



Title	SE T1およびGRE T2強調MRIによる膝内障の診断能-300 膝の関節鏡所見との対比-
Author(s)	佐々木, 泰輔; 斎藤, 陽子; 淀野, 啓 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1998, 58(11), p. 572-577
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17495
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

SE T1およびGRE T2*強調MRIによる膝内障の診断能 -300膝の関節鏡所見との対比-

佐々木泰輔¹⁾ 斎藤 陽子¹⁾ 淀野 啓¹⁾ 三浦 弘行¹⁾ 篠原 敦¹⁾ 水野 恵子¹⁾
阿部秀一郎¹⁾ 板橋 陽子¹⁾ 川島 信二²⁾ 中野 恵介²⁾ 西谷 衛²⁾

1)弘前大学医学部放射線医学教室 2)青森整形外科クリニック

MR Diagnosis of Internal Derangement of the Knee by SE T1 and GRE T2* Weighted Images: Evaluation of 300 arthroscopically proven knees

Taisuke Sasaki¹⁾, Yoko Saito¹⁾, Hiraku Yodono¹⁾,
Hiroyuki Miura¹⁾, Atsushi Shinohara¹⁾,
Keiko Mizuno, Shuichiro Abe¹⁾, Yoko Itabashi¹⁾,
Shinji Kawashima²⁾, Keisuke Nakano²⁾
and Mamoru Nishiya²⁾

To evaluate whether or not the combination of sagittal and coronal spin-echo (SE) T1 and sagittal gradient echo (GRE) T2* weighted imaging is adequate to diagnose internal derangement of the knee, a study was done in 300 knees of 293 consecutive patients who underwent both MR imaging of the knee and arthroscopy. In prospective analysis, the MR imaging had an accuracy, sensitivity and specificity of more than 90% in the evaluation of medial meniscus (MM) and of 97% in the evaluation of anterior cruciate ligament (ACL). In the evaluation of lateral meniscus (LM), accuracy was 83%, sensitivity 76%, and specificity 88%. In a review of false-negative MR diagnoses ($n = 42$) of menisci, the most significant lesion was not in the meniscus but in the ACL in 32 knees (76%). Conservative treatment was selected in 25 knees (60%), rather than partial meniscectomy ($n = 13$) or meniscorectomy ($n = 4$). There were 21 false-positive MR diagnoses of menisci even in retrospective analysis, and 17 of them (81%) had findings of tear in the posterior zone, which is known to be a difficult area for arthroscopic examination. The results were similar to those of other authors' with SE T1 and/or proton density and T2 weighted images. The combination of sagittal and coronal SE T1 and sagittal GRE T2* weighted images could be sufficient as a routine MR protocol for diagnosing the internal derangement of the knee.

Research Code No. : 505.9

Key words : MR imaging of the knee, Arthroscopy, Internal derangement of the knee, Gradient echo T2* weighted image, Spin-echo T1 weighted image

Received Mar. 23, 1998; revision accepted Jun. 18, 1998

1) Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine
2) Aomori Orthopedic Clinic

緒 言

膝内障におけるMR imaging(以下MRIと略す)の有用性は広く知られている。1994年、Rubin¹⁾らによりfast spin echo(以下FSEと略す)sequenceは半月板損傷の診断に用いるべきではないという報告がなされて以来、MRIによる膝内障診断の撮像シーケンスは各施設によりさまざまであると思われる。われわれはspin echo法によるT1強調像(以下SE T1WIと略す)とgradient echo法によるT2*強調像(以下GRE T2*WIと略す)を膝内障診断のルーチン撮像法としている。関節鏡で確認された300膝についてのMRIの診断能を検討し上記撮像法の有用性、問題点について若干の知見を得たので報告する。

対 象

1992年6月から1997年8月の間に青森整形外科クリニックにおいて膝のMRIが施行され関節鏡で確認された連続293例、300膝を対象とした。内訳は男性161例167膝、女性132例133膝で、年齢は13歳から71歳、平均31歳である。なお膝関節置換術を必要とした高度の変形性関節症ならびに術後の症例は除外した。

