

肩腱板断裂患者における臨床像、MRI所見、および病理組織像の関係 — 生検筋組織所見に着目して —

鶴田大作*, 村 成幸**, 高木理彰*

*山形大学医学部整形外科学講座

**丹心会吉岡病院整形外科

(平成26年3月31日受理)

抄 録

【緒言】 肩腱板断裂後の腱板筋には脂肪変性が起こるとされている。これまで、解剖用献体を用いた病理組織学的検討や、動物実験における画像所見と病理組織像の比較検討は行われてきたが、有症状の腱板断裂患者における腱板筋の病理学的特徴や、そのMRI所見、および臨床病態との関係も明らかではなかった。

【目的】 肩腱板断裂患者でMRI上みられる脂肪変性所見の病理組織学的特徴およびそれらと術前の臨床像との関係を明らかにすることを目的とした。

【対象と方法】 対象は当院で腱板断裂の手術を行った患者41例43肩であった。MRIで断裂の大きさ、脂肪変性の有無（中垣分類）について評価した。また、手術時に棘上筋と棘下筋から針生検で筋組織を採取して病理組織学的に検討し、筋線維間の脂肪浸潤について評価した。病理組織像、MRI所見および術前の臨床像の関係を検討した。

【結果】 MRIで脂肪変性を、病理組織像では筋線維間に脂肪細胞の浸潤をそれぞれ一部の例で認めた。棘上筋・棘下筋の双方とも、MRIでの脂肪変性あり群では脂肪変性なし群と比較すると、断裂は大きく、同様に病理組織像においても、脂肪浸潤あり群では脂肪浸潤なし群よりも断裂は大きかった。また棘上筋において、MRIで脂肪変性がみられた群では、病理組織像での筋線維間の脂肪浸潤もみられやすく、脂肪変性がみられなかった群では脂肪浸潤もみられにくいという関係があった。

【考察】 本研究の病理組織像の検討結果からは、断裂を生じた腱板筋の筋線維間に脂肪浸潤が起こっており、MRI所見として棘上筋の筋腹にみられた脂肪変性と、同部より採取された筋組織にみられた脂肪浸潤の間には有意な関連がみられた。MRIT1強調像でみられる棘上筋内の高信号は、筋線維間の脂肪細胞を表現しているものと考えられた。

キーワード : 肩腱板断裂、脂肪変性、病理組織像、脂肪浸潤

【緒 言】

肩関節は、『忘れられた関節』と称されていた時代もあり¹⁾、整形外科学の中ではその臨床、研究とも歴史が浅い分野である。肩関節は肩甲骨と上腕骨を結ぶ肩甲上腕関節と、肩甲骨と鎖骨を結ぶ肩鎖関節で構成され、肩峰—上腕骨頭間、肩甲上腕関節周囲には、棘上筋・棘下筋・小円筋・肩甲下筋の各腱からなる回旋筋腱板が存在する²⁾。

肩腱板断裂は、中高年にみられる肩関節の疼痛性疾患で、薬物療法やリハビリテーションなどの保存的治療のほか、手術治療が行われることも多い^{3),4)}。1911年にCodman⁵⁾が棘上筋断裂の手術例を報告して以来、棘上筋筋腹を周囲より剥離して前進させる方法⁶⁾や、冷凍乾燥させた腱を移植する方法⁷⁾が報告され、McLaughlin法に代表される直視下修復術が普及すると、肩腱板断裂に対する治療は1970年代頃より安定した成績が報告されるようになった⁸⁾⁻¹³⁾。さらに1990年代に入ると、関節鏡視下手術手技の進歩と手術機器の

開発、改良により、関節鏡視下腱板修復術が報告されるようになった^{14)–16)}。この術式は創が小さく、三角筋に対する侵襲が少ない点が従来法と比較して有利であり、2000年代になり世界的に広く普及し現在に至っている^{17), 18)}。

肩腱板断裂の診断法として、長らく関節造影が行われ、現在もその有用性は失われてはいないが、CT、MRIの出現によって、腱板断裂の診断能力は格段に向上した¹⁹⁾。すなわち、CT、MRIによる腱板筋の脂肪変性や筋萎縮の診断と分類がなされるようになり^{20), 21)}、加えてMRIによる断裂の大きさ、局在、形態の評価も可能となった^{22), 23)}。また、画像検査や献体を用いた研究から、肩腱板断裂を有する症例の中に無症候性の例が存在していることも明らかとなっており^{24)–29)}、腱の断裂時や症状出現から受診・確定診断そして手術に至るまでに時間を要してしまう例も報告されている²⁸⁾。このような場合には経過中に腱板筋の筋腹にCTやMRIにおいて脂肪変性が認められることが知られている^{20), 21), 30), 31)}。Goutallierら²⁰⁾はCTを用いて腱板筋の脂肪変性の程度を筋-脂肪の比でStage 0から4の5段階に分類し、現在その分類がMRI所見に広く応用されている。また本邦では、中垣ら²¹⁾がMRIを用いて筋内に入った脂肪の線状像 (linear band) の太さ、本数を評価し、Grade 1から3の3段階に分類している。著者ら³²⁾は以前、このMRI所見と臨床像、および病理組織像の関係について検討した。本研究では肩腱板断裂患者においてMRI上みられる脂肪変性の病理組織学的特徴およびそれらと術前の臨床像との関係を明らかにすること目的とし、症例数を増やしてさらに検討を行った。

