

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25861340

研究課題名(和文) エムア-ルアイを用いた肩関節動態解析による腱板機能評価法の確立に関する研究

研究課題名(英文) Dynamic analysis of glenohumeral joint to assess rotator cuff function demonstrated by Cine-MRI

研究代表者

見目 智紀 (Kemoku, tomonori)

北里大学・医学部・助教

研究者番号：00533324

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：腱板機能訓練として用いられる肩関節外転0度での内外旋運動をMRIを用いた動的撮影によって撮像し、その動態と臨床症状について評価した。健常例において自動運動、他動運動の間に可動域の有意差は認められず、全例関節適合性は保たれていた。しかし、肩インピンジメント患者と健常者の比較した結果、肩インピンジメント患者の可動域は有意に制限され、6%に関節適合性不良が認められた。また、外旋方向への制限がある症例は無い症例よりも有意に臨床症状が悪かった。夜間痛の有無によって患者の比較した結果、夜間痛有り群が無し群よりも有意に回旋制限が認められた。肩関節回旋制限は肩関節機能の障害と関連していると考えられた。

研究成果の概要(英文)：We attempted to capture rotational motion of glenohumeral joint of healthy adults and patients with shoulder disorder using MRI and to determine whether rotator cuff movement could be evaluated using by cine-MRI. Cine-MRI produced scans of the rotator cuff's coordinated movements with vivid clarity. There was no significant difference between active and passive motions regarding the range of motion in normal shoulder. All cases maintained congruity in normal group, however, 6% of patients' shoulders were confirmed the loss of congruity. Patient group were significantly limited in internal, external rotation, and total range of rotation. Patients with the external rotational limitation were significantly lower than other patients in constant score. And, rotational range of motion of patients with night pain was significantly smaller than patients without night pain. In our results, the limitation of rotation of glenohumeral joint is thought to be related with shoulder disorder.

研究分野：整形外科

キーワード：肩関節 MRI 画像診断 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

肩関節に疼痛や可動域制限を発症した症例は日常診療でよく遭遇するが、発症早期のMRIにも関わらず大きな腱板断裂や脂肪変性が認められる事が少なくない。これは無症候性断裂から症候性断裂に移行した結果と考えられる。肩関節腱板断裂は日本の住民検診において約20%に認められるなど症例数は多い。しかし腱板断裂には無症候性断裂が存在している事が知られており、腱板断裂が認められた住民の内70%弱が無症候性であったと報告されている(皆川ら、関節外科,2006, 山本ら、肩関節,2008)。これらの無症候性断裂患者は自覚症状が無いものの腱板機能の余力が少ないため打撲や転倒、軽微な外傷でも腱板機能が破綻し、肩関節痛や可動域制限など腱板断裂の症状を発症する可能性が高い。無症候性腱板断裂が症状を発症する際に起こる変化として断裂部の拡大が上げられているが(Yamaguchi K, et al. J Shoulder Elbow Surg. 2001, Yamaguchi K, et al. J Bone Joint Surg Am. 2006)、断裂の進行は軽度であり必ずしも手術でなければ治療不可能という症例は少ないと考えられる。そのため特に誘因無く発症した、あるいは軽微な外力をきっかけとして出現した肩関節痛や可動域制限の症例で腱板断裂と診断された症例は、腱板縫合術が必要な症例よりもリハビリテーションで疼痛消失や可動域改善が見込める可能性が高い。現在手術か否かの判断はリハビリテーションを行い、症状の経時的変化から判断する事が一般的である。

近年腱板断裂に対し肩関節鏡による治療方法が確立され、安定した成績が報告されている(Sugaya H, et al. J Bone Joint Surg Am. 2007)。これにより全国的に腱板断裂に対する肩関節鏡視下手術が普及した。しかし、手術加療は解剖学的な修復を行うだけであり、修復した腱板の機能改善には術後のリハビリテーションが不可欠である。肩関節は筋肉や軟部組織の役割が大きいため不十分なリハビリテーションでは術後拘縮により術前以上に日常生活の制限が大きくなる可能性が高く、リハビリテーションが手術加療と同等もしくはそれ以上に重要である。