方 法

MRIは0.5T超伝導装置(Resona plus & Vectra II, GE-YMS medical system)で四肢用コイルを用いて撮像した。全例、前十字靭帯に平行なSE T1強調ならびにGRE T2*強調矢状断像とSE T1強調冠状断像が撮像された。47膝ではこれに加えてFSE T2強調矢状断も施行された。シーケンスは、SE T1 WIで400~460/20~25/4~5(TR/TE/excitations), GRE T2* WIで460~520/25~30/4/30°(TR/TE/excitations/flip angle), FSE T2強調像(以下FSE T2WIと略す)で3800/90/4~5(TR/effective TE/excitations), echo train lengthは8または10である。スライス厚は矢状断像が4mm、冠状断像は5mm、スライス・ギャップはいずれも1mmで、マトリックスは256×192である。SE T1WI(矢状断ならびに冠状断)およびGRE

Table 1 Comparison between GRE T2* and FSE T2 weighted images in Diagnosing Meniscal Tear: 51 meniscal tears of 47 knees

	T2*WI		FSE T2WI	
	positive	negative	positive	negative
true	44	38	26	39
false	5	7*	4	25
sensitivity (%)		86		51
specificity (%)		88		91
accuracy (%)		87		69

*Significantly less than number of false negative diagnosis by FSE T2WI ($p = 0.0051$)

T2*WI(矢状断)に要する撮像時間は位置ぎめ用の横断像を含めて20分前後である。膝関節鏡は全て一名の整形外科医(SK)により、前方からのアプローチで施行された。MRIの読影も全て一名の放射線科医(TS)が行い、関節鏡所見と対比した。MRIによる半月板断裂の診断は、半月板内の信号と関節面の関係を基に grade 1 から 3 まで分類された内の grade 3、即ち関節面に達する半月板内の高信号あるいは半月板の形態異常がある場合に断裂あり^{2)~4)}とした。前十字靱帯断裂は矢状断像ならびに冠状断像で前十字靱帯そのものの非連続性、走行異常、腫大や信号異常などの直接所見と、骨挫傷(bone bruise)、脛骨の前方偏位あるいは後十字靱帯の屈曲などの間接所見から総合的に判定した⁵⁾。関節鏡所見をgold standardとした場合の半月板損傷ならびに前十字靱帯断裂のMRIによる診断精度を、臨床診断名や病歴、関節鏡所見による偏りのない検討と、これらの情報を参考にした上で検討により算出した。以下、本稿では前者をprospectiveな検討、後者をretrospectiveな検討と便宜上呼ぶことにする。FSE T2強調矢状断像が追加された47膝では、半月板損傷の診断能をGRE T2*とそれぞれ別々に検討し比較した。

結果

51の半月板断裂が関節鏡で確認された47膝についてFSE T2WIとGRE T2*WIの診断能を比較すると(Table 1)、FSE T2WIの偽陰性診断が51の断裂中約半数の25と多く(Fig.1)、偽陰性診断は危険率1%以下でGRE T2*WIがFSE T2WIより有意に少なかった(χ^2 検定)。FSE T2WIで診断できた断裂でもGRE T2*WIと比較すると断裂の詳細な診断はGRE T2*WIの方が優れていたものが多かった(Fig.2)。

293例、300膝の関節鏡所見をgold standardとした場合のSE T1WI(矢状断ならびに冠状断)とGRE T2*WI(矢状断)によるMRIの診断能をTable 2に示す。内側半月板ならびに前十字靱帯の診断能はprospectiveな検討でもsensitivity, specificityならびにaccuracyいずれも90%以上であった。しかしながら、外側半月板についてはいずれも90%以下であり、特にsensitivityは76%と偽陰性診断の多さ(120の断裂中29)がめだった。偽陰性診断中retrospectiveな検討で断裂を診断できたものは、内側半月板では13膝中約半数の7膝であった(Fig.3)が、外側半月板では29膝中7膝(24%)でsensitivityも82%にとどまった。外側半月板ならびに内側半月板の偽陰性診断例をそれぞれ主病変ならびに治療方法から検討した結果をTable 3に示す。主病変はいずれも前十字靱帯が圧倒的に多く(42中膝32膝、76%)、外側半月板ならびに内側半月板が主病変であったものはそれぞれ29膝中4膝(14%)、13膝中1膝(8%)と少なかった。治療方法をみると、最終的な治療である半月板部分切除術が施行されたのは内側半月板では13膝中3膝と少なかった。外側半月板では29膝中10膝に部分切除がなされたが、放置したもののが17膝ありトリミングされた2膝を加えると積極的治療を要さない、即ち不安定性のない断裂が29膝中19膝(66%)と過半数を占めた(Fig.4)。一方、主病変が半月板断裂で