【対象と方法】

対象：当院で2008年から2010年に行われた腱板断裂手術80件の中で、本研究および組織生検に関する説明を行い同意が得られた41例43肩であった。男性30肩、女性13肩、手術時年齢は39歳から80歳で、平均64歳であった。罹病期間は1か月から180か月で、平均23.1か月であった。術前の評価は日整会肩関節疾患治療成績評価基準 (以下JOAスコア) を用いて行い、47点から87.5点、平均70.6点であった。手術術式の内訳は、mini-open法による直視下腱板修復術5肩、関節鏡下腱板修復術35肩、大腿筋膜パッチ法による修復術1肩、L'Epicopo変法³³⁾による広背筋・大円筋移行術による機能再建術2肩であった。本研究は山形大学医学部倫理委員会において承認されている (平成20年度、

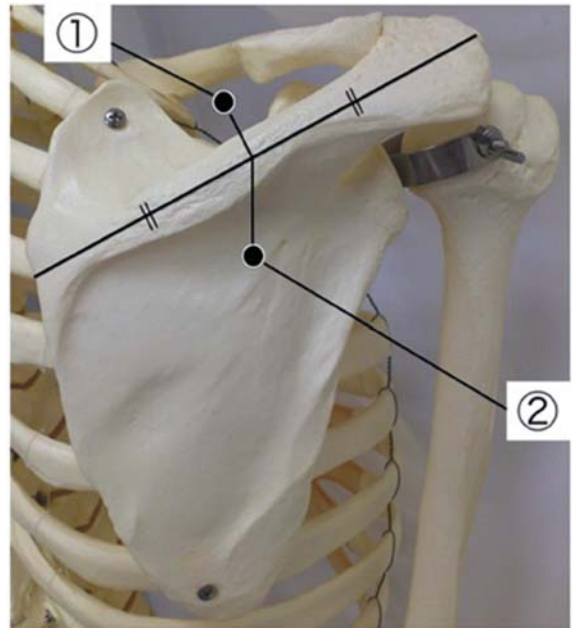


図1. 針生検の位置
①棘上筋刺入位置。②棘下筋刺入位置。

承認番号87)。

MRI 所見の検討：MRI検査は術前1週間以内に撮像した。断裂の大きさをT2強調像を用い、縦径、横径のうち大きい方を採用して測定した^{22), 34)}。MRI上の腱板筋の脂肪変性は、T1強調像で、中垣分類²¹⁾ (Grade 1: 棘上筋筋腹にlinear bandが全く認められない状態、Grade 2: 1、2本のlinear bandを認める状態、Grade 3: 3本以上のlinear bandか、1、2本の太いlinear bandを認める状態) を用いて棘上筋および棘下筋にも応用して評価した。中垣分類のGrade 2、3を脂肪変性あり群、Grade 1を脂肪変性なし群とした³²⁾。これらの評価による画像上の脂肪変性のあり・なしと年齢、罹病期間、術前のJOAスコア、断裂の大きさとの関係について検討した。

病理組織像の検討：全身麻酔下の手術時に、棘上筋・棘下筋からの針生検を行った。針生検は肩甲棘の中点を通る線上で、棘上筋では肩甲棘と鎖骨の中点から棘上窩の中央に向かい、棘下筋では肩甲棘の2 cm下方の点から肩甲骨に垂直に向かって行い、14Gの針生検キット (Bard MONOPTY, C. R. Bard Inc., New Jersey, USA) を用いた³²⁾ (図1)。検体を1) ホルマリン固定パラフィン包埋切片標本、および2) 新鮮凍結切片ホルマリン固定標本とした。1) ではHematoxylin-Eosin (以下H-E) 染色のみ行い、2) についてはH-E染色、Sudan III染色を行って、病理組織像を光学顕微鏡下に観察した。Sudan III染色は、脂溶

