



Title	腱板断裂のMR imaging
Author(s)	熊谷, 英夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(2), p. 172-181
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17850">https://hdl.handle.net/11094/17850</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 腱板断裂の MR imaging

慶應義塾大学医学部放射線科学教室（指導：橋本省三教授）

熊 谷 英 夫

（平成3年5月13日受付）

（平成3年6月13日最終原稿受付）

## MR Imaging of Rotator Cuff Tears

Hideo Kumagai

Department of Radiology, School of Medicine, Keio University

Research Code No. : 505.9

Key Words : MR imaging, Shoulder, Rotator cuff tears

A total of 115 patients with clinical symptoms and signs suggesting rotator cuff tears underwent MR imaging with a 1.5-Tesla system. The body coil was used as the receiver coil in 24 patients and a single 10 cm surface coil in 91. Arthrography or MR imaging with intra-articular Gd-DTPA (MR arthrography) was performed in 95 of the 115. T2-weighted images with the body coil showed high signal intensity lesions in rotator cuffs in only seven of the 10 patients who had tears demonstrated by arthrography or MR arthrography. On the other hand, T2-weighted images with the surface coil demonstrated high signal intensity lesions in cuffs in all 27 patients who were diagnosed to have tears by arthrography or MR arthrography. In 12 patients, T2-weighted images with the surface coil showed high signal intensity lesions in cuffs, while arthrography and MR arthrography did not show tears. Surgery was performed in four of the 12 patients and partial tears were confirmed. A single 10 cm surface coil, 3 mm slice thickness and 2.5 second repetition time seem to account for the fine visualization of cuff tears by the T2-weighted images. These results suggest that T2-weighted images obtained with the surface coil are superior to arthrography and MR arthrography.

### はじめに

肩関節の疼痛を主訴とする各種疾患の中で、腱板断裂は外科療法の適応があるため、五十肩等の保存療法が行われる病態と、臨床上鑑別する必要がある。腱板断裂は、腱板の変性あるいは外力がその原因であり、大部分は両者の複合により発生すると考えられている<sup>1)</sup>。現在、腱板断裂の診断には、最も信頼できる確立された検査法として、関節造影が行われている<sup>2)</sup>。しかし、この検査法は、若干の侵襲があり、診断が間接所見に頼るという欠点がある。これに対して、磁気共鳴画像（以下MRI）は侵襲がほとんどなく、腱板を直接描出で

きる利点があり、腱板断裂の診断にMRIが試みられるようになった<sup>3)~7)</sup>。しかし、MRIによる診断が確立されたものとなるためには、診断基準や撮像法等に関して解決すべき問題点が残されている。本研究は、通常のMRI所見を、従来の関節造影法および肩関節腔内gadolinium diethylene-triaminepenta-acetic acid（以下Gd-DTPA）直接注入後のMRI（以下MRアルトロ）と比較検討し、さらに手術所見とも対比して、MRI検査における腱板断裂の撮像法、診断の信頼性および診断基準について、若干の知見を得たので報告する。

### 対象および方法

1988年4月から1990年12月までに、肩関節痛と運動障害のため腱板損傷が疑われ、都立大塚病院において肩関節のMRIを施行した115例（男性61例、女性54例）を対象とした。年齢は20歳から79歳（平均65.7歳）である。肩関節に何等の症状がない健常ボランティア11例（平均年齢36.2歳）にもMRIを施行し対照とした。115例中71例は、通常のMRIを撮像後にMRアルトロも施行した。他の44例中24例には関節造影を施行した。手術が施行され、腱板の状態を確認されたのは115例中19例であった。使用したMR装置は、シーメンス社製 Magnetom 1.5Tで、全症例に対して、スピニエコー法によるT1強調画像（繰り返し時間（以下TR）/エコー時間（以下TE）=600/19msec）、T2強調画像（TR/TE=2,500/90msec）、プロトン密度強調画像（TR/TE=2,500/15~38msec）を棘上筋に平行な斜位冠状面で撮像した。受信コイルには、初期の24例は体部用コイルを使用し、その後の91例は直径10cmの単一円形表面コイルを肩の前外側に配置した。体部用コイルを用いた場合はスライス厚を4~5mm、gap 0.8~1.0mm、field of view（以下FOV）30~40cm、matrixは256×256で撮像したが、表面コイルの使用例はスライス厚は3mm、gap 0.6mm、FOV 15~25cm、matrixは256×256または256×192とした。全例において、加算回数はT1強調画像では2回、T2強調画像、プロトン密度強調画像では1回とした。

