

令和 4 年 9 月 4 日現在

機関番号：82119

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11435

研究課題名（和文）次世代型肘検診から野球肘の病態解明～エコー検診と車載型小型MRIの融合～

研究課題名（英文）Elucidating the Pathogenesis of Baseball Elbow from Next-generation Elbow Examination: Fusion of Echo Examination and Vehicle-mounted Compact MRI

研究代表者

小川 健（Takeshi, Ogawa）

独立行政法人国立病院機構水戸医療センター（臨床研究部）・統括診療部・部長

研究者番号：70759737

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は主に2つあった。一つは、「エコー肘検診」と「MRI検診車」を融合しビッグデータの集積とその解析であり、もう一つは、「高分解能MRI」と「エコー肘検診」の解析データから肘内側障害の病態を解明することである。少数ながら車載型MRIによるOCDの診断精度は良好であった。また高分解能MRIを用いて初期野球肘の病態を詳細に評価できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、エコーとMRIを融合させた研究であり、ベースに野球肘検診がある。無侵襲であること、患者の経済的負担も少なく、親や指導者に対する啓蒙活動にも繋がること等、携わる多くの人たちにそれぞれが得するポイントがあり、まさに理にかなったイベントであると言っても過言ではなく、世界初となる試みである。本研究の推進により、「スポーツ障害の早期発見から予防の啓蒙」が将来的に行うことができる。

研究成果の概要（英文）：There were two main objectives of this study. One was to accumulate and analyze big data by integrating "echo elbow examination" and "MRI examination vehicle," and the other was to elucidate the pathophysiology of medial elbow disorders from the analysis data of "high-resolution MRI" and "echo elbow examination. The diagnostic accuracy of osteochondritis dissecans by vehicle-borne MRI was good, although the number of cases was small. In addition, we were able to evaluate the pathophysiology of early baseball elbow in detail using high-resolution MRI.

研究分野：整形外科

キーワード：野球肘検診 超音波検査 MRI

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。

## 1. 研究開始当初の背景

- (1) 研究代表者らは、野球肘障害の早期発見・早期治療をめざし、超音波検査(エコー)により検診を行い、1000例にも及ぶデータを蓄積してきた。しかし、その中で直面している最大の問題は、当事者(小中学生本人や親・指導者)の病識の低さである。そのため、二次検診の受診率が低く、有効な時期の早期治療ができない症例が存在してしまう。「肘の癌」と呼ばれる離断性骨軟骨炎(外側型野球肘; OCD)の診断治療には、MRIが必要不可欠である。しかし、通常MRIは病院を受診して、初めて検査できるものであるため、本人が二次検診に行ってくれなければ、診断すら確定できないのである。一方、研究分担者である岡本嘉一先生(筑波大学医学系放射線科、スポーツ医学系講師)は、小型MRIを搭載した「スポーツ検診車」を開発し、現場でのMRI検査を可能にした。しかし、この問題点は、一回の検査に最低でも20分程度要し、検査できる人数に制約が出てしまうことである。数多くの人数を診なければならぬ検診には不向きであり、より疑わしい症例を効率よく検査することが望まれていた。そこで、広く浅く検査できるエコーと、狭く深く検査できるMRIを融合し、現場で二次検診まで行ってはどうかという着想に至った。
- (2) さらに、頻度が高いにもかかわらず、未だ議論の余地のある学童期野球肘内側障害の病態把握のため、通院の必要な症状者に対して、高分解能MRIを診断や治療の一助としてきた。並行して、実際のフィールドに出て、無症状者または通院には至らない子供達に対して、エコー検査にて早期発見に努めてきた。その中で、靭帯(UCL)の「適応」、つまり投球側で厚みや強度が増すという仮説に非常に興味をもった。投球によるストレスが適度であれば強くなれるものが、ストレスが大きすぎるために壊されてしまうという現実は非常に嘆かわしいことである。年間に200例を超える学童の肘をエコーで診ていく中で、成人や高校生の野球選手でみられるような変化が、小学生の段階でも認められるのではないかと、という仮説に至った。
- (3) 野球肘検診は、毎年実施しており、岡本嘉一講師も研究協力者として、「MRI検診車」の運用を始めている。エコー・高分解能MRI・小型MRI検診車と、準備状況は完全に整っている。本研究は、エコーとMRIを融合させた研究であり、ベースに野球肘検診がある。無侵襲であること、患者の経済的負担も少なく、親や指導者に対する啓蒙活動にも繋がること等、携わる多くの人たちにそれぞれが得するポイントがあり、まさに理にかなったイベントであると言っても過言ではなく、世界初となる試みである。
- (4) 【将来的な展望】スクリーニングされた有症状者の経年変化もデータベース化し、画像データを基に、「現在」から野球肘に至る閾値、手術に至る閾値などを計算・推測し、患者・保護者・指導者等にフィードバックする。本研究の推進により、「スポーツ障害の早期発見から予防の啓蒙」が将来的に行うことができる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は主に2つあり、一つは、「エコー肘検診」と「MRI検診車」を融合しビッグデータの集積とその解析であり、もう一つは、「高分解能MRI」と「エコー肘検診」の解析データから肘内側障害の病態を解明することである。