肩関節痛や可動域制限が認められてもMRIでは腱板断裂が認められない腱板機能不全による症例には投球障害肩などスポーツ障害も含まれる。腱板の機能不全による疼痛や可動域制限と考えられリハビリテーションによる治療効果は得られているが、実際に腱板機能不全の程度や改善を示すものは患者の自覚症状以外に無く客観的な評価を行う手段はない。しかし、特にスポーツ障害では要求される肩関節機能のレベルは高く

運動時の疼痛がなかなか改善せず治療に難渋する例は少なくない。そのため肩関節の動作や機能が客観的に把握出来る術の必要性は高い。

これらの観点から、肩関節痛に対する治療は保存加療、手術治療どちらにおいてもリハビリテーションが非常に重要な役割を占めている。しかし、肩関節のリハビリテーション、特に腱板機能の向上は解剖学的に直接触診可能な部分が少ないため評価が難しく治療者の技術や経験によって大きく左右されるため、結果として治療効果に大きな格差を生むこととなっている。

2. 研究の目的

本研究ではMRIによる動的撮像法(以下Cine-MRI)によって肩関節外転0度での内外旋動作を撮像し、健常例、肩関節障害例の比較検討を行う。これにより肩関節の疼痛を誘発している因子の検討、可動域制限等肩関節障害の病態との因果関係を明らかにしていく事である。またこれらの結果を踏まえ、簡易的な機能評価の方法の確立を目指すことである。

3. 研究の方法

研究1

健常肩の自動、他動的回旋動作の比較

対象: 肩関節に痛みなく、骨折歴のない成人22名44肩。男性12名、女性10名 平均年齢28.5歳

方法

シグナ 1.5 テスラ (GE Medical System, Milwaukee, WI, USA)を用いて、Fast imaging employing steady-state acquisition imaging (FIESTA法)にて肩関節外転0度での内外旋動作20秒一往復の自動、他動運動を撮像。

評価項目:

肩関節下垂位他動的内外旋可動域、関節適合性、Cine-MRI上の回旋可動域

研究2

健常肩と肩インピンジメント症候群患者の自動回旋動作の比較。

対象: 肩関節に痛みなく、骨折歴のない成人22名44肩。男性15名、女性18名 平均年齢28.5歳

肩インピンジメント症候群患者 83名93肩 男性59名、女性24名、平均年齢47.6歳。

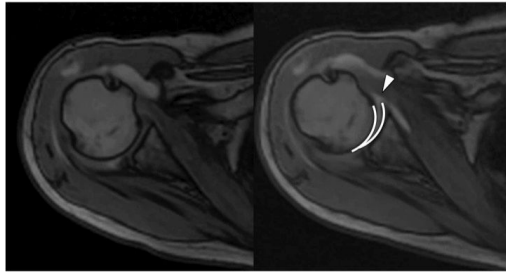
撮像方法は上記と同じくFIESTA法にて肩関節内外旋動作を撮像。

評価項目:

肩関節自動可動域(屈曲、外転)、下垂位内外旋他動可動域、関節適合性、回旋可動域、回旋制限、患者群UCLA score

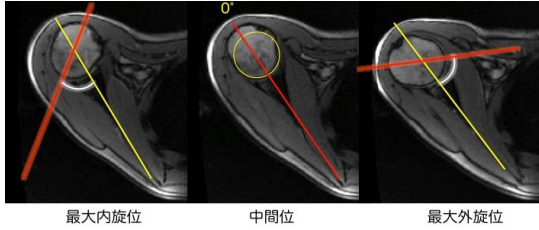
関節適合性

撮像動作中肉眼的に肩甲骨関節窩と上腕骨頭の関節面が平行に保てなくなった場合関節適合性不良とした。



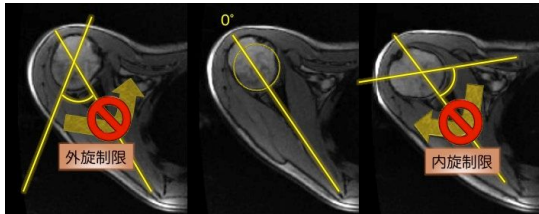
回旋可動域

下図の通りに肩甲骨軸と上腕骨軸のなす角を回旋角度とした。



回旋制限

回旋制限の定義は回旋時上腕骨軸が肩甲骨軸を内旋方向で越えないものを内旋制限、外旋方向で越えないものを外旋制限とした。また、肩甲骨軸は両方向で越えるが健常肩の平均値の半分より小さいものを回旋可動域制限とした。



