

Title	陳旧性前十字靭帯断裂のMR imaging所見
Author(s)	新津, 守; 倉持, 正志; 池田, 耕太郎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(7), p. 477-482
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18226
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

陳旧性前十字靱帯断裂のMR imaging 所見

新津 守¹⁾ 倉持 正志¹⁾ 池田耕太郎²⁾ 福林 徹²⁾
阿武 泉¹⁾ 板井 悠二¹⁾

1) 筑波大学臨床医学系放射線科 2) 同整形外科

MR Imaging Features of Chronically Torn Anterior Cruciate Ligament

Mamoru Niitsu¹⁾, Masashi Kuramochi¹⁾,
Kotaroh Ikeda²⁾, Tohru Fukubayashi²⁾,
Izumi Anno¹⁾ and Yuji Itai¹⁾

Magnetic resonance (MR) images of 40 knee joints with arthroscopically proved chronic anterior cruciate ligament (ACL) tears were retrospectively evaluated. MRI demonstrated various features of chronic ACL tears: 19 knees revealed with no identifiable ligamentous structure, and 21 had residual ligamentous structures. These pseudoligaments, 14 discontinuous bands and seven continuous bands with elongation, were residual torn ligamentous fibers and/or synovial tissues. All the discontinuous bands were disrupted from the femoral attachment and were likely to traverse the lower intercondylar space. Six disrupted ligaments were attached to the lateral aspect of the posterior cruciate ligament (PCL). Coronal T2*-weighted gradient echo images showed better delineation of the disrupted femoral attachment and adhesion to the PCL. A chronic ACL tear with minimal elongation or with PCL attachment at a higher position may occasionally be difficult to distinguish from an intact ligament.

Research Code No. : 505. 9

Key words : Knee injury, Anterior cruciate ligament, MR imaging, Pseudoligament

Received Mar. 29, 1994 ; revision accepted Jun. 29, 1994)

1) Department of Radiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

2) Department of Orthopedic Surgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

はじめに

膝関節前十字靱帯損傷の画像診断において、Magnetic Resonance Imaging (MRI)は高いコントラスト分解能と非侵襲性により近年急速にその役割を増してきた。受傷から長期間の経過した陳旧性前十字靱帯断裂についても、MRIが画像診断のfirst choiceとなる場合が多い。しかし損傷後の靱帯組織の変性や癒痕化、または滑膜組織の増生など、いわゆるpseudoligamentの存在により、そのMRI所見はきわめて多彩であり、診断に苦慮する場合も多い。従来の報告では、その多様性についての若干の報告はあるものの、遺残組織の走行状態や後十字靱帯への付着頻度等、その詳細な記載や分類はなされていない。本研究は、関節鏡で確認された陳旧性前十字靱帯断裂のMRI所見を分類整理し、MRI診断の注意点を喚起し、前十字靱帯断裂に対するMRIの診断能の向上を図ろうとするものである。

方 法

陳旧性前十字靱帯損傷を、受傷機転からMRI検査まで6カ月以上経過し、かつこの間に新たな受傷の見られなかった症例とした。臨床的に膝前十字靱帯損傷が疑われてMRI検査が施行され、さらにMRI検査後5週間以内に膝関節鏡検査が行われ、前十字靱帯完全断裂の確認された40名40膝を対象とした(男性19名、女性21名、平均年齢25.7歳、16歳-42歳)。受傷機転からMRI検査まで、およびMRI検査から関節鏡検査までの期間が上記に適合しない症例や、関節鏡所見が前十字靱帯不完全断裂を示した症例は対象から除外した。

MRI装置はGE社製 SIGNAL 1.5Tであり、送受信共用膝関節専用コイルを用いて検査膝を約15度外旋して撮像した。膝関節全体をカバーする4mm厚の連続矢状断、および冠状断MR画像を得た。パルス系列は矢状断画像はプロトンおよびT2強調画像 spin echo (SE) 2000/30, 80/1 (TR/TE excitation), 冠状断画像はT2*強調画像 gradient echo (GRE) 300/15/2, flip angle 15°を用い、ともに16cm field of view, 256×192 matrixによる画像を得た。