## 3. 研究の方法

(1) 高分解能MRIを用いて初期野球肘の病態を詳細に評価<sup>1-6)</sup>  
対象は、2011年6月~2019年4月の期間に当院を受診し、投球時の肘内側部痛を訴え、肘内側部に圧痛を認めた小学3-4年生野球選手50例中、肘痛の既往がなく、肘痛出現からMRI撮像までの期間が4週間以内であった19例とした(全例男性、平均年齢 $9.6 \pm 0.5$ 歳)。高解像度のMR画像を撮像するために、臨床用1.5Tまたは3T(MAGNETOM symphony, SEAMENS, München, Germany)と小径表面コイル(Loop Flex Coil, SEAMENS, München, Germany)を肘内側部に装着し、肘伸展位で撮像した。撮像条件は、slice厚1.5mm、gap 0.3mm、FOV60mm x 60mmとした。撮像シーケンスは、T2\*強調画像(T2\*)、プロトン密度強調画像(PD)、T2脂肪抑制強調画像(T2fs)の前額面画像とした。評価項目は、骨化核・軟骨膜・内側側副靭帯前斜走線維(UCL)・鉤状結節の4箇所とし、信号変化や断裂・形態変化を評価した。形態異常の診断はT2\*またはPDで行い、信号変化の評価はT2fsで行った。高分解能MRIを用いて健常例前思春期の腕骨内側上顆を描出すると、骨化核は非常に小さく、軟骨膜と考えられる低信号線は腕骨内側上顆から滑車の内側までを均一の厚みで覆い、骨化核と軟骨膜の間に広く軟骨が存在する7, 8。一方、この低信号線の組織学的証明はまだなされておらず、本論文でも便宜的に軟骨膜と表現した。読影は、2名の整形外科専門医がそれぞれ独立して行い、読影所見に違いがあれば合議したものとした。

(2) エコー検査手技の確立と高分解能MRIとのマッチング:

検診は、Ferreiraら(J Ultrasound Med. 2015)の手技に準じて行った。肘屈曲80-90度、手関節軽度回外位とし、走査端子(プローベ)を肘関節に対して平行にあてる。実際の検診時には

質の評価のみを行い、計測は後日、保存データから3人の検者でブラインドにて行うものとする<sup>7)</sup>。また、エコー検診での有所見者は、可能な限り高分解能MRIを撮像する。

エコー検査手技の正確性や検者間の一致率を統計学的に解析した。

(3) エコー検診と小型MRI検診車の融合：研究分担者である岡本嘉一は、小型MRIを搭載した「スポーツ検診車」を開発し、現場でのMRI検査を可能にした。mobile MRIによるOCDの診断精度を調査し、OCD検診への実用性を検討した。【方法】対象は少年野球選手の投球側151肘である。一次検診を対象選手の練習場で行い、mobile MRIとUSを用いて、それぞれ独立した検者がOCDをスクリーニングした。mobile MRI、USのいずれかでOCD陽性であった選手は二次検診を受診した。二次検診は1名の手外科専門医が行い、X線に加えてCTかMRIを撮影し、OCDの確定診断を行った。二次検診でのOCD陽性者を検診全体の陽性者として、mobile MRIとUSの感度と特異度を求めた。加えてOCD陽性例の詳細を調査した。