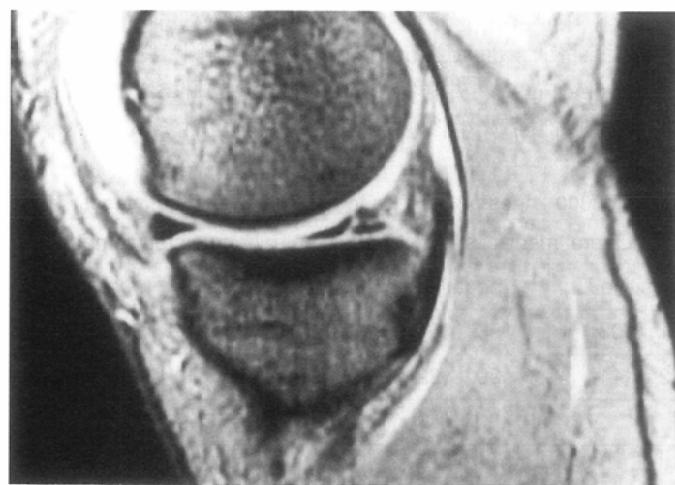
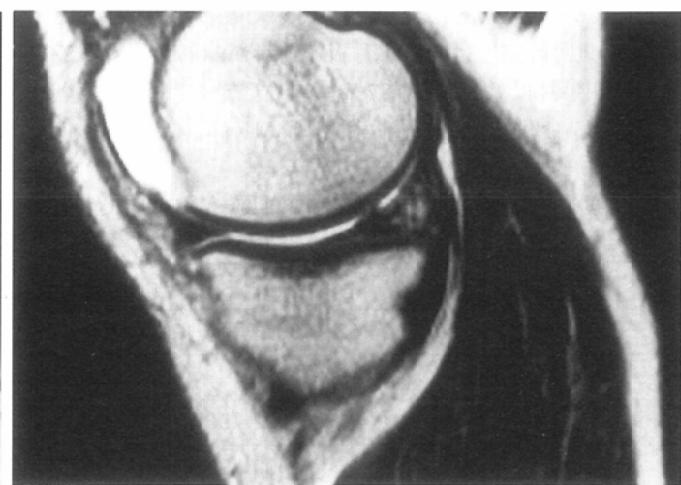


Fig.1 Meniscal tear seen only on GRE T2*WI.

A: Sagittal GRE T2*WI(420/25, 30°) shows tear in posterior zone of medial meniscus.
B: Sagittal FSE T2WI(3800/90Ef) does not show meniscal tear.



A B

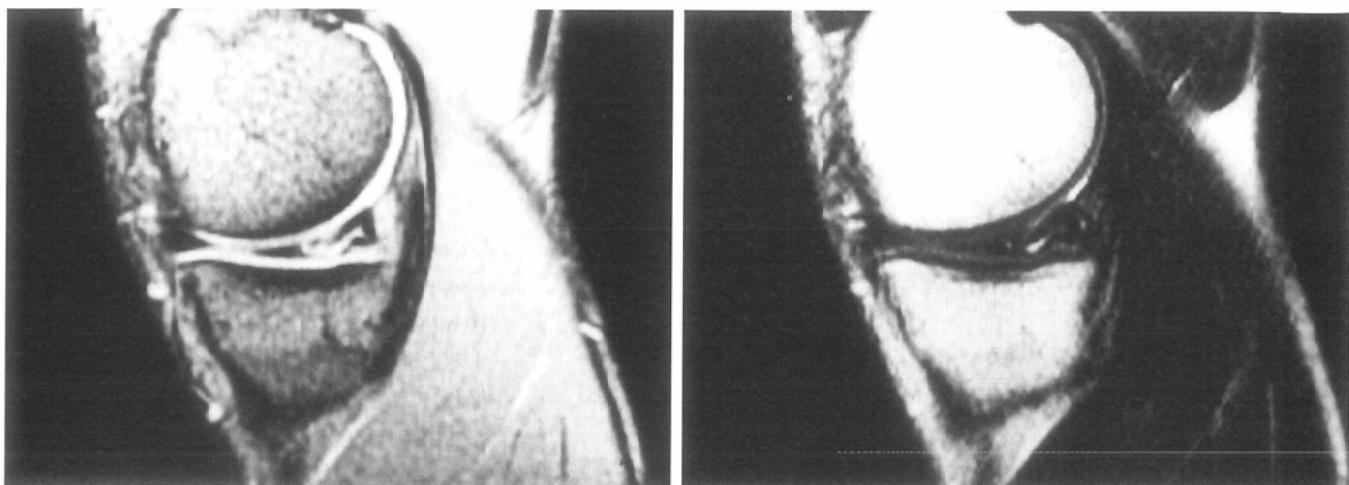


Fig.2 Meniscal tear diagnosed with higher confidence on GRE T2*WI.

