

令和 6 年 5 月 10 日現在

機関番号：23903

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20184

研究課題名（和文）肩関節脱臼における肩関節包の解剖学的修復の検討

研究課題名（英文）Injury Specific Capsular Plication Following Multiple Anterior Dislocation of the Glenohumeral Joint: A Biomechanical Study

研究代表者

武長 徹也 (Takenaga, Tetsuya)

名古屋市立大学・医薬学総合研究院（医学）・講師

研究者番号：10860299

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：反復性肩関節脱臼術後再脱臼は約5-10%にみられ、その成績向上が課題となっている。本研究の目的は、反復性肩関節脱臼の術後成績向上のために、未固定凍結肢体肩を用いて、関節包の縫縮の方向や量に関して反復性肩関節脱臼における外科的治療法を確立することである。結果として、10%以上の関節包伸長を認めた部位には10mmの、関節包伸長方向に合わせた縫縮を行うことで関節包修復後の肩関節機能が肩関節脱臼前とほぼ同等となるという実験結果が得られた。また、関節包損傷は腋窩関節包の後方を中心に引き起こされることが判明した。我々の個々の損傷状態に対応した関節包縫合は有用な方法であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

反復性肩関節脱臼術後再脱臼は約5-10%にみられ、その成績向上が課題となっている。本研究結果より、個々の関節包損傷を評価し、その損傷状態に対応した関節包縫合を行うことで、術後成績の向上が期待できると考えられた。

研究成果の概要（英文）：The reoccurrence rate after surgical treatment for anterior shoulder instability is still high and reportedly up to 5-20% in long-term follow-up. The objective of this study was to assess the ability of an individualized, injury specific capsular plication strategy to improve glenohumeral kinematics based on non-recoverable strain data following 5 anterior shoulder dislocations using a robotic testing system. As a result of this study, 10mm of the capsular plication for 10% of the capsular strain will be the best to restore the glenohumeral kinematics close to intact. Injury specific capsular plication based on non-recoverable strain data is a valid capsular plication method to restore the kinematics following multiple shoulder dislocations.

研究分野：整形外科分野

キーワード：反復性肩関節脱臼

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

肩関節は人体の中で最も脱臼しやすい関節であり、その 95%以上が前方への脱臼である。肩関節脱臼後には前下方の関節唇損傷 (Bankart 損傷)、関節窩前下方の骨欠損 (骨性 Bankart 損傷)、上腕骨頭後外側の骨欠損 (Hill-Sachs 病変)、下関節上腕靱帯が上腕骨側で剥離する HAGL 損傷といった様々な病態が観察され、さらに関節包も損傷される。

肩関節は一度脱臼してしまうと反復性への移行率が高く、特に 10 歳代の人では 80~90%にも及ぶ。そのため、手術を選択される肩関節脱臼患者も多い。肩関節前方脱臼に対しては現在のところ関節鏡下 Bankart 修復術がもっとも一般的に行われている。しかし、その術後の再脱臼率は 22%にも及ぶとの報告もあり、まだまだ高い。そのため、Bankart 修復術だけではなく関節包修復術がしばしば追加して行われるが、その方法は術者の主観的な判断に依存することが多いのが現状である。

2. 研究の目的

肩関節前方脱臼術後の再脱臼率の低下のために、関節包修復術が関節鏡下 Bankart 修復術に追加して行われることが多い。しかし、現在の関節包修復術の方法は科学的根拠に基づいたものではなく、術者の主観的な判断によるものであり、個々の症例に対して一様な方法で修復術が行われている。一方で、肩関節脱臼後の関節包の損傷形態は個々によって異なると報告されている (Yoshida, et al. Journal of Orthopaedic Research, 2020)。そのため、個々の損傷形態に応じた客観的なデータを用いた関節包縫合を行うことで再脱臼率を低下させられる可能性がある。本研究では反復性肩関節脱臼後の関節包の損傷の大きさや方向を個々に評価し、それに応じた関節包縫合を行い、その縫合後のキネマティクスをロボットシステムにて評価することで我々の新しい個々の損傷状態に対応した関節包修復術の有効性を検証した。

