

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11151

研究課題名（和文）肩インピンジメント症候群の病態解明とリハビリテーション介入効果の証明

研究課題名（英文）Clarification of pathophysiology of shoulder impingement syndrome and effect of rehabilitation

研究代表者

井樋 栄二（Itoi, Eiji）

東北大学・医学系研究科・名誉教授

研究者番号：80193465

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）：本研究では現在行われている肩インピンジメント症候群に対するリハビリテーションがどのような機序で有効なのか明らかにし、この疾患に対する治療法の一つとしてエビデンスを確立することを目的とした。まず新鮮遺体を用いた生体力学的研究で接触現象を圧センサーで、動作解析を磁気センサーで行い病態を定量評価した。インピンジメントと診断された患者に対して磁気センサーを体表に貼り付け動作解析を行った。インピンジメントと診断された患者に対して、痛みや可動域を調べ、リハビリテーション介入前後で前述した肩甲上腕関節および肩甲胸郭関節の運動にどのような変化があったのか調査した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

解剖研究や生体力学的研究などの基礎研究単体やCTやMRIを用いた画像研究、生体での動作解析などの研究は散見されるが、我々が行おうとしている基礎研究から生体調査、患者でのリハビリテーション介入効果調査まで体系的に研究を行っている報告はない。生体力学的研究の基づいたデータを参考にしながら実際の患者で行うリハビリにその結果を反映させることによってより効率的にリハビリテーションをすすめ、治療を行うことができると考える。

研究成果の概要（英文）：The shoulder impingement phenomenon was investigated in this study. The contact pressure was measured using fresh frozen cadaveric shoulders. The scapular motion was investigated by measuring the scapular position using inclinometer. Also, we demonstrated the effect of rehabilitation on shoulder impingement in live patients with shoulder impingement before and after rehabilitation in the outpatient clinic.

研究分野：整形外科

キーワード：バイオメカニクス インピンジメント リハビリテーション

## 1. 研究開始当初の背景

肩インピンジメント症候群は多くの疾患を含んでおり大きく分けて肩峰下インピンジメント、烏口下インピンジメント、後上方インピンジメントに分類される。肩峰下インピンジメントは1972年にNeer (JBJS-A) が報告して以来、整形外科医によく知られた疾患の一つになった。烏口下インピンジメントは100年以上前の論文 (Goldthwait et al 1909) で既に記載されている古い疾患である。後上方インピンジメントは投球動作を行うスポーツ選手によくみられる病態として知られている。しかし、これら疾患名が広く知られている一方でその病態はいまだ十分に明らかにされていない。インピンジメント現象は生理的であり痛みのない健常肩でも観察されることが近年の研究によって明らかにされている (Yamamoto JSES 2010)。また腱板断裂の多くがインピンジメントによって生じると以前は考えられていたが、肩峰下インピンジメント以外に変性断裂によるものも多く存在することも分かってきた (Sano JBJS-B 1998)。烏口下インピンジメントによって生じると考えられてきた肩甲下筋断裂も滑液包側に断裂が生じるのではなく、関節面や腱内に以外と多く生じていることも最近の手術所見 (Yoo JSES 2018) から明らかになっている。このようにインピンジメント症候群が腱板断裂などの疾患にどのように関与しているのか、その症候群にはどのような病態を含んでいるのかは十分に明らかになっていない。またインピンジメント症候群の患者 (特に肩峰下インピンジメント) に対して肩甲骨の機能改善などの運動療法のリハビリテーションを行うと症状が改善することが臨床的に示されており、臨床の現場ではインピンジメント症候群の患者に対して治療としてリハビリテーションが処方されることがよくある。しかし、なぜリハビリテーションが有効なのか、その機序が何かは明らかにされていない。リハビリテーションが有効な機序が証明されれば今後、どのような症例にリハビリテーションが有効で選択すべきかの治療指針となる。

## 2. 研究の目的

研究は1) 遺体を用いた生体力学的研究、2) 患者での病態評価、3) 患者での介入効果の証明、の3つからなる。まず生体力学的研究を行い、病態の解明を行い、その結果をもとに生体でどのような病態が観察されるか、治療効果があった場合どのような病態になっているか評価を行った。

### (1) インピンジメントの病態解明 (生体力学的研究)

まず新鮮遺体を用いた生体力学的研究で接触現象を圧センサーで、動作解析を磁気センサーで行い病態を定量評価した。

### (2) インピンジメント患者での動態観察

臨床診断でインピンジメントと診断された患者に対してその病態をより定量的かつ客観的に評価するために磁気センサーを体表に貼り付け肩甲上腕関節および肩甲胸郭関節の動作解析を行う。インクリノメーターを用いて肩甲骨の傾き、回旋、内外旋動作を定量評価した。

### (3) リハビリテーションの効果証明

インピンジメントと診断された患者に対して、痛みや可動域を調べ、リハビリテーション介入前後で前述した肩甲上腕関節および肩甲胸郭関節の運動にどのような変化があったのか調査した。