研究 3

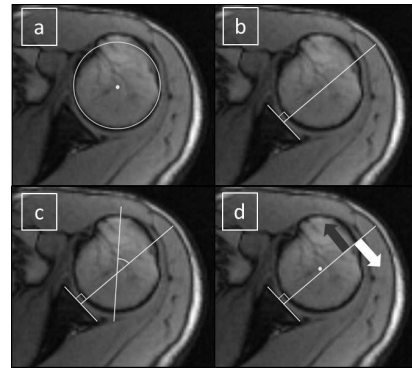
肩関節外転0度での内外旋動作中の骨頭中心の変位についての検討

回旋動作中の肩甲骨軸に対する上腕骨頭中心の変位について検討を行った。

対象：肩関節に痛みなく、骨折歴のない成人 9名 16肩。男性 12名、女性 10名 平均年齢 28.5 歳

骨頭中心の変位に関する計測方法

上腕骨頭を円と仮定した際の中心を骨頭中心 (a) とし、肩甲骨窩面の垂直 2 等分線である肩甲骨軸 (b) に対する前後の変位 (d) を計測した。また計測した際の上腕骨頭の回旋角度は (c) とした。前後の変位量は骨頭中心から肩甲骨軸に対し垂線をおろした際の長さを前後の変位量とし、腹側 (黒矢印) を正、背側 (白矢印) を負とした。



研究 4

肩関節前方不安定症患者の損傷関節唇の動態評価

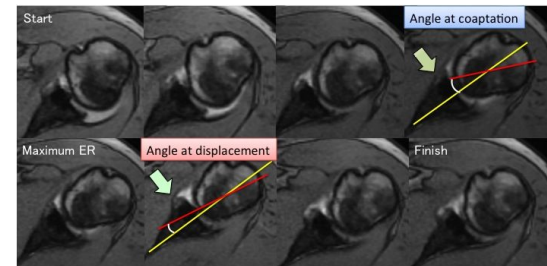
対象：対象は肩関節脱臼後の前方不安定性を主訴に外来受診され MRI による診断を施行し鏡視下バンカート修復術を実施した患者 10 名 10 肩 (男性 6 肩、女性 4 肩) である。検査時平均年齢 25.7 歳、初回脱臼平均年齢 19.4 歳。

評価方法

肩関節内に生理的食塩水 10ml 注射後 FIESTA 法にて肩関節外転 0 度での内外旋動作 20 秒一往復を他動的に撮像

評価項目

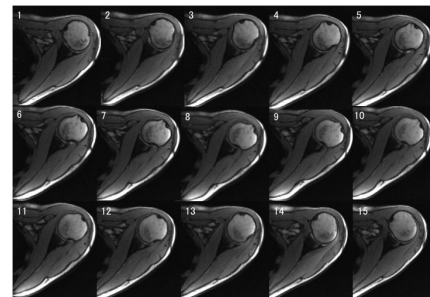
関節唇が関節窩に圧着された回旋角度 (以下圧着角) 離開した回旋角度 (以下離開角) 回旋角度は骨頭軸と肩甲骨軸のなす角。



4. 研究成果

研究 1

自動他動運動ともに肩関節の内外旋動作の撮像は鮮明に可能であった。



健常肩において関節適合性不良の症例はなく、自動運動、他動運動の内旋角はそれぞれ 45.4 ± 25.0 度、 43.3 ± 9.6 度、外旋角はそれぞれ 56.2 ± 21.2 度、 57.1 ± 20.7 度であり自動運動と他動運動の間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$ Paired t-test)。

研究2

他動的回旋角度は患者群で有意に内旋制限が認められたが、外旋角度は両群間に有意差は認められなかった。関節適合性不良は患者群にのみ7肩に認められた。健常群と患者群のCine-MRI上の内旋可動域はそれぞれ49.8°と40°、外旋可動域は58°と13.6°と全て患者群が有意に小さかった(内旋 $p=0.0053$, 外旋 $p<0.0001$ student t-test)。