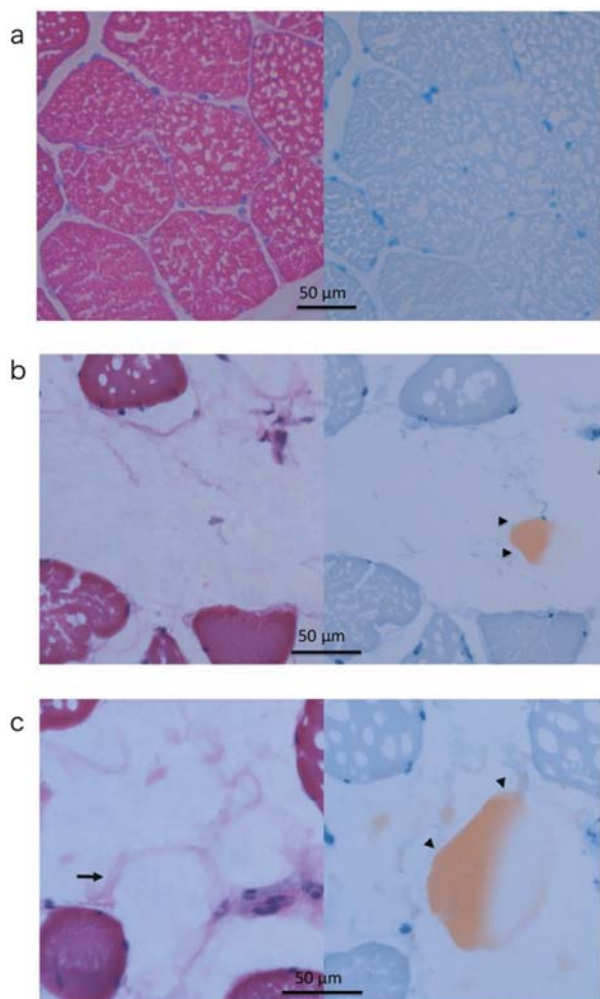


図2. 筋線維間の脂肪浸潤の分類（凍結切片）
左H-E染色、右SudanIII染色。

- a: Grade 0、H-E染色で脂肪細胞が明らかでなく、Sudan III染色でも染色されないもの。
- b: Grade 1、H-E染色で脂肪細胞がみられてもSudan III染色で染色されないもの、もしくはSudan III染色で染色される部位にH-E染色で脂肪細胞が確認出来ないもの。
- c: Grade 2、H-E染色で脂肪細胞が認められ、同部がSudan III染色でも脂肪が染色されるものとした。矢印は脂肪細胞を示す。矢頭は脂肪の染色部位を示す。

性色素のSudan IIIを用いた染色液を使用し、組織内脂質を染色する方法である。採取された検体より得られた切片で、筋組織が全く含まれず、病理組織学的検討に適さない検体は除外した。2) の新鮮凍結切片の組織標本を用い、筋線維間の脂肪浸潤を以下のように評価した。Grade 0は、H-E染色で脂肪細胞が明らかでなく、Sudan III染色でも染色されないものとした（図2 a）。Grade 1は、H-E染色で脂肪細胞がみられてもSudan III染色で染色されないもの、もしくはSudan III

表1: MRI所見

	脂肪変性なし		脂肪変性あり	
	Grade 1	Grade 2	Grade 3	
棘上筋	15 肩	15 肩	13 肩	
	15 肩 (35%)	28 肩 (65%)		
棘下筋	23 肩	11 肩	9 肩	
	23 肩 (53%)	20 肩 (47%)		

表2: MRI所見と臨床像の関係；棘上筋

MRI所見 臨床像	棘上筋		Mann-Whitney U-test p値
	脂肪変性 あり	脂肪変性 なし	
年齢(歳)	66.3 ± 7.5	59.2 ± 10.3	0.082
罹病期間(か月)	30.5 ± 40.2	22.6 ± 32.0	0.454
術前JOAスコア(点)	70.4 ± 9.3	70.9 ± 10.8	0.323
断裂の大きさ(cm)	4.1 ± 1.6	2.3 ± 1.3	< 0.0005 *

* : statistically significant

表3: MRI所見と臨床像の関係；棘下筋

MRI所見 臨床像	棘下筋		Mann-Whitney U-test p値
	脂肪変性 あり	脂肪変性 なし	
年齢(歳)	64.7 ± 9.1	63.1 ± 9.1	0.271
罹病期間(か月)	27.6 ± 47.2	19.7 ± 26.6	0.304
術前JOAスコア(点)	71.2 ± 10.4	70.1 ± 9.5	0.065
断裂の大きさ(cm)	4.6 ± 1.4	2.5 ± 1.1	< 0.0005 *

* : statistically significant

染色で染色される部位にH-E染色で脂肪細胞が確認出来ないものとした（図2 b）。Grade 2は、H-E染色で脂肪細胞が認められ、同部がSudan III染色でも脂肪が染色されるものとした（図2 c）³²⁾。Grade 1、2を脂肪浸潤あり群、Grade 0を脂肪浸潤なし群とした。以上の病理組織像における脂肪浸潤のあり・なしと年齢、罹病期間、術前のJOAスコア、断裂の大きさおよびMRIでの脂肪変性の評価との関係について検討した。