## 3. 研究の方法

新鮮遺体肩を用いた生体力学的研究では肩峰下もしくは烏口突起下での接触現象がどのような肢位でどの部位に生じているのかを圧センサー、磁気センサー、透視装置を用いて定量的かつ

客観的に評価した。肩峰下もしくは烏口下インピンジメントと診断された患者に対して非侵襲的に肩甲上腕関節および肩甲胸郭関節の運動評価を行うことによって生体力学的研究によって観察された接触現象が実際の患者でも起きているのかの確認をすることができた。更に本研究ではリハビリテーション介入前後で更に同様の評価を行うことによってリハビリテーション介入によってどのような運動動作がどのように変化したのか客観的にとらえることができた。

#### (1) インピンジメントの病態解明(生体力学的研究)

対象：新鮮遺体肩 10 肩

装置：特製の肩固定装置に標本を固定

計測動作：屈曲、外転、下垂内外旋、外転内外旋

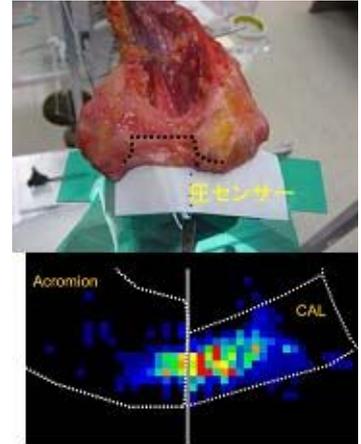
圧センサーによる烏口肩峰アーチの接触現象の定量評価

使用センサー：K-SCAN model 4000 (Tekscan Inc, South Boston, MA)

②磁気センサーによる肩甲上腕関節の動作評価

使用センサー：FASTRAK (Polhemus, Colchester, Vermont)

レントゲン透視装置による肩峰 - 骨頭間距離の観察



#### (2) インピンジメント患者での動態観察

対象：肩峰下および烏口下インピンジメントと診断された患者それぞれ5人

計測動作：屈曲、外転、下垂内外旋、外転内外旋

磁気センサーおよびインクリノメーターによる肩甲骨の動作解析

②超音波検査による動的解析

MRI 検査による3次元動態解析

#### (3) リハビリテーションの効果証明

インピンジメントと診断された患者に対して、痛みや可動域を調べ、リハビリテーション介入前後で前述した肩甲上腕関節および肩甲胸郭関節の運動にどのような変化があったのか調査した。



対象：肩峰下および烏口下インピンジメントと診断されリハビリテーション介入が行われた患者それぞれ5人

計測動作：屈曲、外転、下垂内外旋、外転内外旋

磁気センサーおよびインクリノメーターによる肩甲骨の動作解析

使用センサー：FASTRAK (Polhemus, Colchester, Vermont)

②超音波検査による動的解析

使用機種：HITACHI Preirus

## 4. 研究成果

#### (1) インピンジメントの病態解明(生体力学的研究)

新鮮遺体肩を用いた生体力学的研究では肩峰下の腱板との接触圧を計測した。下垂位中間位でも肩峰との接触圧はゼロではなかった。また可動域のどの方向でも可動域角度が大きくなるにつれて接触圧が大きくなっていった。特に伸展と内旋動作で接触圧の大きな増加を認めた。

#### (2) インピンジメント患者での動態観察

肩峰下インピンジメントと診断された患者の肩甲骨の動作解析を行った。肩甲骨の外転運動は正常肩に比べて早く外転動作が起きていた。逆に手を下げる動作では正常肩に比べて遅く起きていた。これは肩甲骨がインピンジメント現象を回避するために運動動作を変え、代償しているものと考えられた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Moya D, Aydin N, Yamamoto N, Simone JP, Robles PP, Tytherleigh-Strong G, Gobbato B, Kholinne E, Jeon IH.	4. 巻 7
2. 論文標題 Current concepts in anterior glenohumeral instability: diagnosis and treatment.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SICOT J.	6. 最初と最後の頁 48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1051/sicotj/2021048. Epub 2021 Sep 14.	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 該当する

1. 著者名 Rossi LA, Frank RM, Wilke D, Provencher CMT, Millet PJ, Romeo A, Walch G, Lo I, Yamamoto N, Bokor D, Di Giacomo G, Tokish J, Lech O, Itoi E, Garrigues G, Scheibel M, Boileau P, Calvo E, Arce G, Toro F, Sugaya H, Ranalletta M, Parada S, Savoie F, Verma NN, Chahla J.	4. 巻 37
2. 論文標題 Evaluation and Management of Glenohumeral Instability With Associated Bone Loss: An Expert Consensus Statement Using the Modified Delphi Technique.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Arthroscopy.	6. 最初と最後の頁 1719-1728
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 該当する

1. 著者名 Yamamoto N, Itoi E.	4. 巻 27
2. 論文標題 Treatment of irreparable rotator cuff tears with superior capsular reconstruction.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Exp Orthop.	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40634-021-00342-1.	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 該当する