3. 研究の方法

新鮮凍結肩 6 肩 (33-64 歳) を使用した。関節包と烏口肩峰靱帯以外の軟部組織を除去し、下関節上腕靱帯の前索 (AB-IGHL) から後索 (PB-IGHL) までの下方関節包に、5 mm 間隔で格子状に 11×7=77 個のマーカを配置した (図 1)。

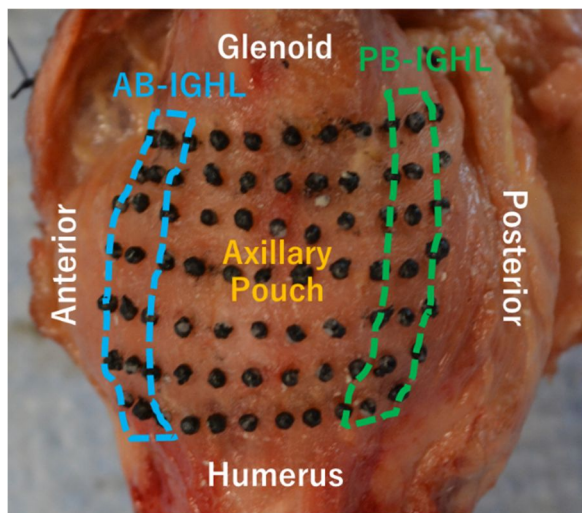


図 1: 下方関節包に配置したマーカ。下関節上腕靱帯の前索 (AB-IGHL) から後索 (PB-IGHL) までの下方関節包に 77 個のマーカを配置した。

関節包の非可逆的なひずみはこのマーカと光学追跡システムを用いてその大きさや方向を評価した。関節力学試験ロボットシステムを使用し、内外旋可動域は肩甲上腕関節 60 度外転位にて、前後方移動量は肩甲上腕関節 60 度外転内外旋中間位と肩甲上腕関節 60 度外転 60 度外旋位にて測定した。肩関節脱臼モデルは肩甲骨関節窩に 200N の力を加えながら上腕骨を前方に肩甲骨関節窩の最大前後径+10mm 移動させることで作成した。関節包の非可逆的なひずみを脱臼前と 5 回脱臼後の差から計算し、その方向については下関節上腕靱帯に平行・垂直・45 度斜位に分類した (図 2)。

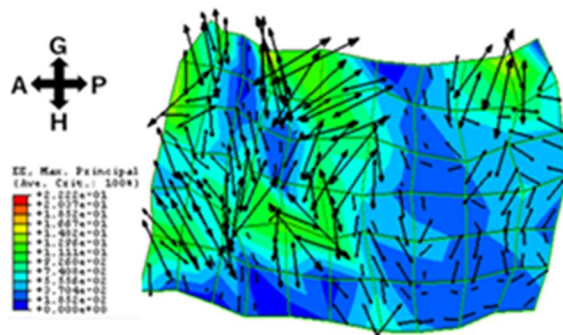


図 2: 関節包の非可逆的なひずみの一例。A. 前方、G. 肩甲骨側、H. 上腕骨側、P. 後方。

さらに下方関節包を 8 つに細分類し、非可逆的なひずみが平均のひずみより大きい部位に 10mm の関節包縫合を行った (図 3)。



図 3: 細分類された部位のそれぞれのひずみと関節縫合を行った方向 (赤矢印) の一例。本例では全体の平均のひずみが 3.9 であり、それより大きい部位に縫合を行った。

脱臼前・5 回脱臼後、関節包縫合後にキネマティクスを評価した。統計学的処理は反復測定分散分析と Friedman 検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

