2007; 42 (3), 231-234
- 2) Feng S, Guo S, et al.: Prognostic indicators for outcome following rotator cuff tear repair. J Orthop Surg. 2003; 11 (2): 110-116.

- 3) Jain NB, Wilcox RB, et al.: Clinical examination of the rotator cuff. *PM R*. 2013; 5 (1) : 45-56.
- 4) Yamamoto A, Takagishi K, et al.: The impact of faulty posture on rotator cuff tears with and without symptoms. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015; 24 (3) : 446-452.
- 5) 竹中裕人, 水谷仁一・他 : 肩甲骨面 30°挙上位肩外転筋力評価の再現性と妥当性. *愛知県理学療法学会誌*. 2023; 35 (1) : 16-20.
- 6) Akoglu H: User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med*. 2018; 18 (3) : 91-93.
- 7) 柴橋広智, 村川美幸・他 : 鏡視下腱板修復術後の筋力回復に関連する要因とその予測因子の重回帰分析. *山形医学*. 2021; 39 (2) : 76-83.
- 8) 永井英, 鈴木一秀 : 高齢者の腱板断裂に対する運動療法. *臨床整形外科*. 2013; 48 (2) : 111-117.
- 9) Kai Y, Gotoh M, et al.: Electromyographic study of rotator cuff muscle activity during full and empty can tests. *Asia Pacific J Sport Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2015; 2: 36-41.
- 10) Hik F, Ackland DC: The moment arms of the muscles spanning the glenohumeral joint. *J Anat*. 2019; 234: 1-15.
- 11) Bigoni M, Gorla M, et al.: Shoulder evaluation with isokinetic strength testing after arthroscopic rotator cuff repairs. *J Shoulder Elbow Surg*. 2009; 18: 178-183.
- 12) Shin S, Chung J, et al.: Recovery of Muscle Strength After Intact Arthroscopic Rotator Cuff Repair According to Preoperative Rotator Cuff Tear Size. *Am J Sports Med*. 2016; 44: 972-980.