A: Sagittal GRE T2*WI (420/25, 30°) shows a definite meniscal tear.
B: Sagittal FSE T2WI (3800/90Ef) shows meniscal tear, but it does not demonstrate component of tear as well as GRE T2*WI.

A | B

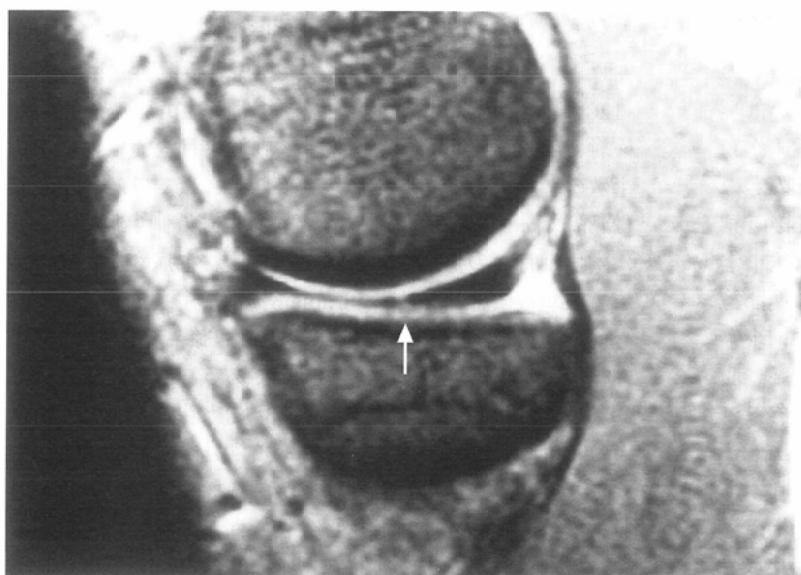


Fig.3 Sagittal GRE T2*WI (520/30, 25°) with false-negative interpretation of medial meniscal tear. Tiny radial tear in posterior junctional zone was seen and trimming was done arthroscopically. Questionable tear could be diagnosed retrospectively (arrow).

部分切除や縫合などの積極的治療がなされたものは、内側半月板で13膝中1膝(8%)で、外側半月板では29膝中2膝(7%)のみであった。半月板断裂の診断能を前十字靱帯が断裂していなかったものと断裂していたもので比較すると(Table 4)，敏感度は内側半月板で前者が94%，後者が83%，外側半月板でそれぞれ87%，67%であった。前十字靱帯断裂に合併した半月板断裂のMRIによる診断能

(sensitivity)は前十字靱帯に断裂のなかった半月板断裂のそれに比べて、内側半月板では危険率0.5%以下で、外側半月板では同5%以下で有意に低かった(χ^2 検定)。

半月板断裂の偽陽性診断をretrospectiveに検討しても、なお断裂と診断せざるを得ないものが内側半月板では13膝中10膝(Fig.5)，外側半月板では22膝中11膝あった。これらの偽陽性断裂の部位を前(anterior)，中(middle)，後

Table 2 Prospective and retrospective MR imaging interpretations of 300 knees by SE T1 and GRE T2* weighted images

	Medial meniscus		Lateral meniscus		Anterior cruciate ligament	
	positive	negative	positive	negative	positive	negative
true	152 (159)	122 (125)	91 (103)	158 (164)	129 (131)	162 (163)
false	13 (10)	13 (6)	22 (11)	29 (22)	5 (4)	4 (2)
sensitivity (%)	92 (96)		76 (82)		97 (99)	
specificity (%)	90 (93)		88 (94)		97 (98)	
accuracy (%)	91 (95)		83 (89)		97 (98)	

Numbers in parentheses are retrospective value.

