

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：20101

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K19797

研究課題名(和文) 肩関節後方関節包の力学ストレス可視化・定量化の試みと効果的な運動療法の考案

研究課題名(英文) Visualization and quantification of mechanical stress in the posterior shoulder capsule and development of effective exercise therapy

研究代表者

飯田 尚哉 (Naoya, Iida)

札幌医科大学・保健医療学部・研究員

研究者番号：70593490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：肩関節後方関節包のタイトネスは投球障害肩との関連が深い。これまで後方関節包に対する効果的なストレッチング肢位については一定の見解が得られていなかった。本研究では、超音波剪断波エラストグラフィを用いた弾性計測により、関節包の受動張力を非侵襲的に推定評価可能であることを示した。この知見に基づき、未固定凍結人体標本および野球選手を対象に効果的なストレッチング肢位を検証した。その結果、肩甲骨面挙上30°位での内旋方向へのストレッチングが後方関節包に受動張力が強く加わる肢位である可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、これまで運動器領域では主に筋組織にしか活用されていなかった超音波剪断波エラストグラフィが関節包組織にも使用可能であることをはじめて示した。このことは、関節包や関節包と組織学的特徴がほぼ同一である靭帯組織の評価、治療方法の開発に超音波剪断波エラストグラフィが応用できることを示している。また、本研究で示された肩関節後方関節包への効果的なストレッチング肢位を医療機関やスポーツ現場で実施することで、野球選手のけがや障害の治療、予防に貢献できる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：The tightness of the posterior shoulder capsule is closely related to the throwing shoulder injury. So far, there has been no consensus on the effective stretching position for the posterior capsule. This study showed that the ultrasound shear wave elastography can estimate non-invasively the passive tension of the capsule. Based on this finding, we investigated the effective stretching positions for the posterior capsule in fresh frozen human specimens and baseball players. As a result, shoulder internal rotation stretching at 30° of scapular plane elevation was the stretching position in which passive tension was strongly applied to the posterior capsule.

研究分野：理学療法学

キーワード：超音波剪断波エラストグラフィ 投球障害肩 関節包 ストレッチング 理学療法 バイオメカニクス

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

肩関節後方関節包が硬い状態すなわちタイトネスは野球選手に特徴的で、投球障害肩との関連が深い。軟部組織のタイトネスに対する予防・治療法として臨床場面ではストレッチングが用いられることが多い。しかしながら、後方関節包に対する効果的なストレッチング方法についてはコンセンサスが得られていない。近年、超音波剪断波エラストグラフィによる筋弾性計測により、筋の受動張力を非侵襲的に推定評価できることが認められつつある。本イメージング技術を利用し、筋に受動張力が加わるストレッチング肢位を検証した研究結果が報告され始めている。しかしながら、本イメージング技術を用いた弾性計測による関節包の受動張力評価の妥当性は不明である。

### 2. 研究の目的

- (1) 超音波剪断波エラストグラフィを用い肩関節後方関節包の剪断弾性率と受動張力の関係を検証する。
- (2) 野球選手と非選手の後方関節包の弾性を評価し、野球選手における後方関節包タイトネスの有無を検証する。
- (3) 後方関節包に受動張力が加わる効果的なストレッチング肢位を屍体標本を用いて明らかにする。
- (4)(3)で示されたストレッチング肢位が野球選手に対して有効かを検証する。

### 3. 研究の方法

(1) 未固定凍結人体標本 10 肩を対象とし、後方関節包中部および下部それぞれの部位で、上腕骨頭-関節包-関節窩標本を作成した。力学試験装置に標本を固定し、関節包に受動張力を 25g ずつ最大 400g まで加え、同時に剪断弾性率を超音波剪断波エラストグラフィで各荷重時に計測した。受動張力を目的変数、剪断弾性率を説明変数とした直線回帰分析を標本ごとに実施した。

(2) 無症候野球選手 15 名およびオーバーヘッドスポーツ経験のない大学生 15 名を対象とした。それぞれの利き腕側の後方関節包の剪断弾性率を超音波剪断波エラストグラフィで計測した。肩関節角度を電磁気式 3 次元位置計測装置と多用途筋機能評価運動装置で規定した。両群の剪断弾性率を対応のない t 検定で比較した。