通常のMRIによる断裂の診断基準には、T2強調画像での腱板の形態と信号強度の変化を用いた。体部用コイルを用いた例と、表面コイルを用いた例のうち初期の少数例では、滑液包内の浸出液の存在を参考としたが、主な基準とはしなかった。表面コイルを用いた例の大部分では腱板の形態と信号強度の変化のみを用いた。T2強調画像で腱板の全層性の欠損、または腱板内の浸出液と同じ程度の高信号域が全層性にあると考えられたものを完全断裂とし、T2強調画像で腱板に高信号域を認めるが、全層性ではないものを部分断裂とした。

MRアルトロは、生理食塩水で30~100倍に希釈

したGd-DTPAを肩関節腔内に直接注入後、肩関節を軽度動かした後、T1強調画像を撮像した<sup>8)</sup>。

### 結果

#### 1. 健常者の腱板のMRI所見

健常者11例でMRIを撮像したが、体部用コイルを使用した場合、いずれの画像でも腱板は低信号に描出された。一方、表面コイルを使用すると、T1強調画像、プロトン密度強調画像では、腱板は全体的に低信号で内部にわずかに信号強度を有する線状構造物が認められたが、T2強調画像では腱板は低信号に描出された。健常者の11例のうち3例では、T1強調画像とプロトン密度強調画像で腱板に軽度の異常高信号域を認めた。T2強調画像では腱板に異常高信号を認めた例はなかった（Table 1）。

#### 2. 腱板断裂のMRI所見

##### 1) T2強調画像と、関節造影またはMRアルトロの腱板断裂描出能との比較

MRIを施行した115例中95例にMRアルトロまたは関節造影を施行した。MRアルトロまたは関節造影所見と、T2強調画像により腱板に高信号域が描出された症例の関係を、体部用コイルと表面コイルにより撮像した群に分けて検討した。体部用コイルを使用した24例中、関節造影とMRアルトロは、16例および5例の計21例に施行され、10例に完全断裂が認められた。T2強調画像ではこの10例中7例に、腱板の異常高信号域が描出されたが、3例では腱板の異常は認められなかった。関節造影またはMRアルトロで断裂を認めなかつた11例は、T2強調画像でも異常はみられなかつた。したがって、体部用コイルを使用した場合は、関節造影またはMRアルトロに対するT2強調画像の腱板断裂検出率は70%であった（Table 2）。

Table 1 MR findings of 11 asymptomatic shoulders

	Abnormal high signal	
	(+)	(-)
T1-weighted images	3	8
Proton density weighted images	3	8
T2-weighted images	—	11

Table 2 Relationship between findings from arthrography or MR arthrography and those from T2-weighted images with the body coil

T2-weighted images	Arthrography or MR arthrography		Total
	Tears(+)	Tears(-)	
High signal	(+)	7	—
	(-)	3	11
Total	10	11	21

表面コイルを使用した91例中、関節造影が8例、MRアルトロが66例（計74例）に施行され、23例に完全断裂、3例に関節面部分断裂が認められた（Table 3）。T2強調画像では、全完全断裂例に、腱板の広範囲の欠損、または浸出液と同程度の異常高信号域が、腱板全層にわたって認められた（Fig. 1）。完全断裂の23例中2例で、MRアルトロにより完全断裂部から波及した腱内水平部分断裂が描出されたが、腱内に波及した部分断裂は通常のT2強調画像上、中程度の高信号域として描出されていた（Fig. 2）。MRアルトロで描出された部分断裂の3例は、全例腱板内に中程度の高信号