Table 3 Evaluation of false negative meniscal tears by MR imaging: About main lesions and treatments

		LM (n = 29)	MM (n = 13)	Total (n = 42)
The most significant lesions	ACL	22	10	32
	MM	0	2	2
	LM	4	1	5
	Others	3	0	3
Methods of treatment	Partial meniscectomy	10	3	13
	Meniscoresis	0	4	4
	Fusion with fibrin glue	0	4	4
	Trimming	2	1	3
	Curretage	0	1	1
	Nothing	17	0	17

ACL: anterior cruciate ligament, LM: lateral meniscus, MM: medial meniscus

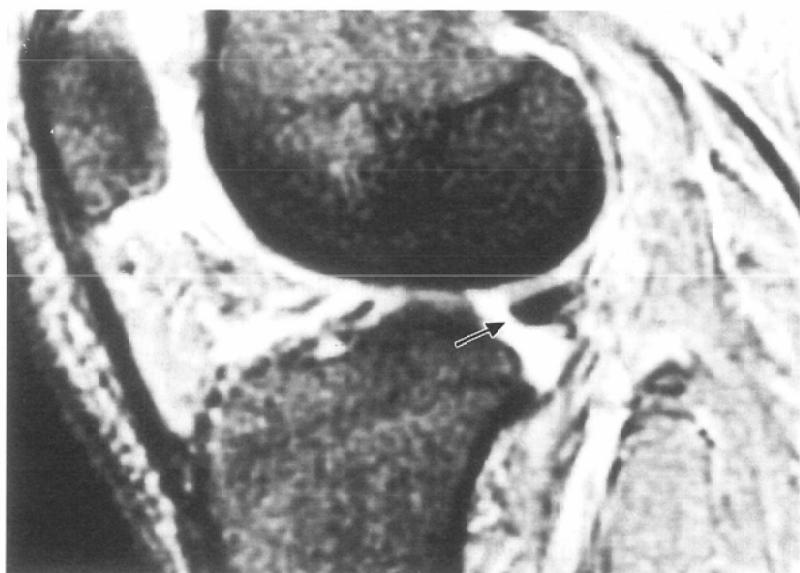


Fig.4 Sagittal GRE T2*WI (520/30, 25°) with false-negative diagnosis of lateral meniscal tear. Findings of arthroscopy was small tear in inner portion which was left intact. Inner edge of lateral meniscus appears dull retrospectively (arrow).

Table 4 Sensitivity of MR imaging for detecting meniscal tears: Intact vs torn anterior cruciate ligament

Location of tear	Anterior cruciate ligament		
	Intact	Torn	Total
Medial meniscus			
No. of missed tears	3	10	13
No. of tears	105	60	165
Sensitivity	94%	83% ^a	92%
Lateral meniscus			
No. of missed tears	7	22	29
No. of tears	53	67	120
Sensitivity	87%	67% ^b	76%

^a: Significantly less than with anterior cruciate ligament intact ($P = 0.0039$)^b: Significantly less than with anterior cruciate ligament intact ($p = 0.048$)

(posterior)のzone(節)と内(inner)1/3, 中(central)1/3, 外(outer)1/3のareaに分けて検討すると内側半月板では10膝すべてが後節で, area別では1膝が内1/3だったものの他の9膝は外1/3あるいは中1/3から外1/3であった。これに対して外側半月板の偽陽性断裂の部位は後節が11膝中7膝と多かったが, 中節や前節も2膝ずつあった。内, 中, 外のarea別ではすべてのareaに分布しており, 一定の傾向はなかった。

前十字靭帯断裂の偽陰性診断は4膝あったが, 2膝はretrospectiveには断裂と診断できる不全断裂で, 2膝はretrospectiveにも診断できなかった。前者には再建術がなされたが, 後者には再建術はなされなかった。また, 受傷からMRI検査日までの期間は1膝が約1ヶ月であったが3膝は一年以上であった。偽陽性診断は5膝あり, 3膝では明確な外傷の既往がなかった。Retrospectiveな検討でもなお4膝は断裂と診断せざるをえなかつたが, 関節鏡ではこのうち1膝に靭帯の弛緩を認め, 1膝に靭帯を包む滑膜の裂傷を認めたが断裂とは診断されなかつた。

考 察

Fast spin echo法によるT2強調像は従来のspin echo T2強調像に比べて, 通常半分あるいはそれ以下の時間で撮像ができるため脳や脊髄あるいは骨盤など多くの領域で広く用いられている。膝関節については1994年, Rubinら¹⁾がFSE法は半月板損傷の診断に用いるべきではないという報告をして以来, 膝内障診断のためのMRI撮像のプロトコールは各施設によりさまざまであると思われる。