統計学的解析：Mann WhitneyのU検定と χ^2 検定を用い、危険率5%未満を有意差有りとした。

【結 果】

MRI所見：断裂の大きさは1 cm から 7 cmで、平均3.5 cmであった。DeOrioとCofieldの分類²²⁾を用いる

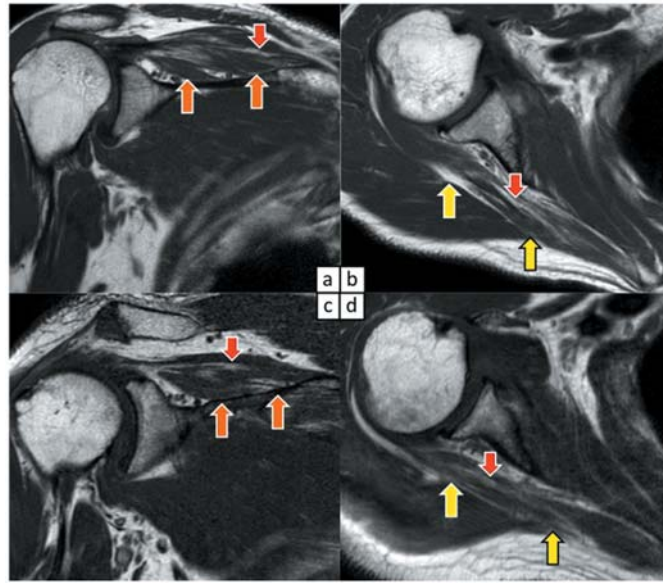


図3. MRI所見 脂肪浸潤進行例

T1強調像 (a, c: 前額断・棘上筋、b, d: 水平断・棘下筋)

a: 中垣分類 Grade 3、b: 中垣分類 Grade 3、c: 中垣分類 Grade 2、d: 中垣分類 Grade 2

矢印 (橙) は棘上筋を示す。矢印 (黄) は棘下筋を示す。矢印 (赤) はlinear Bandを示す。

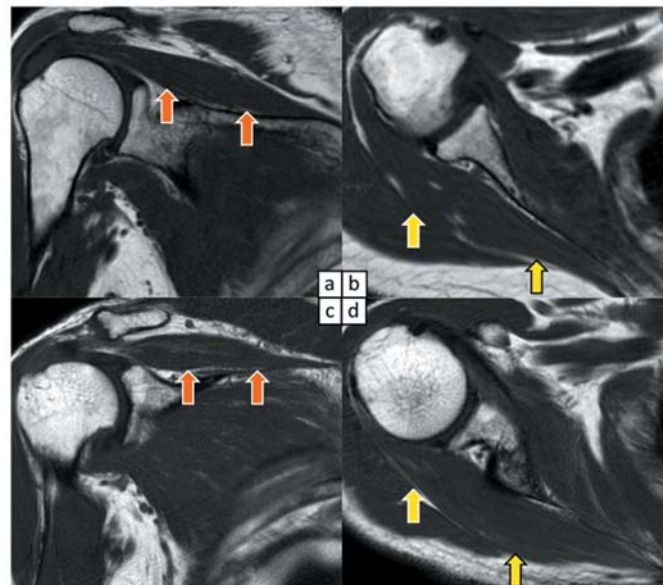


図4. MRI所見 脂肪変性非進行例

T1強調像 (a, c: 前額断・棘上筋、b, d: 水平断・棘下筋)

a: 中垣分類 Grade 1、b: 中垣分類 Grade 1、c: 中垣分類 Grade 1、d: 中垣分類 Grade 1

矢印 (橙) は棘上筋を示す。矢印 (黄) は棘下筋を示す。

と、小断裂 (1 cm以下) 6肩、中断裂 (1~3 cm以下) 17肩、大断裂 (3~5 cm以下) 11肩、広範囲断裂 (5 cmより大) 9肩であった。棘上筋における中垣分類による脂肪変性の評価では、Grade 1が15肩、Grade 2が15肩、Grade 3が13肩であり、脂肪変性あり群28肩 (65%)、脂肪変性なし群15肩 (35%) であった (表1)。

棘下筋における中垣分類による脂肪変性の評価では、Grade 1が23肩、Grade 2が11肩、Grade 3が9肩で、脂肪変性あり群20肩 (47%)、脂肪変性なし群23肩 (53%) であった (表1)。代表的なMRI所見を図3、4に示した。図3 a、cの矢印は棘上筋、b、dの矢印は棘下筋で、それぞれ筋腹に高信号の線状像が認めら

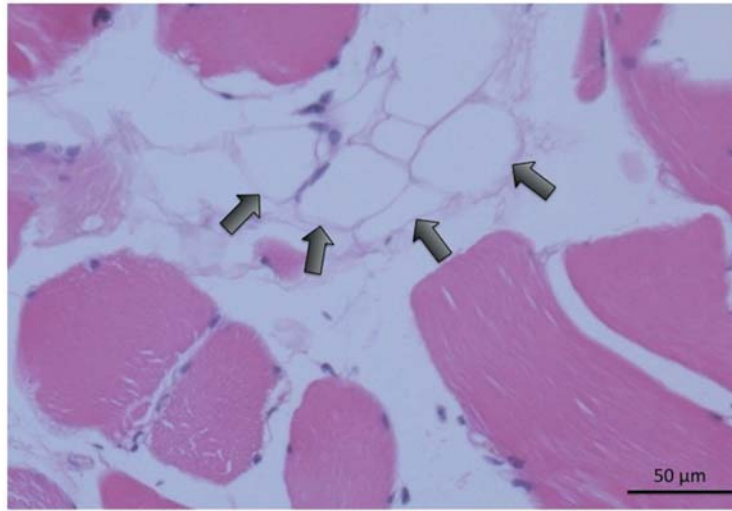


図5. 病理組織像
筋線維の離開、筋線維間への脂肪浸潤をみる。矢印は脂肪細胞を示す。ホルマリン固定パラフィン包埋、H-E染色。

表4: 病理組織像と臨床像の関係；棘上筋

臨床像 \ 病理組織像	棘上筋		Mann-Whitney U-test p値
	脂肪変性あり	脂肪変性なし	
年齢(歳)	65.0 ± 6.9	58.5 ± 10.3	< 0.05 *
罹病期間(か月)	19.1 ± 45.3	9.9 ± 8.2	0.249
術前JOAスコア(点)	61.1 ± 9.8	62.1 ± 7.8	0.418
断裂の大きさ(cm)	3.4 ± 1.7	2.3 ± 1.5	< 0.005 *