#### 4. 研究成果

当初の計画では、【平成31年度】エコー検査手技の確立と高分解能MRIとのマッチング、【平成32年度以降】エコー検診と小型MRI検診車の融合、として、2020年度から月1回（被験者100人）・2年間を想定し、2400例のデータ収集を行う予定であった。しかし、コロナウィルス感染拡大の影響を受け、結果的には300例程の検診が行えたのみである。

(1) 高分解能MRIを用いて初期野球肘の病態を詳細に評価<sup>1-6)</sup>

対象を小学3-4年生に絞り、初発前思春期投球肘内側障害例の高分解能MRIを調査した。評価対象は、発症から4週間以内にMRI撮像できた15例である。単純X線で異常を認められたのは15例中9例のみであったが、MRIでは全例異常所見を呈していた。骨化核の異常が12例、軟骨膜の偏位が12例うち途絶は9例、尺側側副靭帯(UCL)またはその周囲組織損傷は14例、鉤状結節の異常は7例であった。前思春期の投球肘内側障害は、骨化核に形態学的な異常を認めずとも、骨化していない軟骨およびそれを取り巻く軟骨膜の異常と、UCLのたるみや信号上昇、そして周囲の軟部組織損傷が主体であり、その初発例は急性損傷の可能性が示唆された。

(2) エコー検査手技の正確性や検者間の一致率<sup>7)</sup>

エコー検査手技の正確性や検者間の一致率が低い事を学会にて発表した

(3) 小型MRI検診車は、共同研究者の岡本・寺田を中心に着実に検診数を増やし、MRI検診車でMRIを撮影した選手全員に対しエコー検診を併用し、その一致率や正診率を検証した<sup>8,9)</sup>。

【方法】対象は2019年10月から2021年5月にOCD検診を行った少年野球選手151例151肘（平均年齢11.6±1.3歳、男性149例、女性2例）である。対象チームの練習場へ赴き、投球側肘のMRI・超音波検査を行った。OCDの有無をMRIは放射線科医が、超音波は整形外科医が判定した。陽性例には2次検診でX線、CT、MRIによる診断を行った。MRIと超音波によるOCD判定の一致率、2次検診による真の陽性率、陽性例の病期分類、病変の占拠部位・最大径について調査した。【結果】OCD陽性例は全7例で、MRIで6例、超音波で4例が陽性だった。両検査のOCD判定一致率は97.4%で、MRI検査のみ陽性が2例、超音波のみ陽性が1例、超音波では確認を得ずMRIでは明らかに陽性であったものが1例あった。真の陽性率は両検査ともに100%であった。陽性例の病期・病変占拠部位・病変の最大径は、MRI・超音波ともに陽性であった4例の病期は透亮期1例、遊離期3例、部位は中央型2例、外側型2例、最大径の平均は11.3mmであった。対してMRIのみ陽性であった3例の病期は透亮期3例、部位は中央型3例、最大径の平均は4.2mmであった。【考察・結論】少数ながら車載型MRIによるOCDの診断精度は良好であった。従来のスクリーニング検査より初期の症例を診断できる可能性があり、症例の蓄積が望まれる。

#### 論文・著書

1. Kajiwara T, Ogawa T, et al. High-definition magnetic resonance images on medial elbow injuries in preadolescent Little Leaguers. J Orthop Sci. 2022 Jan 5;S0949-2658(21)00398-5.

2. 小川健, ほか. 初発前思春期投球肘内側障害の高分解能MRIとその病態. 整スポ会誌 40(3); 146-150, 2020

#### 学会発表

3. Ogawa T, et al. High-Resolution MRI of Little Leaguer's Elbow in Pre-pubertal baseball player. 第46回日本整形外科学会スポーツ医学学会学術総会, 12月17-19日, 2020, ハイブリッド(神戸)