(3) 未固定凍結人体標本 9 肩を対象とした。胸郭から肩甲骨を離断し、後方関節包の表層にある筋や皮膚を残存させたまま肩甲骨を治具に固定した。複数のストレッチング中における後方関節包の剪断弾性率を超音波剪断波エラストグラフィで計測した。ストレッチング中の関節角度を電磁気式 3 次元位置計測装置で記録した。ストレッチング強度はプッシュプルゲージを用いて全ストレッチング肢位で統一した。ストレッチング肢位を要因とした反復測定一元配置分散分析を実施した。

(4) 無症候野球選手 15 名を対象とした。(3)で示されたストレッチング肢位における後方関節包の受動張力を超音波剪断波エラストグラフィで計測した。肩関節角度を電磁気式 3 次元位置計測装置で計測した。安静肢位とストレッチング肢位における剪断弾性率を対応のある t 検定で比較した。

### 4. 研究成果

(1) 後方関節包中部、下部いずれも、剪断弾性率と受動張力に強い正の相関(回帰式決定係数 = 中部 : 0.882、下部 : 0.901)があることが示された(図 1)。本研究結果は、超音波剪断波エラストグラフィで関節包の受動張力評価が高い精度で推定評価可能であること示している。

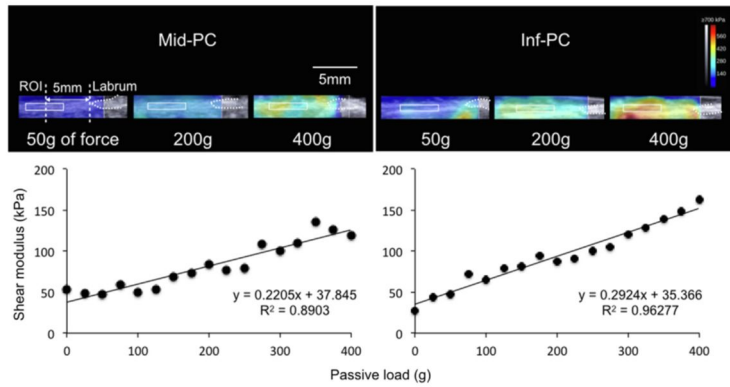


図 1：剪断弾性率-受動張力関係および弾性画像の典型例  
弾性画像の赤色は組織が硬いこと、青色は柔らかいことを示している。Mid-PC：後方関節包中部、Inf-PC：後方関節包下部、ROI：関心領域

(2) 野球選手の利き腕は非選手の利き腕より後方関節包の中部および下部の弾性が高値であった(図 2)。このことは、後方関節包タイトネスは単なる利き腕の特徴ではなく、投球動作の反復を起因とする野球選手の特徴であることを示唆する。

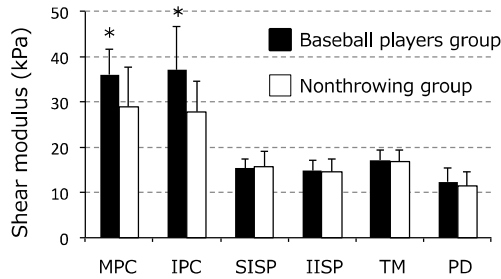


図 2：野球選手と非選手の組織弾性  
MPC：後方関節包中部、IPC：後方関節包下部、SISP：棘下筋上部、IISP：棘下筋下部、TM：小円筋、PD：三角筋後部

(3) 後方関節包中部に受動張力が強く加わるストレッチング肢位は肩甲骨面挙上 30° 位での内旋と肩挙上 60° 位での水平内転であった(図 3A)。後方関節包下部に受動張力が強く加わる肢位は肩屈曲 30° 位での内旋であった(図 3B)。