Table 3 Relationship between findings from arthrography or MR arthrography and those from T2-weighted images with a surface coil

T2-weighted images	Arthrography or MR Tears(+)		arthrography Tears(-)	Total
	complete	Partial		
High signal	23	3	12(4)*	38
No high signal	—	—	36	36
Total	23	3	48	74

(\*): Number of patients who underwent surgery proving partial tears

域を認めた（Fig. 3）。これら完全断裂と関節面部分断裂の26例中、24例はMRアルトロを施行した例であるが、MRアルトロの造影剤が腱板内に浸入して描出された断裂像は、部位と大きさがT2強調画像の高信号域とほぼ一致していた。関節造影またはMRアルトロで断裂が認められなかつた48例中12例は、T2強調画像で中程度の高信号域を認めた。これら12例中4例に手術が施行され、いずれも部分断裂が確認された（Fig. 4）。表面コイルを使用した群では、関節造影またはMRアル



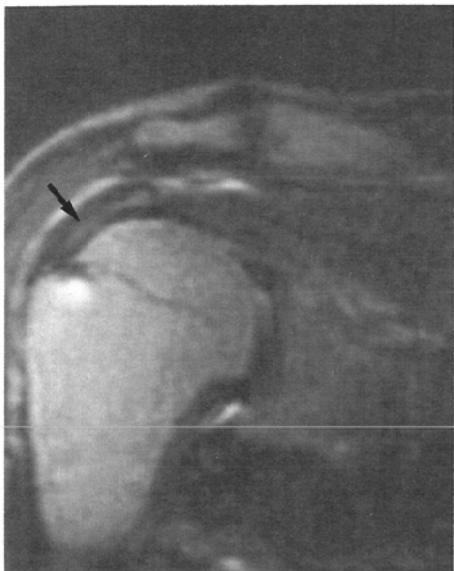
(a)



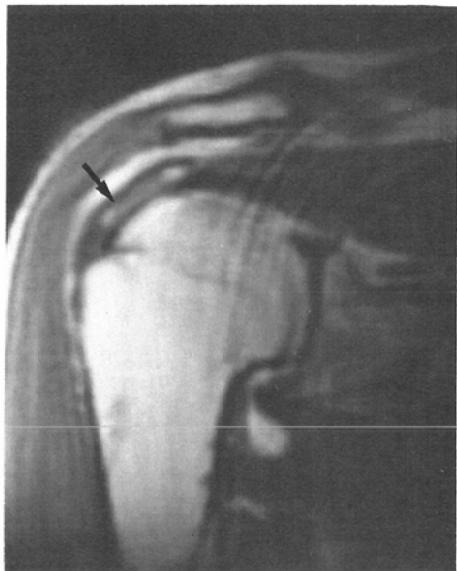
(b)

Fig. 1 (a) T2-weighted image shows a full thickness cuff tear as a bright lesion.

(b) T1-weighted image with intraarticular Gd-DTPA (MR arthrography) demonstrates a full thickness tear.

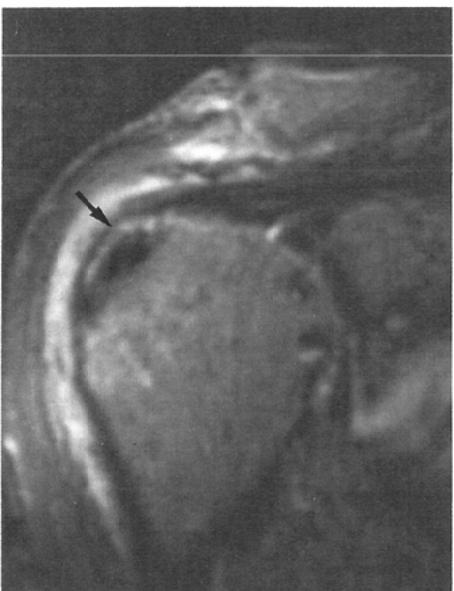


(a)



(b)

Fig. 2 (a) T2-weighted image shows high signal lesions in the cuff. (b) MR arthrography demonstrates intratendinous cuff tears besides leakage of contrast medium into the subacromial bursa.