* : statistically significant

表5: 病理組織像と臨床像の関係；棘下筋

臨床像 \ 病理組織像	棘下筋		Mann-Whitney U-test p値
	脂肪変性あり	脂肪変性なし	
年齢(歳)	61.3 ± 7.8	59.5 ± 10.0	0.050
罹病期間(か月)	20.5 ± 38.0	18.8 ± 33.9	0.341
術前JOAスコア(点)	66.1 ± 7.7	73.3 ± 6.7	0.383
断裂の大きさ(cm)	3.8 ± 1.7	2.4 ± 1.4	< 0.025 *

* : statistically significant

れ、中垣分類Grade 2～3の所見であった。図4 a、cの矢印は棘上筋、b、dの矢印は棘下筋で、いずれも筋腹に高信号の線状像は認めず、中垣分類Grade 1と判断された。また、棘上筋、棘下筋におけるMRI所見と臨床像の関係をそれぞれ表2に示した。MRIでの腱板筋の脂肪変性と、年齢・罹病期間・JOAスコアの検討では、棘上筋・棘下筋の双方において、脂肪変性あり

群となし群の間に有意差はなかった。MRIでの腱板筋の脂肪変性と断裂の大きさとの検討では、棘上筋・棘下筋の双方において、脂肪変性あり群となし群の間に統計学的有意差を認め(棘上筋：p<0.0005、棘下筋：p<0.0005)、脂肪変性あり群では脂肪変性なし群よりも断裂は大きかった。

病理組織像：ホルマリン固定、パラフィン包埋切片のH-E染色の標本による検討では、筋線維の変性は明らかではなかったが、一部の例で筋線維間に脂肪細胞が認められた(図5)。凍結切片のH-E染色とSudan III染色を用いた筋線維間の脂肪浸潤の評価では、棘上筋においてGrade 0が12肩、Grade 1が13肩、Grade 2が11肩で、脂肪浸潤あり群24肩(65%)、脂肪浸潤なし群12肩(35%)であった。棘下筋における筋線維間の脂肪浸潤の評価では、Grade 0が14肩、Grade 1が10肩、Grade 2が10肩で、脂肪浸潤あり群20肩(59%)、脂肪浸潤なし群14肩(41%)であった。棘上筋、棘下筋における病理組織像と臨床像の関係をそれぞれ表4、表5に示す。病理組織像での筋線維間への脂肪浸潤の評価と罹病期間、JOAスコアの検討では、棘上筋、棘下筋の双方において、脂肪浸潤あり群となし群の間には有意差はなかった。病理組織像での筋線維間の脂肪浸潤の評価と年齢の検討では、棘上筋において脂肪浸潤あり群の方がなし群と比較して年齢が高く、有意差を認めた(p<0.05)。病理組織像での筋線維間の脂肪浸潤の評価と断裂の大きさの検討では、棘上筋・棘下筋の双方において、脂肪浸潤あり群となし群の間に統計学的有意差を認め(棘上筋：p<0.005、棘下筋：p<

表6: MRI所見と病理組織像の関係；棘上筋

MRI所見		棘上筋		χ ² 検定 p値	
		脂肪変性 あり	脂肪変性 なし		
棘上筋	脂肪浸潤	あり	21 肩	3 肩	0.0007*
	なし	3 肩	9 肩		

*: statistically significant

表7: MRI所見と病理組織像の関係；棘下筋

MRI所見		棘下筋		χ ² 検定 p値	
		脂肪変性 あり	脂肪変性 なし		
棘下筋	脂肪浸潤	あり	12 肩	8 肩	0.199
	なし	4 肩	9 肩		

0.025)、脂肪浸潤あり群ではなし群よりも断裂は大きかった。MRIでの腱板筋の脂肪変性と病理組織像での筋線維間への脂肪浸潤の評価では、棘上筋において有意差を認め(p = 0.0007)、病理組織像での脂肪浸潤とMRIでの脂肪変性に関連を認めた(表6)。一方、棘下筋においては有意差を認めなかった(表7)。

