

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：34401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592237

研究課題名(和文) 肩関節の生体力学的解析に基づく腱板断裂発症機構の解明

研究課題名(英文) Biomechanical Factors Predisposing to Propagation of Full-thickness Rotator Cuff Tears

研究代表者

三幡 輝久(Mihata, Teruhisa)

大阪医科大学・医学部・助教

研究者番号：30425053

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：腱板断裂に対する保存的治療として、腱板筋力訓練が広く行われている。腱板断裂サイズは経年的に増加すると考えられているが、腱板筋力訓練が断裂サイズの拡大に影響を及ぼすかは知られていない。そこで今回、腱板筋力強化によって残存腱板の歪みが変わるかを検討した。小断裂モデルにおける残存腱板の歪みは、腱板筋力負荷を変えても有意な変化を認めなかった。中断裂モデルにおいては、腱板筋力負荷を増加させることにより、前方の辺縁から5mmと10mmにおける歪みが有意に減少した。大断裂モデルにおいては、腱板筋力負荷を増加させることにより、前方と後方ともにすべての計測部位で歪みは有意に減少した。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to assess biomechanical factors of tear propagation after full-thickness of supraspinatus tear.

Tendon strain increased with increasing tear size, suggesting that tear propagation accelerates with extension of the rotator cuff tear. Rotator cuff tear may tend to propagate posteriorly in the externally rotated position, and anteriorly in the internally rotated position. Tendon strain at a low abduction angle was significantly greater than that at a high abduction angle, indicating that rotator cuff tears may propagate whether or not patients are engaged in work or sports that require extreme abduction of the shoulder. Residual cuff muscle strengthening may be effective in preventing tear propagation, specifically in the case of medium and large tears.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学 整形外科学

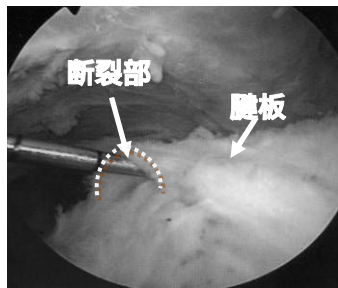
キーワード：肩 腱板

1. 研究開始当初の背景

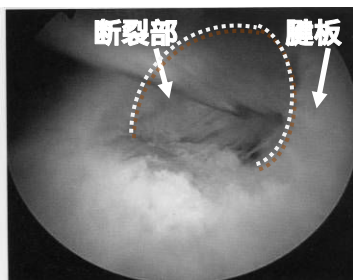
肩の痛みを主訴に病院を受診される患者数は多い。特に50歳代から60歳代にかけては五十肩といわれるように肩の痛みの患者の大部分を占める。しかし五十肩の病態についてはいまだ解明されていないために、効果的な治療を受けることができずに肩の痛みに苦しむ患者も多い。今回、我々は広義の五十肩に含まれる腱板断裂に着目し、その病態解明を目的とする研究を計画した。

60歳以上の30-50%に腱板断裂を認めるという報告もあり、腱板断裂は中高年の肩の痛みや挙上制限の原因に大きく関わっていると考えられている。その一方で、腱板が断裂しても全く症状を認めないケースもあり、腱板が断裂しても必ず症状に結びつくとは限らない。この違いは何によって起こるのかという疑問に対して、我々は腱板断裂の大きさ(図1)や形態(図2)が関わっているのではないかと考えた。臨床的に、腱板断裂には様々な大きさ(図1)や形態(図2)が存在するということがすでに証明されている。

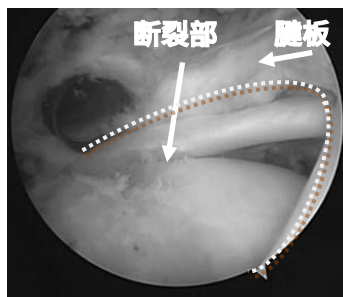
図1：腱板断裂の大きさによる分類(関節鏡画像)