諸家の報告⁶⁻⁸⁾で示されているようにT1強調像ばかりでなくT2強調像も従来のspin echo法で撮像することが, 充分な診断精度が期待できるもっとも良い方法かもしれない。しかしながら一般の診療の場では限られた時間でMRI検査を施行する必要があることはもちろんあるが, FSE法やgradient echo法の撮像時間に慣れたものにとっては従来のspin echo T2強調像を長い時間をかけて撮像することは耐え難いようく感ずることも事実ではなかろうか。

今回のわれわれの検討では, 関節鏡で確認された47膝, 51の半月板断裂のFSE T2強調像による診断能はsensitivity: 51%とGRE T2*強調像に比べて有意に低く, FSE T2強調像は半月板断裂の診断に用いるべきではないことが確認され

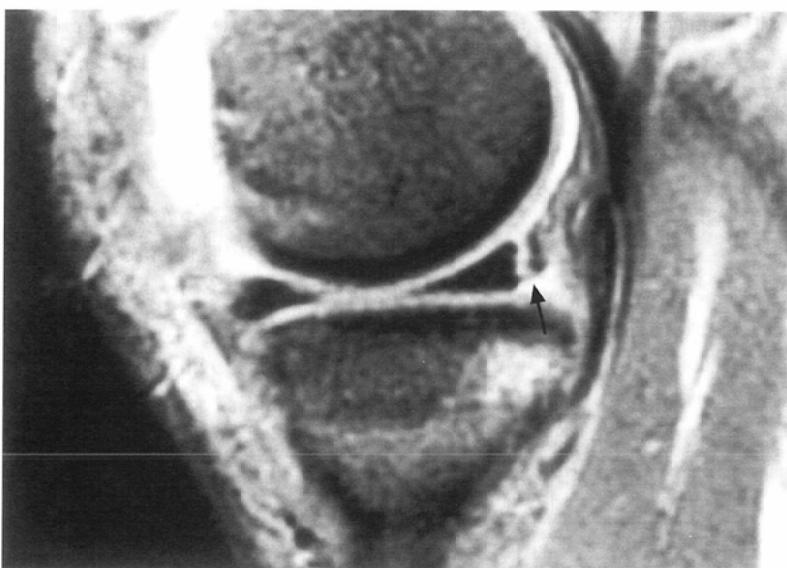


Fig.5 Sagittal GRE T2*WI (520/30, 25°) with false-positive interpretation of longitudinal tear in peripheral portion of medial meniscus (arrow). Findings of arthroscopy was normal. It is known that posterior zone of medial meniscus is difficult to see arthroscopically, and also that stable tear of outer area has a great potential of spontaneous healing.

た。もちろん、このことはFSE T2強調像としてわれわれが用いたシークエンスに限ったことであり、厳密にはecho train length やecho timeなどのパラメーターを変化させた検討も必要と思われる。しかしながら、今回の主な目的はあくまで0.5T超伝導MRI装置のSE T1強調矢状断ならびに冠状断像とGRE T2*強調矢状断像の組み合わせによる膝内障の診断能ならびに問題点を検討することである。

われわれのprospectiveな検討による300膝の診断能を諸家⁶⁻⁸⁾の報告と比較すると(Table 5), ほぼ同様の傾向をしめした。すなわち、内側半月板ではsensitivity, specificityならびにaccuracyともに90%以上でありほぼ満足すべき診断能と考えられ、外側半月板については特にsensitivityが76%と低くMRIによる偽陰性診断が多い点が問題であった。膝内障のMRIによる診断能は、磁場強度による有意差はないことが0.5Tと1.5Tの装置による比較で証明されている^{9,10)}。我々の結果と諸家⁶⁻⁸⁾によるspin echo法T1あるいはプロトン密度強調像、T2強調像、中にはGRE T2*強調像も組み合わせて施行されている1.5T超伝導MRI装置の診断能を比較しても大

差なかったことから、我々の用いているプロトコール、すなわちSE T1強調矢状断ならびに冠状断とGRE T2*強調矢状断はルーチンの撮像法として大きな問題はないと考えられる。