(a)

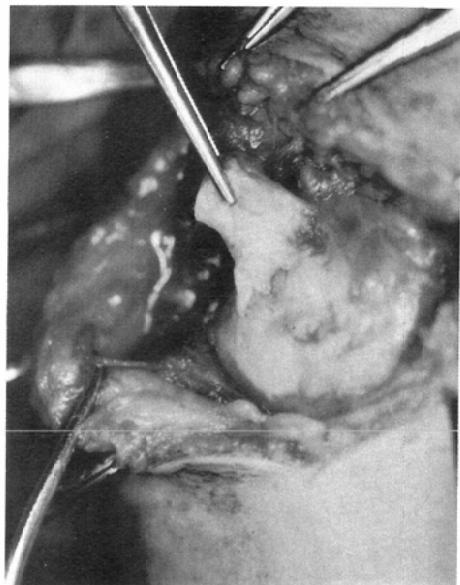


(b)

Fig. 3 (a) T2-weighted image shows high signal lesions in the cuff. (b) MR arthrography demonstrates partial cuff tears on the joint side.



(a)



(b)

Fig. 4 (a) T2-weighted image shows high signal lesions in the cuff. (b) MR arthrography was negative, but bursal-side tears and intratendinous tears were confirmed in the surgery.

Table 4 Relationship between findings from arthrography or MR arthrography and those from T1 and proton density weighted images with body coil

T1 and proton density weighted images	Arthrography or MR arthrography		Total	
	Tears(+)	Tears(-)		
Slightly high signal	(+)	10	2	12
	(-)	0	9	9
Total		10	11	21

トロで診断される断裂は、T2強調画像により全て描出され、関節造影またはMRアルトロに対するMRIの検出率は100%であった。さらに、関節造影またはMRアルトロでは所見を示さない部分断裂も、T2強調画像では描出することが可能であった。

2) T1強調画像とプロトン密度強調画像の所見と、関節造影またはMRアルトロ所見

体部用コイルを使用した例では、関節造影またはMRアルトロで断裂を認めた10例全例に、T1強調画像とプロトン密度強調画像で腱板に軽度の

異常高信号域を認めた。一方、関節造影またはMRアルトロで断裂を認めなかつた11例中2例に、T1強調画像とプロトン密度強調画像で軽度の異常高信号域がみられた（Table 4）。

表面コイルを使用した場合、関節造影またはMRアルトロで断裂の所見があった26例のすべてで、T1強調画像とプロトン密度強調画像で軽度高信号域が見られた。関節造影またはMRアルトロで断裂が見られなかつた48例中27例でも、T1強調画像とプロトン密度強調画像でも軽度の異常高信号域がみられ、T2強調画像で腱板に軽度の異常高信号域が描出された12例はすべてこの27例の中に含まれていた（Table 5）。

T2強調画像で認められた異常高信号域は、多くが正常腱板とのコントラストが強く、辺縁も明瞭であった。これに対し、T1強調画像とプロトン密度強調画像での軽度の高信号域はすべて、正常腱板とのコントラストは弱く、信号の増加はわずかで、辺縁も不明瞭であった。

### 3) MRIと手術所見

手術の施行された19例についてMRI所見と手

Table 5 Relationship between findings from arthrography or MR arthrography and those from T1 and proton density weighted images with a surface coil

T1 and proton density weighted images	Arthrography or MR Tears(+)		arthrography Tears(-)	Total
	Complete	Partial		
Slightly high signal	(+)	23	3	27(12)*
	(-)	0	0	21
Total		23	3	74

( )\* : Number of patients who had abnormal findings on T2-weighted images

Table 6 Relationship between surgical findings and those from MR images with a surface coil