小断裂

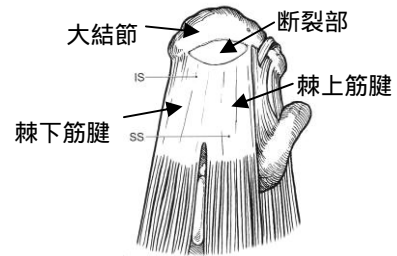


中断裂

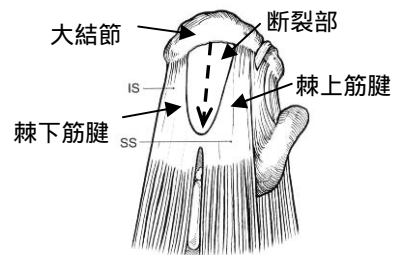


大断裂

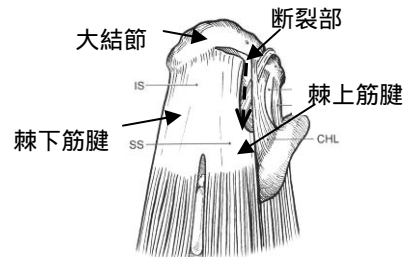
図2：腱板断裂の形態による分類



縦断裂がない
タイプ



中央で縦に裂けている
タイプ



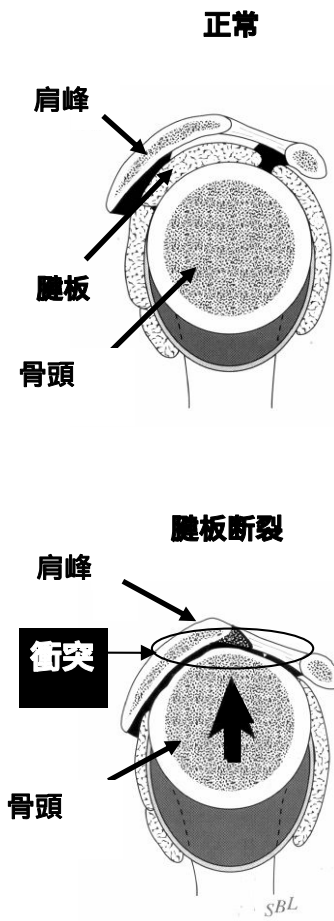
端で縦に裂けている
タイプ

本研究代表者は、過去に2回(2007-2008年:若手研究B、2009-2010年:若手研究B)科学研究費補助金をいただいている。それらはともに腱板断裂に関する研究であり、それらの結果はすでに臨床に応用され、腱板断裂患者の治療成績の向上に寄与している。しかし依然として腱板断裂の症状が一定しないという疑問点は解決されていない。そこで今回、腱板断裂の大きさやタイプによって肩関節における生体力学的環境がどのように変化するかを検討したいと考える。

腱板断裂の発症機構を調査するために、肩上方安定性、肩峰下面に加わる圧力、肩外転機能、肩外旋機能を計測したいと考える。腱板断裂によって肩峰下インピンジメントによる肩の痛みや可動域制限が起こると考えられている(図3)。今回、肩上方安定性と肩峰下面に加わる圧力を計測することによって、肩峰下インピンジメントの

起こりやすさを客観的に評価する。また腱板が断裂することによって肩の外転や外旋の筋力が低下し、日常生活動作にも影響が及ぼされることも少なくない。そこで、肩外転機能と肩外旋機能を評価する。これらの計測項目は我々の研究室が独自に開発した方法によって計測が可能であり、この方法を用いた研究結果はすでに多くの論文に掲載されている。

図3：肩峰下インピンジメント
 腱板断裂などにより上腕骨頭の上方への動揺性が増大する。それによって上腕骨頭と肩峰が衝突する現象を肩峰下インピンジメントという。



2. 研究の目的
 本研究の目的は、腱板断裂の大きさやタイプによって肩関節における生体力学的環境がどのように変化するかを検討することである。

3. 研究の方法

1. 解剖と実験準備
 マイナス 20°C で冷凍保存していたヒト新鮮凍結屍体肩を室温で 24 時間かけて解凍した後解剖を行った。肩腱板、肩関節包、烏口肩峰靭帯、烏口上腕靭帯以外のすべての軟部組織を切除した(図4)。肩腱板には Krackow stitch にて直径 1mm の縫合糸をかけた(図5)。屍体肩を肩実験システムに設置し、その縫合糸を介して生体の筋力に基づいた負荷を腱板に加えた(図5)。この肩実験システムを用いることによって、屍体肩の肩甲骨と上腕骨の位置を自由に設定したうえでバイオメカニクスの実験を行うことができた(図6)。