MRIによる半月板の偽陰性診断膝を検討すると、それぞれの主病変は圧倒的に前十字靱帯が多いこと(76%), さらに前十字靱帯断裂に合併した半月板断裂の偽陰性診断が前十字靱帯に断裂のなかった半月板断裂のそれに比べて有意に多かったことがわかった。すなわち前十字靱帯断裂に合併した半月板断裂は見落としやすい^{6,7)}といえる。また半月板偽陰性診断膝を治療方法から検討すると、部分切除術がなされたのは内側半月板で13膝中3膝と少なく外側半月板では29膝中10膝だったが、残る19膝の断裂はほとんど治療を必要としない不安定性のない断裂であった。一方、見落とした半月板断裂が主病変でかつ部分切除術がなされたのは内側半月板で13膝中1膝、外側半月板で29膝中2膝のみであった。膝内障

診断におけるMRIの役割は、コストが高く侵襲も多い関節鏡を極力減らすことであるという考え方もある¹¹⁾⁻¹³⁾。またMRIで診断できないような小さなあるいは不安定性のない半月板断裂は関節鏡や関節切開術をしない方が良いともいわれている⁸⁾。したがって、偽陰性診断が偽陽性診断より多かったことは、その逆より望ましいことかもしれない。

次に偽陽性診断について考察してみたい。ひとつは関節鏡検査そのものにも見落とし、すなわち偽陰性診断があるという点である。報告によってその割合はさまざま¹⁴⁾⁻¹⁶⁾だが、通常行われている前方からのアプローチによる関節鏡では後節の辺縁部の観察が特に内側半月板で困難ことが多いといわれている^{17,18)}。偽陽性診断例をretrospectiveに検討したが、なお断裂と診断せざるをえなかつものが特に内側半月板で多かった(13膝中10膝)こと、ならびに偽陽性診断された半月板の部位は殆どが後節であったという我々の結果は、MRIの偽陽性診断の中には関節鏡の偽陰性診断が少なからず含まれていることを示唆している。もうひとつは半月板断裂が自然治癒する可能性である。半月板辺縁

Table 5 Diagnostic efficacy of MR imaging in detection of meniscal tears: Comparison with other authors' studies

Author	Number of case or knee	Magnet (T) and sequences	Sensitivity (%)		Specificity (%)		Accuracy (%)	
			MM	LM	MM	LM	MM	LM
De Smet ⁶⁾	400	1.5T SE T1, PD & T2	93	80	87	93	90	89
Justice ⁷⁾	561	1.5T SE PD & T2, GRE T2*	96	82	91	98	95	93
Quinn ⁸⁾	254	1.5T SE PD & T2, GRE T2*	92	70	82	95	88	89
This study	300	0.5T SE T1, GRE T2*	92	76	90	88	91	83

MM: medial meniscus, LM: lateral meniscus

部は血流豊富なため、不安定性のない辺縁部の縦断裂は自然治癒する可能性が高いことが知られている¹⁹⁾。我々の偽陽性診断の検討でも、特に内側半月板では外1/3、即ち辺縁部の断裂が殆どであった。したがってMRIによる半月板の偽陽性診断の中には、MRI施行日から関節鏡までの間に自然治癒したものが含まれている可能性もある。一方、retrospectiveな検討で偽陽性診断が訂正されたものもあり、特に外側半月板で多かった(22膝中11膝)。この中には外側半月板と膝窩筋腱あるいは大腿半月靱帯などのよく知られているpitfallの他に、GRE T2*強調像のみで診断したために誤診したものもあった。GRE T2*強調像では半月板内に高信号があるようにみえるがSET1強調像では半月板と関節包の間の信号であることが確認できることがあった。したがってSE T1ならびにGRE T2*強調像の組み合わせによる膝関節のMRIを読影する際には、pitfallに留意することはもちろんあるが、GRE T2*強調像ばかりではなくSE T1強調像も併せて診断する必要がある。前述の如く偽陰性診断を恐れて微細な所見に惑わされるより偽陽性診断を極力減らす努力が大切と考えられる。

前十字靱帯断裂の偽陰性診断には、陳旧性で一部に靱帯の連続性が残る断裂が多く、このような断裂のMRI診断は困難なことがあることが再確認できた²⁰⁾。偽陽性診断には

retrospectiveな検討でもなお断裂と診断せざるをえないものが5膝中4膝みられた。滑膜に被われた前十字靱帯を関節鏡で診断することの限界や術者の主観なども考慮する必要があるのかもしれない。

今回の研究の問題点としては、わずかに1名の放射線科医によるMRIの検討であり学習効果も含めて客觀性に乏しい点が挙げられる。学習効果については当初の200膝で検討した結果と今回の300膝での結果には大きな差はなく、それほど問題にはならないと考えている。