4. 研究成果

各献体に 3 から 4 個の関節包縫合が行われた。実際の手術でも脱臼の手術の際には 4 個程度の縫合が行われることが多く、この関節包縫合の数は適切と思われた。

内旋および外旋可動域に関してはそれぞれの状態で有意差を認めなかった ($p = 0.089, 0.170$) (図 4)。

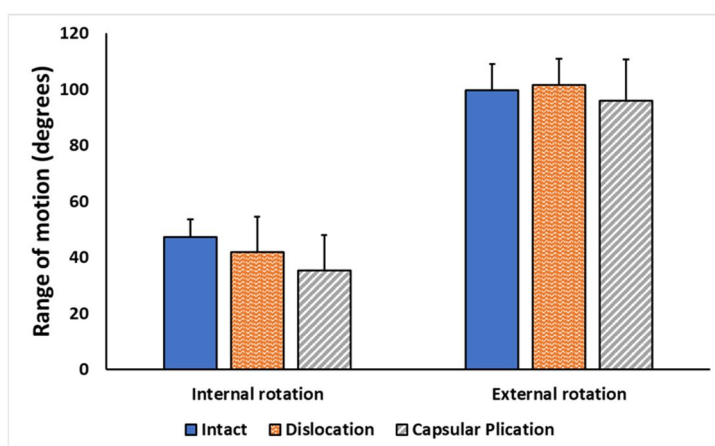


図 4: 内外旋可動域

肩甲骨上腕関節 60 度外転位にて前方移動量は脱臼後 ($25.1 \pm 4.4\text{mm}$) と関節包縫合後 ($24.8 \pm 5.2\text{mm}$) で脱臼前 ($22.9 \pm 5.2\text{mm}$) より有意に上昇していた ($p = 0.008, 0.037$)。一方で肩甲骨上腕関節 60 度外転 60 度外旋位においては前方移動量は脱臼後 ($16.8 \pm 3.3\text{mm}$) に脱臼前 ($14.3 \pm 4.2\text{mm}$) より有意に上昇していたが ($p = 0.0012$)、関節包縫合後 ($14.8 \pm 3.8\text{mm}$) と脱臼前との間に有意差は認めなかった ($p = 1.00$)。後方移動量についてはそれぞれの状態で有意差を認めなかった ($p = 0.0069$) (図 5)。

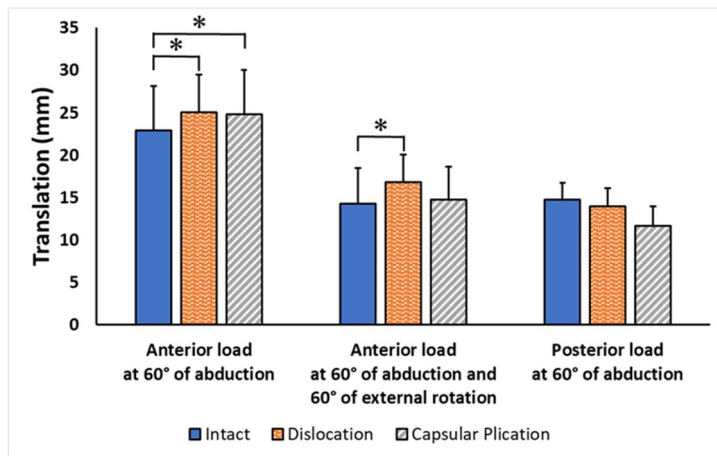


図 5: 前方・後方移動量。*: 有意差あり ($p < 0.05$)。

肩甲上腕関節 60 度外転 60 度外旋位における前方移動量は関節包縫合後には脱臼前とほぼ同等になっており、さらにこの縫合方法では縫合後の可動域も脱臼前と同等であった。バンカート修復こそ行っていないものの、我々の個々の損傷状態に対応した関節包縫合は脱臼前に近い状態のキネマティクスに戻すことができおり、有用な方法だと思われた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Keishi Takaba, Sene K. Polamalu, Ehab M. Nazzal, Zachary J. Herman, Satoshi Takeuchi, Volker Musahl1, Richard E. Debski, Albert Lin
2. 発表標題 Injury Specific Capsular Plication Following Multiple Anterior Dislocations of the Glenohumeral Joint
3. 学会等名 Orthopaedic Research Society 2023 annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keishi Takaba, Satoshi Takeuchi, Volker Musahl, Richard E. Debski, Albert Lin
2. 発表標題 Injury Specific Capsular Plication Following Multiple Anterior Dislocations of the Glenohumeral Joint
3. 学会等名 第50回日本肩関節学会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

—

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------