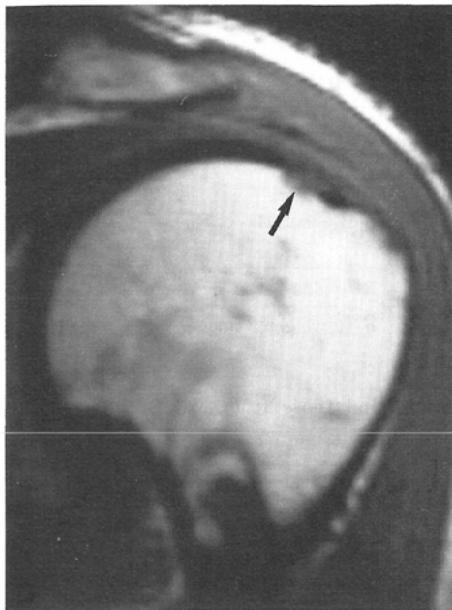
MR images	Surgical findings			Total
	Tears(+)		Tears(-)	
	Complete	Partial		
<u>T2-weighted Images</u>				
High Signal	(+)	6	4	—
	(-)	—	—	4
<u>T1 and Proton Density Images</u>				
High Signal	(+)	6	4	1
	(-)	—	—	3
<u>MR arthrography</u>				
Findings of Tear	(+)	6	—	—
	(-)	—	4	4
Total		6	4	14

術時の所見を比較検討した。関節造影またはMRアルトロは全例に施行されており、MRIの撮像は5例に体部用コイルを、14例には表面コイルが使用されている。

体部用コイルを用いた5例はいずれも関節造影が施行され、完全断裂と診断された。一方、T2強調画像では4例に異常高信号域を認めたが、1例は異常高信号域は認めなかった。この1例は、小さな完全断裂であることが手術中に確かめられた。

表面コイルを使用した14例では(Table 6)、6例は関節造影またはMRアルトロで完全断裂と診断され、T2強調画像でも腱板に異常信号が認められ、手術ですべて完全断裂が確認された。他の4例は関節造影またはMRアルトロで断裂を認めなかつたが、T2強調画像で腱板に高信号域を認め、手術所見は、3例は滑液包面部部分断裂、1例

は腱内断裂であった。その他の4例は、MRIを含め術前検査で腱板断裂は否定されたが、人口骨頭置換術などを目的に手術が施行され、術中所見でも腱板断裂の所見は認めなかつた。しかし、この4例中1例は、T1強調画像とプロトン密度強調画像で腱板の一部に軽度高信号域がみられ(Fig. 5)，手術では、腱板に発赤が認められたため、impingementによる腱炎と考えられた。完全断裂例では手術時に確認された腱板断裂の大きさと位置は、T2強調画像上の腱板の高信号域と一致した。部分断裂例では、手術でも腱内の断裂範囲を全体的に確認することは困難であったが、断裂部位はT2強調画像での高信号域とほぼ一致していた。関節造影またはMRアルトロは、完全断裂を全例診断できたが、滑液包面部部分断裂については検出できなかつた。これに対し、表面コイルを使用したT2強調画像では、部分断裂を含め、すべて



(a)



(b)

Fig. 5 (a) T1-weighted image shows slightly high signal lesions in the cuff. (b) T2-weighted image does not show abnormal signal lesion in the cuff. The surgical findings demonstrated tendinitis of the cuff due to impingement.