障害肩の回旋制限をパターン別に分類した結果、制限無し群43肩、内旋制限群5肩、外旋制限群30肩、回旋可動域制限群15肩であった。回旋制限のパターンと屈曲、外転の可動域の間の比較では4群間に有意差は認められなかった。しかしUCLAスコアの比較では回旋制限無し群と比べ、外旋制限群が有意に低かった($p=0.015$ One-factor ANOVA)。

	制限なし	内旋制限	外旋制限	回旋可動域制限
患者群 (n=93)	43 (46.2%)	5 (5.4%)	30 (31.0%)	15 (16.1%)
屈曲	159.5±21.0	154.0±30.5	155.5±23.3	146.3±25.3
外転	140.5±36.0	141.0±39.7	126.2±44.3	130.3±39.4
UCLAスコア	19.5±0.6	19.6±1.7	16.6±0.7	18.8±1.0

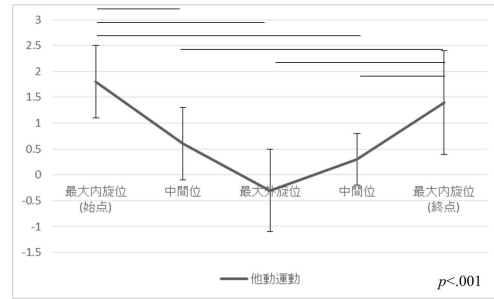
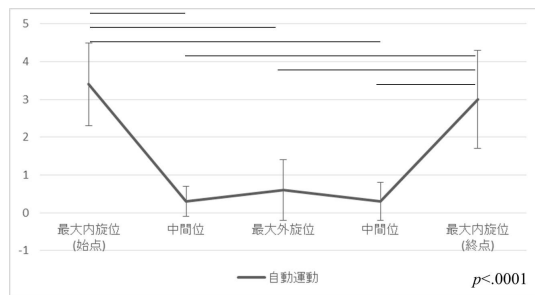
研究3

回旋動作中の骨頭中心は自動運動では内旋位で前方、中間位でほぼ肩甲骨軸上に戻り外旋位で軽度前方に位置した。一方他動運動では内旋位で前方、外旋位では若干後方に位置した。

a: 自動運動では内旋位で前方、中間位でほぼ肩甲骨軸上に戻り外旋位で軽度前方に位置した。

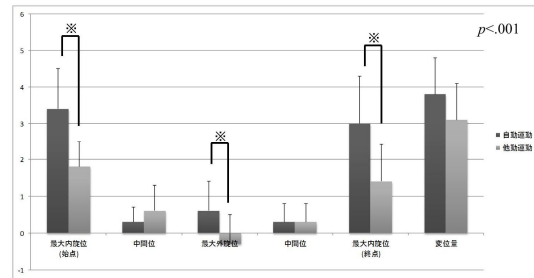
b: 他動運動では内旋位で前方、外旋位では若干後方に位置した。

両運動ともに開始点、終了点ではその他の地点よりも有意に前方に存在しており、内旋位では前方に変位する。(グラフの上に記した横線の両端では位置に有意差あり。)



自動他動運動間の変位量の比較

内外旋位ともに自動運動では他動運動よりも有意に前方に中心が位置していたが、中間位では有意差は認められなかった。



研究4

平均整復角は $15.7 \pm 24.6^\circ$ 、平均離解角は $-1.1 \pm 20.9^\circ$ であった。10肩中3肩では内旋域においても関節唇の整復位が維持されていた。本研究より損傷した関節唇は外旋によって整復されても、内旋に伴って離開してしまうことがわかった。また内旋域でも整復位が得られる症例が33%認められ、内旋位固定でも反復性肩関節脱臼に移行しない症例が存在する一因と考えられた。

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 5 件)