1. 著者名 Ishikawa H, Muraki T, Morise S, Kurokawa D, Yamamoto N, Itoi E, Izumi SI.	4. 巻 30
2. 論文標題 Changes in the shoulder muscle activities and glenohumeral motion after rotator cuff repair: an assessment using ultrasound real-time tissue elastography.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Shoulder Elbow Surg.	6. 最初と最後の頁 2577-2586
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jse.2021.04.013	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 該当する

1. 著者名 山本宣幸	4. 巻 72
2. 論文標題 辺縁軌跡と中央軌跡Hill-Sachs損傷 軌跡内損傷を評価する際の新しい概念	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 整形外科	6. 最初と最後の頁 1017-1019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Etoh T, Yamamoto N, Shinagawa K, Hatta T, Itoi E.	4. 巻 29
2. 論文標題 Mechanism and patterns of bone loss in patients with anterior shoulder dislocation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Shoulder Elbow Surg.	6. 最初と最後の頁 1974-1980
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jse.2020.03.022.	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 Taku Hatta, Kiyotsugu Shinagawa, Jun Kawakami, Nobuyuki Yamamoto, Masaaki Kitada, Eiji Itoi	4. 巻 80
2. 論文標題 Downsizing effect of a modular radial head prosthesis on the lateral collateral ligament of the elbow: A cadaveric study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Biomechanics	6. 最初と最後の頁 105140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clinbiomech.2020.105140.	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 Kurokawa D, Muraki T, Ishikawa H, Shinagawa K, Nagamoto H, Takahashi H, Yamamoto N, Tanaka M, Itoi E.	4. 巻 48
2. 論文標題 The Influence of Pitch Velocity on Medial Elbow Pain and Medial Epicondyle Abnormality Among Youth Baseball Players.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Am J Sports Med.	6. 最初と最後の頁 1601-1607
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0363546520914911.	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 Yamamoto N, Shinagawa K, Hatta T, Itoi E.	4. 巻 48
2. 論文標題 Peripheral-Track and Central-Track Hill-Sachs Lesions: A New Concept of Assessing an On-Track Lesion.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Am J Sports Med.	6. 最初と最後の頁 33-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0363546519886319.	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13件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Eiji Itoi
2. 発表標題 Milestones in management of anterior shoulder instability.
3. 学会等名 Berlin International Shoulder Course 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Eiji Itoi
2. 発表標題 Bone loss in shoulders with anterior instability.
3. 学会等名 19th ESSKA Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Eiji Itoi
2. 発表標題 Bone loss in shoulders with anterior instability.
3. 学会等名 6th Biennial Congress of ISKAST (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Eiji Itoi
2. 発表標題 Bony lesions in shoulder instability.
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本宣幸
2. 発表標題 On-track vs Off-track and How I apply it?
3. 学会等名 San Diego Shoulder Course (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本宣幸
2. 発表標題 肩関節描出の力ギ
3. 学会等名 第94回日本超音波医学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本宣幸
2. 発表標題 My SCR and clinical results
3. 学会等名 28th Annual International Congress of Korean Shoulder and Elbow Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本宣幸
2. 発表標題 The concept of glenohumeral instability
3. 学会等名 APOA Hand & Upper limb society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nobuyuki Yamamoto
2. 発表標題 Mechanism of Bone Loss in Patients with Anterior Shoulder Dislocation
3. 学会等名 Japan Society of Arthroscopic, Knee and Sports Orthopedic Surgery (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本宣幸
2. 発表標題 肩関節のバイオメカニクスー基本中の基本から最新情報までー
3. 学会等名 Japan Society of Arthroscopic, Knee and Sports Orthopedic Surgery (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本宣幸
2. 発表標題 ワイヤレス超音波の時代がやって来た 看護師、レントゲン技師、OT・PT、医師のための必要アイテム登場
3. 学会等名 第93回日本超音波医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nobuyuki Yamamoto
2. 発表標題 Biomechanics of Shoulder Instability, Critical Defect and On/Off Track
3. 学会等名 SICOT-SLAHOC shoulder instability (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nobuyuki Yamamoto
2. 発表標題 Arthroscopic superior capsular reconstruction: Tips and tricks
3. 学会等名 Indian Arthroscopy Association Live webinar (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 井樋栄二	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 196
3. 書名 肩学 臨床の「なぜ」とその追求	

1. 著者名 井樋栄二	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 964
3. 書名 今日の整形外科治療指針 第8版	

1. 著者名 山本宣幸	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本医事新報社	5. 総ページ数 193
3. 書名 長引く肩痛の患者が外来に来たら 専門医はこう診て、こう治す	

〔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
研究分担者	村木 孝行  (Muraki Takayuki)  (50404778)	東北大学・大学病院・理学療法士   (11301)	
研究分担者	山本 宣幸  (Yamamoto Nobuyuki)  (80375287)	東北大学・大学病院・准教授   (11301)	

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
---------	---------