の断裂を正しく評価できた。

#### 考 察

##### 1. 撮像条件について

肩関節は解剖学的に複雑なうえ、磁場の中心に位置させることが難しく、MRによる撮像は他の部位に比較して困難である。その詳細な構造を描出するためには、受信用表面コイルが必要であり、種々のコイルが使用されている<sup>3)~7)</sup>。本検討では、径10cmの単一円形コイルを用いた。このコイルの使用により、3mmの薄いスライス厚と、18cm以下のFOVでの撮像が可能になり、解像力が向上したと考えられる。

撮像時の上肢の肢位は、表面コイルを使用した例はすべて内旋位とした。従来、大結節付近の断裂を良好に描出する目的で、中間位から外旋位を適切とする報告があった<sup>6)</sup>。初期の表面コイルを使用した例では、上肢を外旋位にして撮像を試みたことがあったが、腱板断裂の疑われる患者は、外施位にすると疼痛を訴えることが多く、撮像中の肩の静止が困難で、良好な画像が得られないこ

とがあった。内旋位でも厚さを3mmと薄くすると、partial volume effectが少くなり、大結節付近の腱板断裂も描出可能であった(Fig. 1)。したがって撮像時の上肢の肢位は内旋位が適していると考えている。

従来の報告では、T2強調画像でTRを2秒前後としていた<sup>4)~7)</sup>のに対し、本検討では2.5秒を用いた。2秒以下のTRで十分と考えられた理由は、正常関節内にはT1の長い構造物がないためと推察される。しかし、断裂部分は主に浸出液の貯留により描出されるが、水はT1が非常に長い物質で、12%のアルブミンを含有しても約1.5秒と報告されている<sup>9)</sup>。実際の浸出液はこれよりもT1がかなり長いと考えられ、TRを長くすると、浸出液をより高信号として描出する効果がある。高磁場装置ではT1がより長いため、特にTRを長くする必要がある。肩に症状のない健常者のMRIの報告でも、TRを2秒としたT2強調画像では、腱板に軽度高信号域を認めることがあり、TRを2秒以上にすると、この所見は相対的に低信号になる

とされていて<sup>10)</sup>、本研究の考え方を支持している。したがって、TR を長くして T2強調をさらに強めれば、断裂以外の病変に由来する信号の増加はわずかになり、断裂との鑑別が容易になるという効果をもたらす。すなわち、TR を長くしたことは、検出率の向上と診断の特異性を高くすることに寄与したと考えている。

## 2. 異常所見の評価と信頼性

T2強調画像上で、腱板の広範囲の欠損または、腱板が描出されるべき位置に浸出液と同程度の異常高信号域が認められれば、腱板の断裂内の浸出液と診断でき、断裂の確定的な所見とされている。しかし従来の報告では、完全断裂でもすべての症例にこの所見を描出することは難しいとされていた。本検討における T2強調画像は、すべての完全断裂例で、関節腔と滑液包を連続させる異常高信号域を、浸出液と同程度に描出できた。T2強調画像での腱板の異常高信号域のうち、浸出液ほど信号が高くないが、明瞭な異常高信号域はすべて、部分断裂などの微細な断裂であり、partial volume effect により信号が弱まったと考えられる。本検討で、T2強調画像上、中程度の高信号域がみられたが、MR アルトロな関節造影で断裂を認めなかった12例中、手術を施行した4例は手術により部分断裂が確認された。MR アルトロにより関節面部分断裂と診断された3例でも、T2強調画像で中程度の高信号域が腱板に認められた。さらに、完全断裂例で、完全断裂部から波及した腱内水平部分断裂は通常の T2強調画像上、中程度の高信号域として描出されていた。

T2強調画像の異常高信号域が、すべて断裂と診断できるか否かに関しては議論がある。Chandnani らは、正常者でも T2強調画像で、腱板に高信号域を認める例があったと報告している<sup>11)</sup>。また、強い腱炎や強い腱板の変性も、T2強調画像上は軽度高信号域となる可能性が示唆されている<sup>6)</sup>。しかし、これらの報告は前述の如く TR を2秒以下で撮像したもので、本検討の如き撮像法を適用すれば、断裂以外の腱板の病変は、T2強調画像上で、異常高信号はわずかになり、部分断裂との区別が容易になる。一方、腱板の高度の変性は微細な部