- 見目智紀, 落合信靖, 宮島玄陽, 中脇充章, 佐々木秀一, 大寺亜由美, 佐々木裕, 山口毅, 木島文博, 橋本瑛子, 西須孝. 肩峰下インピンジメント症候群患者と健常者の肩関節回旋動作の比較 Cine-MRI による評価. 肩関節. 39(3), 769-772, 2015. 査読有. https://www.jstage.jst.go.jp/article/katakansetsu/39/3/39_769/_pdf
- 中脇充章, 見目智紀, 宮島玄陽. Cine-MRI を用いた肩回旋時における上腕骨頭の変位の検討. 肩関節. 39(2), 383-387, 2015. 査読有. https://www.jstage.jst.go.jp/article/katakansetsu/39/2/39_383/_pdf
- 宮島玄陽, 見目智紀, 中脇充章, 佐々木秀一, 大寺亜由美, 落合信靖. Cine-MRI による肩関節前方不安定症の関節唇の動作解析肩関節. 39(3), 619-622, 2015. 査

読有.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/katakansetsu/39/3/39_619/_pdf

4. 見目智紀, 宮島玄陽, 落合信靖, 山崎博範, 佐々木裕, 山口毅, 木島丈博, 橋本瑛子, 佐々木秀一, 田中優路, 西須孝. CineMRIを用いた自動, 他動運動時の腱板動態の比較. 肩関節. 38(2), 403-406, 2014. 査読有.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/katakansetsu/38/2/38_403/_pdf
5. 見目智紀, 宮島玄陽, 落合信靖, 山崎博範, 佐々木裕, 山口毅, 木島丈博, 西須孝: 投球障害肩患者と健常者のCine-MRIによる下垂位内外旋動作の比較. 肩関節. 37(3): 1199-1202, 2013. 査読有.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/katakansetsu/37/3/37_1199/_pdf

[学会発表](計 21 件)

1. Kenmoku T, Miyajima G, Nagura N, Nakawaki M, Tazawa R, Sasaki S, Ochiai N, Takahira N, Takaso M. The comparison of rotational motion of shoulder between shoulder impingement syndrome and normal shoulder by Cine-MRI. 26th SECEC-ESSSE congress. Sep 16-19, 2015. Milano, Italy
2. Miyajima G, Kenmoku T, Nagura N, Nakawaki M, Tazawa R, Sasaki S, Takahira N, Takaso M. Kinematic analysis of damaged capsulolabral structure in patients with anterior shoulder instability using Cine-MRI. 26th SECEC-ESSSE congress. Sep 16-19, 2015. Milano, Italy
3. Tazawa R, Kenmoku T, Miyajima G, Nagura N, Nakawaki M, Sasaki S, Takahira N, Takaso M. The association between rotator cuff dysfunction and night pain. 26th SECEC-ESSSE congress. Sep 16-19, 2015. Milano, Italy
4. Nakawaki M, Kenmoku T, Miyajima G, Onuma K, Takahira N, Takaso M. Comparison of translation of the humeral head on the glenoid between active and passive rotation of shoulder. Sep 16-19, 2015. Milano, Italy
5. 見目智紀: 肩の基本的疾患の評価と初期治療について. 第 11 回千葉上肢セミナー. 2015 年 7 月 18 日, 一宮シーサイドホテル, (千葉県一宮町)
6. 見目智紀: 肩疾患、診かた、治しかた、考えかた. 第 15 回作業療法地域連携会 @Sagamihara, 2015 年 9 月 10 日, ユニコムプラザ相模原 (神奈川県相模原市)
7. 見目智紀, 落合信靖, 宮島玄陽, 小沼賢治, 木島丈博, 佐々木裕, 山口毅, 高平尚伸, 高相晶士. Cine-MRI を用いた投球障害肩と健常者の肩関節内外旋の腱板動態の比較. 第 87 日本整形外科学会学術集会, 2014 年 5 月 24 日 神戸国際会議場 (兵庫県神戸市)
8. Kenmoku T, Ochiai N, Miyajima G, Nakawaki M, Onuma K, Takahira N, Takaso M. The comparison of dynamic motion during rotation of shoulder between patients with shoulder disorder and normal by Cine-MRI. 15th EFORT 2014. June 4-5, London, UK
9. Miyajima G, Kenmoku T, Nakawaki M, Onuma K, Takahira N, Takaso M. Dynamic assessment of damaged capsulolabral structure in patients with anterior houlder instability using Cine-MRI. 15th EFORT 2014. June 4-5, London, UK
10. Nakawaki M, Kenmoku T, Miyajima G, Onuma K, Takahira N, Takaso M. Comparison of translation of the humeral head on the glenoid between active and passive rotation of shoulder. 15th EFORT 2014. June 4-5, London, UK
11. 見目智紀, 宮島玄陽, 中脇充章, 落合信靖, 山口毅, 佐々木裕, 橋本瑛子, 木島丈博, 小沼賢治, 高平尚伸, 高相晶士: Cine-MRI を用いた肩関節痛患者と健常者の肩関節動作解析. 第 6 回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会. 2014 年 7 月 24 日 広島国際会議場 (広島県広島市)
12. 中脇充章, 見目智紀, 小沼賢治, 宮島玄陽, 高平尚伸, 高相晶士: CineMRI を用いた肩関節回旋動作時における上腕骨頭中心の変位の検討-自動運動と他動運動の比較-第 6 回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会. 2014 年 7 月 24 日 広島国際会議場 (広島県広島市)
13. 見目智紀, 落合信靖, 宮島玄陽, 中脇充章, 西須孝, 高相晶士. 肩関節障害患者の回旋動作の特徴 CineMRI による評価. 第 41 回日本肩関節学会. 2014 年 10 月 24 日佐賀文化会館 (佐賀県佐賀市)
14. 宮島玄陽, 見目智紀, 中脇充章, 落合信靖, 高相晶士. Cine-MRI による肩関節前方不安定症の関節唇の動作解析. 第 41 回日本肩関節学会. 2014 年 10 月 24 日佐賀文化会館 (佐賀県佐賀市)
15. 中脇充章, 見目智紀, 宮島玄陽, 高相晶士. CineMRI を用いた肩回旋時における上腕骨頭の偏位の検討. 第 41 回日本肩関節学会. 2014 年 10 月 24 日佐賀文化会館 (佐賀県佐賀市)
16. 田中優路, 見目智紀, 石田拓未, 小谷俊明. CineMRI による高校野球経験者の肩関節動態の観察. 第 11 回肩の運動機能研究会. 2014 年 10 月 24 日佐賀文化会館 (佐賀県佐賀市)
17. Kenmoku T, Miyajima G, Fujimaki H, Onuma K, Takahira N, Takaso M. The dynamic analysis of rotator cuff coordination in internal and external rotation of the shoulder using