【考 察】

MRI上で脂肪変性が見られた場合、手術の際に、筋の柔軟性や腱板の可動性が低下していることが多く、脂肪変性の有無は手術時の一次修復の可否、術式の選択や術後成績に影響するとされている^{35), 36)}。この腱板筋の脂肪変性の病理組織像について、中垣ら³⁷⁾は解剖用献体の肩関節を用いた研究を行い、腱板断裂のある腱板筋には病理組織像で筋線維の脂肪変性がみられ、脂肪変性の程度は腱板の退縮の程度に関連すると報告している。一方、Gerberら³⁸⁾は羊を用いた動物実験で、腱板切離を行った後にCTで観察すると、腱板筋には脂肪変性が見られるが、病理組織像では筋線維自体の脂肪変性は明らかではなく、筋線維の間隙に脂肪細胞が認められたと報告している。このように、腱板断裂後の腱板筋には脂肪変性が起こってくるとされてきたが、有症状の腱板断裂患者における腱板筋のMRI所見と病理所見および腱板断裂の臨床像を比較検討した研究はこれまでになく、病理組織像の検討では解剖用献体やヒト新鮮屍体を利用した研究、病理組織像と

画像所見との比較検討では動物実験に基づく研究が行われるにとどまっている。

過去の腱板筋の脂肪変性に対するMRIによる評価法としては、Goutallier分類をMRIに応用したものが使用されることが多い。しかし、この方法は本来CTによる評価法で、CTとMRIの相関性は必ずしも明瞭ではなく、3段階程度に簡略化してもなお不十分とする報告がある³⁹⁾。そこで本研究では初めからMRIを用いた中垣の分類で評価することとした。

腱板断裂の大きさについて和田ら⁴⁰⁾は、棘上筋においてMRIによる中垣分類のGradeが高くなるに従い大断裂の割合が大きくなっていったとしている。本研究では、MRI上の脂肪変性と断裂の大きさの関係をみると、断裂の大きさは脂肪変性が見られた場合に大きくなっていった。また、筋線維間への脂肪浸潤の評価と断裂の大きさの関係をみると、断裂の大きさは脂肪浸潤が見られた場合に大きくなっていった。MRI画像上の脂肪変性ととも、手術時に得られた病理組織での検討でも脂肪浸潤の有無と断裂の大きさに関連があることが示された。すなわち、大きい断裂や断裂の拡大は、腱板断裂後に起こる、画像上の腱板筋の脂肪変性や筋線維間への脂肪浸潤の出現、悪化に影響すると考えられる。

Gerberら³⁸⁾は、羊の腱板切離後の腱板筋の組織を検討し、筋線維の間隙に脂肪細胞が出現・増加すると報告した。本研究では、有症状の腱板断裂手術患者から採取した腱板筋の病理組織標本で筋線維間に脂肪細胞が観察され、棘上筋における術前のMRIでの脂肪変性との間に統計学的に関連が認められた。この棘上筋における結果から、T1強調画像での腱板筋の高信号は、病理学的な筋線維間への脂肪細胞の浸潤も反映しているものと考えられた。著者ら³²⁾の行った一連の研究により、生体における腱板筋の病理組織像で、初めて筋線維間への脂肪細胞の浸潤を明らかにし、その脂肪浸潤とMRIで観察される脂肪変性との関係も明らかにした。しかし、棘下筋においては統計学的な関連は認められなかった。有意差を認めなかった理由としては、病理組織で筋線維間への脂肪浸潤ありと評価されているにもかかわらず、MRIで腱板筋の脂肪変性なしと評価されている症例数が多いことがあげられる。この結果から、棘下筋における病理組織学的な脂肪浸潤は、MRIでは完全に捉えきれていない可能性があることが考えられた。その理由として、①棘下筋における脂肪浸潤は、棘上筋のそれとは病理組織学的に異なり、MRIでとらえきれない程度の微細な脂肪細胞の浸潤が比較的多く含まれるという可能性、②棘下筋におけ

る脂肪変性がMRIの分類で適切に表現されなかった可能性（中垣の分類は棘上筋を対象としている）が考えられた。一般的に腱板断裂は、棘上筋から発生し棘下筋に及んでいくとされているが、堀ら⁴¹⁾によると、CTにおける腱板筋の脂肪変性は棘下筋で最も高頻度であり、棘下筋腱を含む棘上筋・棘下筋の断裂や棘上筋・棘下筋・肩甲下筋の3腱の断裂だけではなく、棘下筋腱を含まない棘上筋単独断裂や棘上筋・肩甲下筋腱の断裂でさえも、棘下筋に脂肪変性が認められたと報告している。本研究においても、棘上筋前方の1 cm程の小断裂例の病理組織で、棘下筋の筋線維間に脂肪浸潤ありと評価された例や、MRIで棘下筋に脂肪変性ありと評価された例も存在した。また、金谷⁴²⁾はマウスを用いた動物実験で、腱断裂と固定による廃用の2つの原因による筋病理組織像を比較し、両群ではtype 1およびtype 2線維の萎縮の程度が異なるなど、筋が使用されなくなった原因によって異なる像を示すと報告している。以上から、棘下筋における脂肪変性または脂肪浸潤においては、棘下筋腱の断裂による変化と、明らかな棘下筋腱断裂がない状態で疼痛などにより肩が使用されないための廃用による変化が混在しており、棘上筋とはやや異なっている可能性を考える必要があるかもしれない。

本研究の限界として、病理組織が針生検での検体である点が上げられる。本研究では手術症例で生体を対象としているため、修復する筋への侵襲を避けこの方法を採用した。そのため一定面積における筋-脂肪組織比などの定量的評価ができていない。また、本来筋全体の脂肪浸潤を正確に評価するのであれば、筋全体か最低限ブロックでの採取が望ましいが、侵襲度の点からは限界がある。