分断裂に連続的に移行すると報告がある<sup>7)</sup>。したがって、この両者を明確に区別する基準に乏しく、T2強調画像での高信号域が病態上高度の変性であっても、必ずしも MRI の偽陽性とは言えないと考えられる。

MR アルトロまたは関節造影で確認された断裂を含め、T2強調画像で認められた高信号域はすべて、T1およびプロトン密度強調画像において、軽度の高信号域として描出され、T2強調画像では高信号域を認めなかつた例にも軽度の高信号域を認めた。しかし、T1強調画像およびプロトン密度強調画像で軽度高信号となるが、T2強調画像では異常高信号を示さない腱板の病変は、断裂以外の病変、腱炎や変性などであると一般に考えられている。この信号パターンの腱板は、術中所見で腱の変性であったと報告されている<sup>5)</sup>。多数の正常者の MRI の検討でも、この信号パターンの病変が多く存在したと報告されている<sup>10)</sup>。本検討でも表面コイルを使用した場合には、この信号パターンの時に、MR アルトロまたは関節造影で断裂が認められた例はなく、1例に手術を施行して、腱板の炎症の所見を認めたが、断裂は認めなかつた。以上より、本検討の結果は T2強調画像で高信号とならず、T1強調画像、プロトン密度強調画像で軽度の高信号である病変は、断裂以外の病変であるとする考え方と合致していた。

### 3) 関節造影と MR アルトロ

本検討は、T2強調画像が通常の関節造影にとつてかわる能力を有するか否かという点を主に論じた。この点が臨床的に重要であろう。手術所見が最も優れた基準であるが、手術所見が多くないことから、本検討では MR アルトロと関節造影を基準に用いた。MR アルトロは、通常の関節造影と比べ、断裂の検出率と特異性が同等または優っていると、類似点と特性から考えられる。関節造影で検出される断裂がすべて T2強調画像で検出されること、関節造影で検出されない断裂も検出可能であること、および T2強調画像で断裂と思われた例で手術で断裂がなかつた例がなかつたことから、本検討の工夫による T2強調画像は、関節造影にかわる検査法と考えられる。

腱板完全断裂の診断において、最も信頼すべき検査法とされている関節造影は、断裂の大きさと位置を確実に描出することが困難である<sup>12)</sup>。さらに部分断裂の診断は、関節面断裂の場合のみ可能である。滑液包面断裂は肩峰下滑液包造影を併用すれば、診断が可能であるが<sup>13)</sup>、腱内断裂は描出できない。これに対してMRIは、無侵襲に完全断裂を大きさと位置も含めて確実に診断でき、部分断裂は関節面または滑液包面に断裂が及ばない場合でも、診断が可能である。したがって、腱板断裂の診断において、撮像法を工夫したMRIは、無侵襲だけでなく、関節造影に比べ、検出率、部位の描出能に優れた確実な診断法であると考えられる。

Gd-DTPAは静脈投与は認められているが、関節内投与については一般には認められていない。Gd-DTPAの関節腔内注入は最初は死体の関節に対するものが報告され、その関節腔内の造影剤としての有用性が示唆されている<sup>9)</sup>。また、わずみを用いた動物実験では、関節腔内に投与後、組織学的検討にて関節滑膜に病理学的变化は認められない。人体では膝関節に対して最初に報告がある。また、膝関節における報告では、関節腔内注入後12時間後にはほぼ関節腔内の増強効果がほとんど消失しており、血中に移行したと考えられている。しかも使用する量は静脈投与の20分の1である。以上より、MRアルトロが安全と考え、ヨードアレルギーのため通常の関節造影が施行できない例に施行した。断裂を明確に描出できたため、通常の症例にも施行した。患者には口頭で同意を得た。これまでの他施設の報告で副作用があったとの報告はなく、本検討でも現在まで副作用を認めた例はない。

通常のT2強調画像よりMRアルトロの方が優れていたのは、初期の体部用コイルを使用した場合のみで、解像力が不足していたためと考えられる。表面コイルの使用後は、MRアルトロのみで断裂を認めた例はなかった。MRアルトロは、断裂が関節面にまで達しているか否かの確認、解像力が十分でない装置での補助的な使用、あるいは検査時間の短縮、などの目的には有用と思われる。