結論

0.5T超伝導MRI装置を用いSE T1強調矢状断ならびに冠状断、GRE T2*強調矢状断が施行された300膝の半月板断裂ならびに前十字靱帯断裂の診断能はspin-echo法による諸家の報告と同様であった。300膝中47膝ではFSE T2強調矢状断も施行され、半月板断裂の診断能をGRE T2*強調矢状断像と比較したが、FSE T2強調像の敏感度は有意に低かった。したがって、SET1強調矢状断ならびに冠状断とGRE T2*強調矢状断の組み合わせによるMRIは、撮像時間も短く膝内障のルーチン検査として適当と考えられた。

文献

- 1) Rubin DA, Kneeland JB, Listerud J, et al: MR diagnosis of meniscal tears of the knee; Value of fast spin-echo vs conventional spin-echo pulse sequences. AJR 162: 1131-1135, 1994
- 2) Stoller DW, Martin C, Crues JV III, et al: Meniscal tears; Pathologic correlation with MR imaging. Radiology 163: 731-735, 1987
- 3) Crues JV III, Mink J, Levy TL, et al: Meniscal tears of the knee; Accuracy of MR imaging. Radiology 164: 445-448, 1987
- 4) Deutsch AL, Mink JH: Articular disorders of the knee. Top Magn Reson Imaging 1: 43-56, 1989
- 5) Tung GA, Davis LM, Wiggins ME, et al: Tears of the anterior cruciate ligament; Primary and secondary signs at MR imaging. Radiology 188: 661-667, 1993
- 6) De Smet AA, Tuite MJ, Norris MA, et al: MR diagnosis of meniscal tears; Analysis of causes of errors. AJR 163: 1419-1423, 1994
- 7) Justice WW, Quinn SF: Error pattern in the MR imaging evaluation of menisci of the knee. Radiology 196: 617-621, 1995
- 8) Quinn SF, Brown TF: Meniscal tears diagnosed with MR imaging versus arthroscopy; How reliable a standard is arthroscopy. Radiology 181: 843-847, 1991
- 9) Barnett MJ: MR diagnosis of internal derangement of the knee; Effect of field strength on efficacy. AJR 161: 115-118, 1993
- 10) Vallet AD, Lee DH, Munk PL, et al: Anterior cruciate ligament tear; Prospective evaluation of diagnostic accuracy of middle- and high-field-strength MR imaging at 1.5 and 0.5T. Radiology 197: 826-830, 1995.
- 11) Ruwe PA, Wright J, Randall RL, et al: Can MR imaging effec-
- tively replace diagnostic arthroscopy? Radiology 183: 335-339, 1992
- 12) Bui-Mansfield LT, Youngberg RA, Warne W, et al: Potential cost savings of MR imaging obtained before arthroscopy of the knee; Evaluation of 50 consecutive patients. AJR 168: 913-918, 1997
- 13) Maurer EJ, Kaplan PA, Dussault RG, et al: Acutely injured knee; Effect of MR imaging on diagnostic and therapeutic decisions. Radiology 204: 799-805, 1997
- 14) Thijin CJP: Accuracy of double-contrast arthrography and arthroscopy of the knee joint. Skeletal Radiol 8: 187-192, 1982
- 15) Ireland J, Trickey EL, Stoker DJ: Arthroscopy and arthrography of the knee; A critical review. J Bone Joint Surg 62(B): 3-6, 1980
- 16) Gillies H, Seligson D: Precision in the diagnosis of meniscal lesions; A comparison of clinical evaluation, arthrography, and arthroscopy. J Bone Joint Surg 61(A): 343-346, 1979
- 17) Levinsohn EM, Baker BE: Preatroscopy diagnostic evaluation of the knee; Review of 100 cases diagnosed by arthrography and arthroscopy. AJR 134: 107-111, 1980
- 18) Tolin BS, Sapega AA: Arthroscopic visual field mapping at the periphery of the medial meniscus; A comparison of direct portal approaches. Arthroscopy 9; 3: 265-271, 1993
- 19) Weiss CB, Lundberg RM, Hamberg P, et al: Non-operative treatment of meniscal tears. J Bone Joint Surg 71(A): 811-822, 1989
- 20) Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, et al: Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament; Differential features at MR imaging. Radiology 181: 251-253, 1991