【ま と め】

1. 肩腱板断裂患者の棘上筋・棘下筋より機能再建術時に組織生検を行い、その病理組織像と臨床像、MRI所見との関係を検討した。
2. 棘上筋と棘下筋において、断裂の大きさは、MRIでの脂肪変性および病理組織像での脂肪浸潤がみられた場合に有意に大きくなっていた。大きい断裂や断裂の拡大は、腱板断裂後に起こる筋線維間の脂肪浸潤の有無と程度に影響すると考えられた。
3. 棘上筋において、MRIでの脂肪変性がある場合には病理組織像で筋線維間への脂肪浸潤を示す例が多く、脂肪変性がない場合には脂肪浸潤もない例が多くみられ、統計学的に有意であった。MRI T1強調

像の高信号は、病理組織像での脂肪細胞の浸潤も反映すると思われた。

文 献

1. Golding FC: The shoulder--the forgotten joint. *Br J Radiol*, 1962; 35: 149-158
2. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM: 上肢. グレイ解剖学. 初版, 訳: 塩田浩平, 瀬口春道, 大谷 浩, 杉本哲夫, エルゼビアジャパン, 東京, 2007, 608-746
3. 牧内大輔, 鈴木一秀, 三原研一, 松久孝行, 西中直也, 山口 健ほか: 腱板完全断裂に対する保存療法の効果―第2報―. *肩関節*, 2008; 32: 609-612
4. 杉原隆之, 中川照彦, 三森甲字, 石突正文, 四宮謙一: 腱板断裂の手術治療成績. *肩関節*, 2002; 26: 225-228
5. Codman EA: Complete rupture of the supraspinatus tendon: operative treatment with report of two successful cases. *Boston Med Surg J*, 1911; 164: 708-710
6. Debeyre J, Patie D, Elmelik E: Repair of ruptures of the rotator cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br*, 1965; 47: 681-684
7. Neviasser JS, Neviasser RJ, Neviasser TJ: The repair of chronic massive ruptures of the rotator cuff of the shoulder by use of a freeze-dried rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*, 1978; 60: 681-684
8. 衛藤正雄, 伊藤信之, 朝長 匡, 井上博文: 腱板断裂の手術治療成績. *肩関節*, 1998; 22: 301-303
9. MacLaughlin HL: Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder, I: The exposure and treatment of tears with retraction. *J Bone Joint Surg Am*, 1944; 26: 31-51
10. MacLaughlin HL: Rupture of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*, 1962; 44: 970-983
11. 望月 由, 永田義彦, 越智光夫, 横矢 晋, 大前博路, 柏木健児: 腱板断裂の長期成績―術式による比較について―. *肩関節*, 2011; 35: 421-423
12. Wolfgang GL: Surgical repair of tears of the rotator cuff of the shoulder. *J. Bone Joint Surg Am*, 1974; 56: 14-25
13. 高木信吾, 伊藤信行, 衛藤正雄, 吉原由樹: 肩腱板断裂に対する観血的治療成績. *整形外科と災害外*, 1989; 37: 1410-1414
14. Farrall LA: Arthroscopic rotator cuff repairs using suture anchors. *ARON J*, 1995; 62: 739-746
15. Gartsman GM, Hammerman SM: Full-thickness tears: arthroscopic repair. *Orthop Clin North Am*, 1997; 28: 83-98
16. Snyder SJ: Technique of arthroscopic rotator cuff