## 結語

腱板断裂の診断におけるMRIの有用性を、特に表面コイルを使用した例について検討し以下の結論を得た。

1) 関節造影あるいはMRアルトロにより診断できた23例の腱板完全断裂は、表面コイルを使用し、TRを2.5secとしたT2強調画像を撮像すると、すべて腱板の異常高信号域として描出できた。

2) MRアルトロで診断された関節面断裂3例もT2強調画像で高信号域として描出された。

3) さらに造影検査では診断が難しい部分断裂も、T2強調画像では高信号域として描出が可能と考えられ、4例が手術で証明された。

4) 手術所見およびMRアルトロとの対比から、T2強調画像でみられた異常高信号域は、断裂の部位と大きさも明確に示していた。

5) 表面コイルを使用した場合、T2強調画像で異常高信号域を認め、手術で断裂が認められなかつた例はなかった。

以上より本検討で示したT2強調撮像法は、肩関節造影にかわる非侵襲診断法と考えられた。

本論文の一部は第13回日本磁気共鳴医学会(1989年2月、福岡)、および第49回日本医学放射線学会(1990年4月、神戸)において発表した。

稿を終えるにあたり、終始懇切な御指導を頂いた都立大塚病院整形外科三笠元彦博士、御校閥を賜った慶應義塾大学医学部整形外科学教室矢部裕教授、放射線科学教室橋本省三教授、および論文作成に助言を頂いた伊東久夫助教授に深謝致します。また、研究遂行に御協力頂いた都立大塚病院放射線技師の諸君に謝意を表します。

## 文献

- 1) Cotton RE, Rideout DF: Tears of the humeral rotator cuff: A radiological and pathological necropsy survey. J Bone Joint Surg (Br) 46: 314-328, 1964
- 2) Resnick D: Shoulder arthrography. Radiol Clin North Am 19: 243-253, 1981
- 3) Kneeland JB, Middleton WD, Carrera GF, et al: MR imaging of the shoulder. Am J Roent 149: 333-337, 1987
- 4) Burk DL, Karasick D, Kurtz AB, et al: Rotator cuff tears: Prospective comparison of MR imaging with arthrography, sonography and surgery. Am J Roent 153: 87-92, 1989
- 5) Zlatkin MB, Ianotti JP, Robert MC, et al:

- Rotator cuff tears: Diagnostic performance of MR imaging. Radiology 172: 223—229, 1989
- 6) Holt RG, Helm CA, Steinbach L, et al: Magnetic resonance imaging of the shoulder; rationale and current applications. Skeltal Radiol 19: 5—14, 1990
- 7) Rafii M, Firooznia H, Sherman O, et al: Rotator cuff lesions: Signal patterns at MR imaging. Radiology 177: 817—823, 1990
- 8) 熊谷英夫, 保志栄一, 三笠元彦, 他: 肩関節腔内 Gd-DTPA 注入後の MRI, 日磁医誌, 9-S-2: 130, 1989
- 9) Hajek P, Cartoris DJ, Neumann CH, et al: Potential contrast agents for mR arthrography: In vitro evaluation and practical observations. AJR 149: 97—104, 1987
- 10) Heuck A, Appel M, Kaiser E, et al: MR imaging of the shoulder: Potential over interpretation of normal findings in the rotator cuff. The 75th Meeting Abstract of Radiological Society of North America, Radiology, 1989
- 11) Chandnai VP, Gerhardt J, Ho C, et al: MR findings in asymptomatic shoulders: A blinded analysis with symptomatic shoulders as controls. The 76th Meeting Abstract of Radiological Society of North America, Radiology, 1990
- 12) Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, et al: Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. Clin Orthop 254: 92—96, 1990
- 13) 三笠元彦: 肩峰下滑液包造影, 肩関節, 9: 161—178, 1985