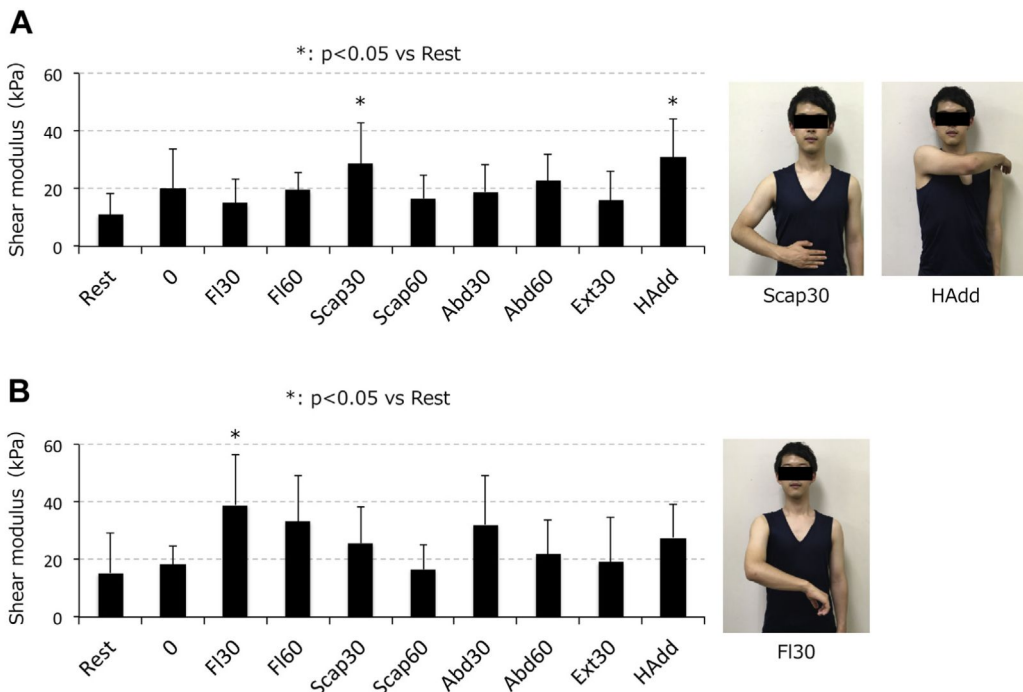


図 3：各ストレッチング肢位における後方関節包中部 (A) および下部 (B) の剪断弾性率と生体で表現した際のストレッチング肢位

Rest：安静肢位、0：下垂位での内旋、F130：屈曲 30° 位での内旋、F160：屈曲 60° 位での内旋、Scap30：肩甲骨面挙上 30° 位での内旋、Scap60：肩甲骨面挙上 60° 位での内旋、Abd30：外転

30°位での内旋、Abd60：外転60°位での内旋、Ext30：伸展30°位での内旋、HAbd：拳上60°位での水平内転

(4) 屍体標本を対象にした計測において後方関節包に受動張力が加わることが示された肩甲骨面拳上30°位での内旋ストレッチを野球選手に実施した。屍体標本同様、野球選手においても後方関節包中部に受動張力が加わることが示された(図4)。