図4

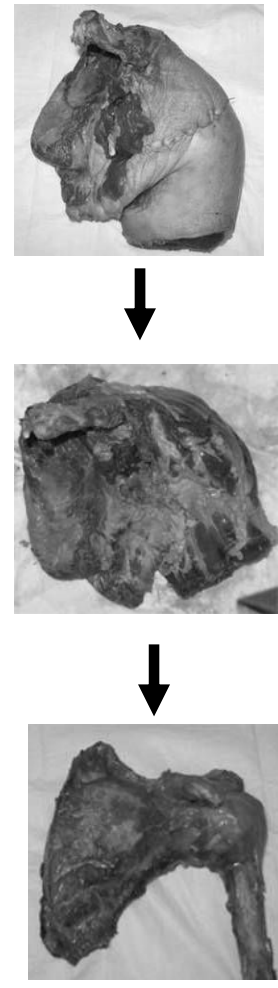


図5

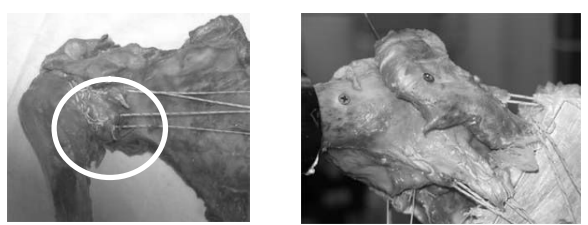


図 6

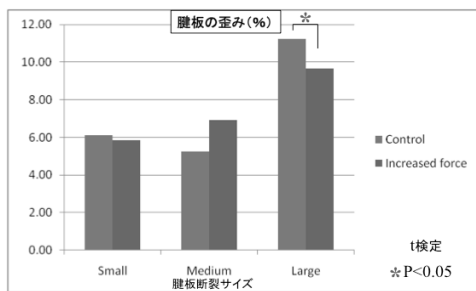


2. 棘上筋腱を大関節付着部にて前後幅 1 cm で切離し(小断裂モデル)、2 種類の筋力負荷 (コントロール群: 棘上筋 20N、肩甲下筋 30N、棘下筋 20N、小円筋 10N、三角筋 60N、大胸筋 30N、広背筋 30N、 腱板筋力増加群: 棘上筋 20N、肩甲下筋 60N、棘下筋 40N、小円筋 20N、三角筋 60N、大胸筋 30N、広背筋 30N) を加えることによる残存腱板の歪みを、Microscribe を用いて計測した。計測部位は切離した腱板の前方と後方に対して、断裂部辺縁、 辺縁から 5mm、 辺縁から 10mm の 3 か所ずつとした。続いて棘上筋腱と棘下筋腱の切離を追加して前後幅 2cm (中断裂モデル)、 前後幅 3cm (大断裂モデル) とし、小断裂モデルと同様に 2 種類の筋力負荷で残存腱板の歪みを計測した。コントロール群と腱板筋力増加群における歪みを、t 検定により比較検討した。

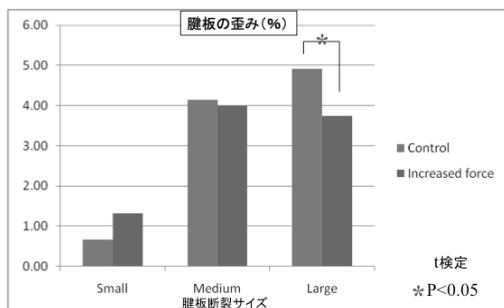
4. 研究成果

結果:

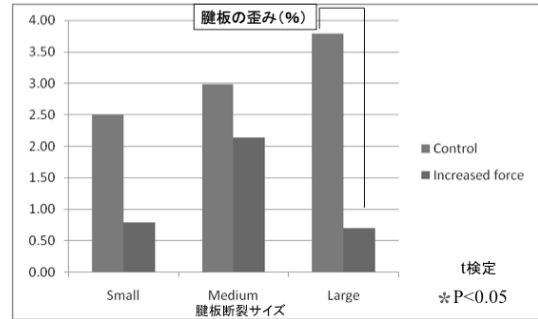
1. 腱板断裂後縁



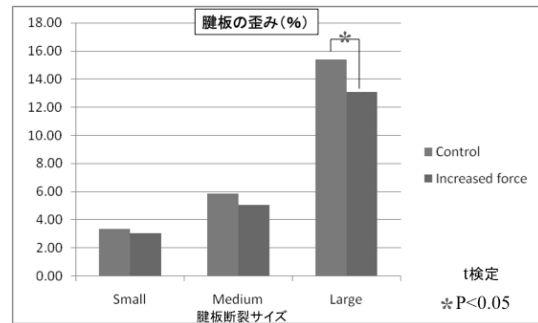
2. 腱板断裂後縁から 5mm



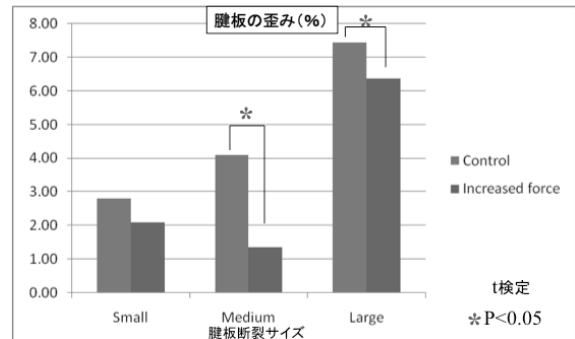
3. 腱板断裂後縁から 10mm



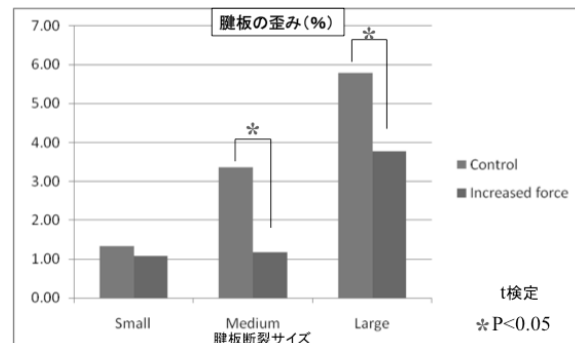
4. 腱板断裂前縁



5. 腱板断裂前縁から 5mm



5. 腱板断裂前縁から 10mm



小断裂モデルにおける残存腱板の歪みは、腱板筋力負荷を変えても有意な変化を認めなかった。中断裂モデルにおいては、腱板筋力負荷を増加させることにより、前方の辺縁から5mmと10mmにおける歪みが有意に減少した($p<0.05$)。大断裂モデルにおいては、腱板筋力負荷を増加させることにより、前方と後方ともにすべての計測部位で歪みは有意に減少した($p<0.05$)。このことから、2cm以上の腱板断裂に対しては、腱板筋力訓練によって断裂部の拡大を抑制できる可能性があると思われた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計12件)

1. Fujisawa Y, Mihata T, et al.
Three-dimensional analysis of acromial morphology in subjects with and without rotator cuff tears by using reconstructed computed tomography model.
Am J Sports Med. 2014 in press.

2. Ishihara Y, Mihata T, et al.
Role of the superior shoulder capsule in passive stability of the glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. 2014 May;23(5):642-8.
doi: 10.1016/j.jse.2013.09.025.

3. Tamboli M, Mihata T, et al.
Biomechanical characteristics of the horizontal mattress stitch: implication for double-row and suture-bridge rotator cuff repair.
J Orthop Sci. 2014 Mar;19(2):235-41.
doi: 10.1007/s00776-013-0504-0.

4. Mihata T, Quigley R, et al.
Biomechanical Characteristics of Osteochondral Defects of the Humeral Capitellum.
Am J Sports Med. 2013 Aug;41(8):1909-14.
doi: 10.1177/0363546513490652

5. Mihata T, Lee TQ, et al.
Clinical Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Rotator Cuff Tears.
Arthroscopy. 2013 Mar;29(3):459-70.
doi: 10.1016/j.arthro.2012

6. Mihata T, Gates J, et al.
Effect of posterior shoulder tightness on internal impingement in a cadaveric model of throwing.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013.

7. Lee YS, Mihata T, Oh JH.
Anatomically reproducible assessment of volumetric bone mineral density - Based on clinical computed tomography.
J Biomech. 2013 Feb 22;46(4):767-72.
doi: 10.1016/j.jbiomech.2012.11.015.

8. Mihata T, Jun BJ, et al.
Effect of scapular orientation on shoulder internal impingement in a cadaveric model of the cocking phase of throwing.
J Bone Joint Surg Am. 2012 Sep 5;94(17):1576-83.

9. Mihata T, McGarry MH, et al.
Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study.
Am J Sports Med. 2012 Oct;40(10):2248-55.

10. Yasui K, Mihata T, et al.
A new manual method for assessing elbow valgus laxity.
Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2012 Mar 19;4:11.

11. Mihata T, Watanabe C, et al.
Functional and structural outcomes of single-row versus double-row versus combined double-row and suture-bridge repair for rotator cuff tears.
Am J Sports Med. 2011 Oct;39(10):2091-8.

12. Mihata T, Fukuhara T, et al.
Effect of Shoulder Abduction Angle on Biomechanical Properties of the Repaired Rotator Cuff Tendons With 3 Types of Double-Row Technique.
Am J Sports Med. 2011 Mar;39(3):551-6.

[学会発表](計102件)

1. Mihata T, McGarry MH, et al.
Biomechanical Analysis of Articular-Sided Partial-Thickness Rotator Cuff Tear and Repair
American Shoulder and Elbow Surgeons 2013 closed meeting, Las Vegas USA, 2013/10/13-15

2. Mihata T, Jun BJ, Quigley R, McGarry MH, Kinoshita M, Lee TQ.
Biomechanical Factors Predisposing to Propagation of Full-thickness Rotator Cuff Tears: Tear Size, Shoulder Elevation and Rotation, and Rotator Cuff Muscle Strength
The 58th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, San Francisco, USA, 2012/02/04-07

6 . 研究組織

(1)研究代表者

三幡 輝久 (MIHATA, Teruhisa)

大阪医科大学、医学部、助教

研究者番号：30425053