- Cine-MRI. 12th International Congress of Shoulder and Elbow Surgery 2013. April 10-12, Nagoya, Japan
18. Fujimaki H, Kenmoku T, Miyajima G, Onuma K, Takahira N, Takaso M. What's going on in the shoulder when patients feel anterior apprehension? Assessment of the damaged capsulolabral structure movement using Cine-MRI. 12th International Congress of Shoulder and Elbow Surgery 2013. April 10-12, Nagoya, Japan
19. Tanaka Y, Katougi T, Ishida T, Takaishi M, Sonoda Y, Saitou Y, Kotani T, Kenmoku T, Minami S. An analysis of cuff exercise using Cine-Magnetic Resonance Imaging (Fast Imaging Employing Steady State Acquisition Technique). 4th International Congress of Shoulder and Elbow Therapists 2013, April 10-12 Nagoya, Japan
20. Kenmoku T, Ochiai N, Fujimaki H, Miyajima G, Onuma K, Takaso M. The dynamic analysis of rotator cuff coordination in internal and external rotation of shoulder by Cine-MRI. 14th EFORT, 2013. June 5, Istanbul, Turkey
21. 見目智紀, 落合信靖, 宮島玄陽, 佐々木裕, 山口毅, 木島丈博, 小沼賢治, 藤巻寿子, 西須孝, 高相晶士: Cine MRIを用いた肩関節自動, 他動運動時の腱板動態の比較. 第40回日本肩関節学会, 2013年9月28日 ウェスティン都ホテル (京都府京都市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

見目 智紀 (KEMMOKU, Tomonori)
北里大学・医学部・助教

研究者番号：00533324

(2)研究分担者
()

研究者番号：

(3)連携研究者
()

研究者番号：