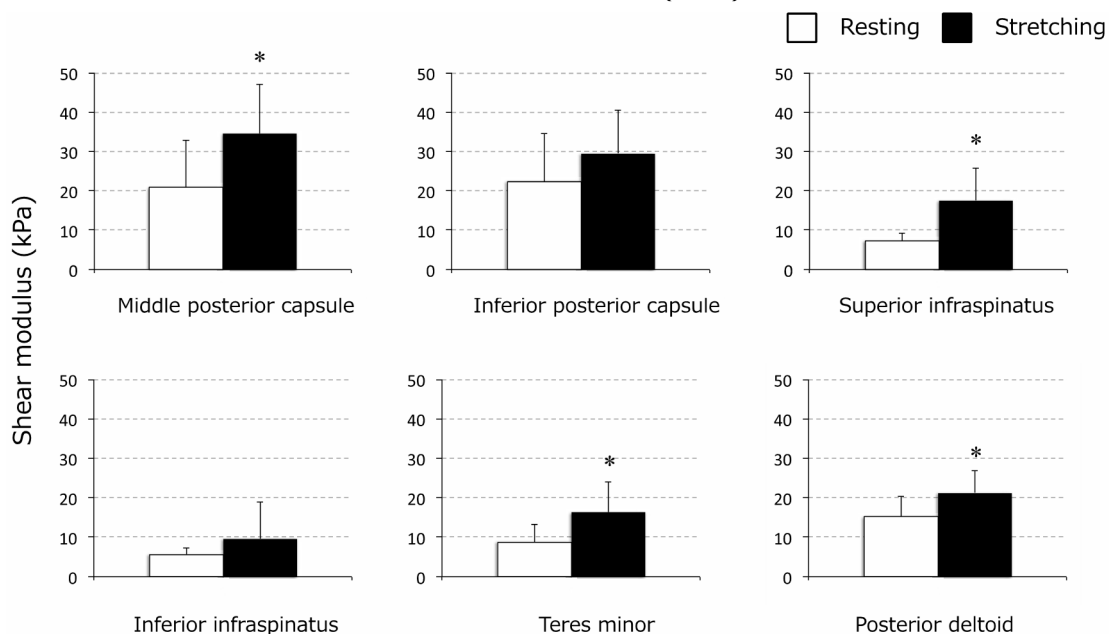


図4：安静肢位およびストレッチ中における組織弾性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Naoya Iida, Keigo Taniguchi, Shogo Soma, Kazuya Saizaki, Hajime Toda, Kota Watanabe, Masaki Katayose	4. 巻 -
2. 論文標題 Posterior shoulder capsule of the dominant arm is stiffer in baseball players than that in non-throwing population	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Shoulder and Elbow Surgery	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jse.2022.01.119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naoya Iida, Keigo Taniguchi, Kazuya Saizaki, Shogo Soma, Hajime Toda, Masaki Katayose	4. 巻 4
2. 論文標題 Elasticity of baseball players' posterior shoulder capsule during internal rotation stretching at 30 degrees of scaption	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Translational Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 788-797
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/tsm2.282	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Naoya Iida, Keigo Taniguchi, Kota Watanabe, Hiroki Miyamoto, Tatsuya Taniguchi, Atsushi Teramoto, Masaki Katayose	4. 巻 30
2. 論文標題 Effective stretching positions for the posterior shoulder capsule as determined by shear wave elastography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Shoulder and Elbow Surgery	6. 最初と最後の頁 1186-1195
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jse.2020.08.021.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naoya Iida, Keigo Taniguchi, Kota Watanabe, Hiroki Miyamoto, Tatsuya Taniguchi, Mineko Fujimiya, Masaki Katayose	4. 巻 99
2. 論文標題 Relationship between shear modulus and passive tension of the posterior shoulder capsule using ultrasound shear wave elastography: A cadaveric study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanics	6. 最初と最後の頁 109498-109498
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jbiomech.2019.109498	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 谷口圭吾、小出所大樹、飯田尚哉、片寄正樹
2. 発表標題 画像評価から診る運動器のスティフネスと力学ストレスの関係性
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯田尚哉、谷口圭吾、才崎和哉、相馬章吾、戸田創、金谷耕平、片寄正樹
2. 発表標題 肩甲骨面掌上30°位での内旋ストレッチング中における肩後方関節包のスティフネス評価 -野球経験者を対象にした検討-
3. 学会等名 第32回日本整形外科超音波学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯田尚哉、谷口圭吾、渡邊耕太、宮本浩樹、谷口達也、片寄正樹
2. 発表標題 超音波剪断波エラストグラフィを用いた肩関節後方軟組織に対する有効なストレッチング肢位の検討 -未固定凍結人体標本を用いた研究-
3. 学会等名 第70回北海道理学療法士学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯田尚哉
2. 発表標題 超音波剪断波エラストグラフィを用いた肩関節後方関節包の弾性評価
3. 学会等名 5th Muscle Biomechanics Imaging Seminar (招待講演)
4. 発表年 2019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
---------	---------