4. 小川健, ほか. 前思春期投球肘内側障害の高分解能MRI. 第92回日本整形外科学会学術総会(横浜), 5月, 2019

5. 小川健,ほか．投球肘内側障害の発症病態 - 前思春期野球選手の高分解能 MRI より - . 第 45 回日本整形外科学会スポーツ医学会学術総会 (大阪), 8 月, 2019
6. 梶原知巳, 小川健,ほか．野球肘内側障害の MRI . 第 30 回日本臨床スポーツ医学会 (横浜), 11 月, 2019
7. 道信龍平, 小川健,ほか．学童期野球選手の肘関節尺側側副靭帯におけるエコーを用いた測定者間信頼性の検討 . 第 30 回日本臨床スポーツ医学会 (横浜), 11 月, 2019
8. 池田和大 岡本嘉一 寺田康彦 小川健,ほか．車載型ポータブル MRI による上腕骨離断性骨軟骨炎検診の有用性 . 第 32 回日本臨床スポーツ医学会学術集会 2021 年 11 月-12 月 オンライン
9. 岡本嘉一, 小川健,ほか．投球障害肘シミュレーター開発の試み～初期経験～ . 第 31 回日本臨床スポーツ医学会学術集会 2020 年 11 月 オンライン

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 小川 健、馬見塚尚孝、辰村 正紀、万本 健生、平野 篤、山崎 正志	4. 巻 40
2. 論文標題 初発前思春期投球肘内側障害の高分解能MRIとその病態	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本整形外科学スポーツ医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 372 ~ 376
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34473/jossm.40.3_372	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 Kajiwara Tomomi, Ogawa Takeshi, Mamizuka Naotaka, Michinobu Ryuhei, Irie Toshiyuki, Hirano Atsushi	4. 巻 27
2. 論文標題 High-definition magnetic resonance images on medial elbow injuries in preadolescent Little Leaguers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Orthopaedic Science	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.jos.2021.12.011	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 Ogawa Takeshi, Masuya Morihiko, Onishi Shinzo, Iwabuchi Sho, Yoshii Yuichi, Hirano Atsushi, Yamazaki Masashi	4. 巻 4
2. 論文標題 Positional anterior sternoclavicular joint dislocation in the acceleration phase of throwing: a case report	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JSES International	6. 最初と最後の頁 532 ~ 535
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jseint.2020.04.007	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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Takeshi Ogawa
2. 発表標題 High-Resolution MRI of Little Leaguer 's Elbow in Pre-pubertal baseball player
3. 学会等名 第46回日本整形外科学スポーツ医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川健, 大西信三, 辰村正紀, 万本健生, 平野篤, 山崎正志
2. 発表標題 胸郭出口症候群の補助診断としてMRIは有効か?
3. 学会等名 第31回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川健, 馬見塚尚孝, 辰村正紀, 万本健生, 平野篤, 山崎正志
2. 発表標題 投球肘内側障害の発症病態—前思春期野球選手の高分解能MRIより—
3. 学会等名 第45回日本整形外科学会スポーツ医学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 道信龍平, 小川健, 辰村正紀, 平野篤, 山崎正志
2. 発表標題 学童期野球選手の肘関節尺側副韌帯におけるエコーを用いた測定者間信頼性の検討
3. 学会等名 第30回日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小川健, 馬見塚尚孝, 辰村正紀, 万本健生, 平野篤, 山崎正志
2. 発表標題 前思春期投球肘内側障害の高分解能MRI
3. 学会等名 第92回日本整形外科学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小川健, 増谷守彦, 大西信三, 山崎正志
2. 発表標題 投球中に発症した習慣性胸鎖関節前方脱臼の一例
3. 学会等名 第46回日本肩関節学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 照屋翔太郎, 小川健, 道信龍平, 上牧裕, 山崎正志
2. 発表標題 茨城県における野球肘検診 - 高野連との連携
3. 学会等名 第30回日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田和大 岡本嘉一 寺田康彦 小川健 原友紀 道信龍平 山崎正志
2. 発表標題 車載型ポータブルMRIによる上腕骨離断性骨軟骨炎検診の有用性
3. 学会等名 第32回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本嘉一、小川健、ほか
2. 発表標題 投球障害肘シミュレーター開発の試み～初期経験～
3. 学会等名 第31回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2020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
研究 分担者	岡本 嘉一  (Okamoto Yoshikazu)  (90420083)	筑波大学・医学医療系・講師   (12102)	
研究 分担者	寺田 康彦  (Terada Yasuhiko)  (20400640)	筑波大学・数理物質系・准教授   (12102)	

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