- repair using implantable 4-mm Revo suture anchors, suture Shuttle Relays, and no. 2 nonabsorbable mattress sutures. *Orthop Clin North Am*, 1997; 28: 267-275
17. Denard PJ, Burkhart SS: The evolution of suture anchors in arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy*, 2013; 29: 1589-1595
 18. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J: Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89: 953-960
 19. Nobuhara K: Examination of the Shoulder. The Shoulder. 1st ed, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 2003: 92-160
 20. Goutallier D, Bernageau J, Patte D: Assessment of the trophicity of the muscles of ruptured rotator cuff by CT scan in surgery of shoulder. In: Mosby Year Book. CW Mosby, Chicago, 1990, 11-13
 21. 中垣公男, 富田恭治, 岡村圭祐, 尾崎二郎: MR画像から捉えた腱板断裂における棘上筋の伸縮性. *肩関節*, 1995; 19: 285-288
 22. DeOrto JK, Cofield RH: Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am*, 1984; 66: 563-567
 23. Kieft GL, Sartoris DJ, Bloem JL, Hajek PC, Baker LL, Resnick D, et al.: Magnetic resonance imaging of glenohumeral joint diseases. *Skeletal Radiol*, 1987; 16: 285-290
 24. Keyes EL: Anatomic observations on senile changes in the shoulder. *J Bone Joint Surg*, 1935; 17: 953-960
 25. 近 良明, 塩崎浩之, 菅谷啓之, 外山秀樹: 無症候性肩における腱板完全断裂の頻度—肩関節造影による検討—. *日整会誌*, 2004; 78: 4; S406
 26. 皆川洋二, 山本宣幸, 阿部秀一, 菊池一馬, 木島泰明, 富岡 立ほか: 腱板断裂の疫学. *日整会誌*, 2006; 80: 3; S217
 27. 皆川洋二, 山本宣幸, 阿部秀一, 菊池一馬, 木島泰明, 富岡 立ほか: 肩が痛い人, 痛かった人, 痛くなったことがない人における腱板断裂の疫学. *日整会誌*, 2007; 81: 3; S227
 28. 山本敦史, 高岸憲二, 大沢敏久, 小林 勉, 中島大輔, 設楽 仁: 無症候性腱板断裂の臨床像. *肩関節*, 2008; 32: 409-412
 29. 吉田 篤, 小川清久: 腱板断裂の疫学—断裂が存在する頻度・断裂の経過—, 症状の発生と治療の目的. *MB Orthop*, 2005; 18: 9-14
 30. 村 成幸, 後藤康夫, 松田雅彦, 桃井義敬, 荻野利彦: 腱板広範囲断裂に対する一時修復の可否は術前予測可能か?. *肩関節*, 1999; 23: 391-395
 31. 山口 浩, 金谷文則, 末永直樹, 大泉尚美: 腱板広範囲断裂における術前棘上筋および棘下筋の筋萎縮および脂肪変性は術後回復するか?. *肩関節*, 2010; 34: 405-409
 32. 鶴田大作, 村 成幸, 荻野利彦: 腱板断裂患者における臨床像, 腱板筋のMRI所見と病理組織像との関係. *肩関節*, 2010; 34: 737-740
 33. Boileau P, Chuinard C, Roussanne Y, Neyton L, Trojani C: Modified latissimus dorsi and teres major transfer through a single delto-pectoral approach for external rotation deficit of the shoulder: as an isolated procedure or with a reverse arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007; 16: 671-682
 34. Zlatkin MB: Rotator cuff tears: Diagnostic performance of MR imaging. *Radiology*, 1998; 172: 223-229
 35. Gerber C, Schneeberger AG, Hoppeler H, Meyer DC: Correlation of atrophy and fatty infiltration on strength and integrity of rotator cuff repairs: a study in thirteen patients. *J Shoulder Joint Surg*, 2007; 16: 1973-1982
 36. Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S: Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg*, 2003; 12: 550-554
 37. 中垣公男, 大城 治, 富田恭治, 桜井悟良, 建道壽教, 尾崎二郎: 腱板断裂に伴う棘上筋筋腹の脂肪変性. *中部整災誌*, 1994; 37: 1059-1060
 38. Gerber C, Meyer DC, Schneeberger AG, Hoppeler H, von Rechenberg B: Effect of tendon release and delayed repair on the structure of the muscles of the rotator cuff: an experimental study in sheep. *J Bone Joint Surg Am*, 2004; 86: 1973-1982
 39. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C: Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Joint Surg*, 1999; 8: 599-605
 40. 和田政浩, 衛藤正雄, 朝長 匡, 進藤裕幸: 肩腱板断裂後の棘上筋筋腹のMRI評価. *肩関節*, 2001; 25: 231-234
 41. 堀 克弘, 吉川玄逸, 平岡誠司, 松末吉隆, 村上元庸: 腱板完全断裂における断裂筋の脂肪変性の頻度—CT画像による観察—. *肩関節*, 2003; 27: 455-458
 42. 金谷文則: 脱神経性筋萎縮に関する実験的検討—それに対する電気刺激の効果と不動性萎縮との比較. *日整会誌*, 1988; 62: 635-651

The analysis of the relationship among clinical features, MRI and pathological findings in the patients with torn rotator cuff muscles of the shoulder

— special reference to the findings of biopsied muscular tissue samples —

Daisaku Tsuruta*, Nariyuki Mura, Michiaki Takagi***

**Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University Faculty of Medicine*

***Department of Orthopaedic Surgery, Tanshinkai Yoshioka Hospital*

ABSTRACT

Purpose : To clarify the pathology of the fatty degeneration on MRI in the patients with torn rotator cuff muscles of the shoulder, and clinical sense of this phenomenon.

Materials : Forty-one shoulders in forty-three patients with rotator cuff tears, treated surgically in our hospital.

Methods : Size of tear and fatty degeneration were evaluated on the MRI using Nakagaki's classification. Needle biopsy was done at the supraspinatus and infraspinatus muscle, and the biopsy organization was evaluated about the fatty infiltration between muscle fibers. We evaluated and analyzed the relationship between the clinical, MRI and pathological findings statistically.

Results : There were fatty degeneration in the MRI, and fat cell infiltration between the muscle fibers. In the supraspinatus and infraspinatus, size of tear was large in the fatty degeneration (+) group and fatty infiltration (+) group. In the supraspinatus, there was a relationship between the fatty degeneration on MRI and fatty infiltration between muscle fibers on pathology.

Conclusion : The fatty degeneration, observed as intramuscular high signal in MRI, was refracted the fat cell between muscle fibers.

Key words : Rotator cuff, Fatty degeneration, Pathological findings, Fatty infiltration