矢状断, 冠状断MR画像をretrospectiveに読影して, 関節鏡で証明された陳旧性前十字靭帯損傷を, 無描出, 非連続性索状影, および過長な連続性索状影の3者に分類した. 無描出(not visualized)とは, 大腿骨顆間窩内に靭帯線維を示す低信号の索状物がまったく見られないか, または幅が2 mm以下の痕跡程度の索状物にとどまるものとした. これに対し幅2mm以上の索状物がわずかでも認められる例は索状影群とし, その連続性により非連続性索状影と過長な連続性索状影に分類した. 非連続性索状影(discontinuous band)は, 遺残靭帯線維と考えられる低信号の索状物が一部に認められるが, 全長にわたって連続しないものであり, 過長な連続性索状影(continuous band with elongation)は, 脛骨と大腿骨の靭帯附着部を結ぶ連続した索状物が認められるが, 全体として延長を示すものと定義した.

このうち非連続性索状影については, 断端の位置, 遺残靭帯線維の長さ, および後十字靭帯への付着の有無によりさらに細分化を行った. 本研究では全例が大腿骨附着部側の断裂であったため, 不連続を示す索状物の大腿骨側の断端の位置により, 高位(high), 中位(mid), および低位(low)の3つに分類した(Fig.1). 遺残靭帯線維の長さでは, 正常靭帯の長さに匹敵するが, 大腿骨附着部が確認されないものを全長描出例, 脛骨側の2/3に相当する長さの遺残組織が見られるものを脛骨側2/3描出例, および脛骨側1/3のみが認められるものを脛骨側1/3描出例と分類した. また遺残靭帯組織が矢状断または冠状断画像にて後十字靭帯の一部に密着して見られたものを後十字靭帯附着例(attached to PCL)とした.

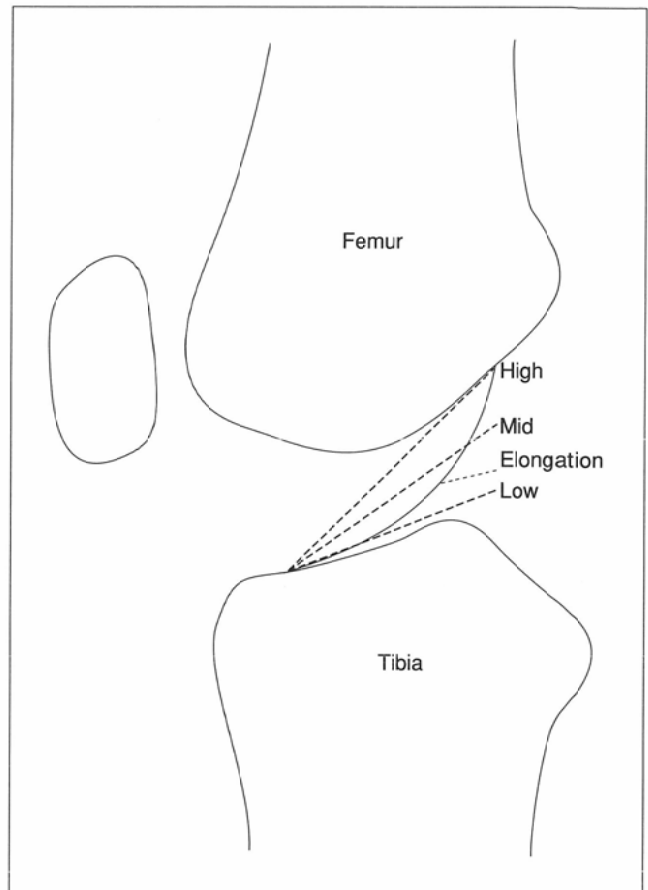


Fig.1 Schematic representations of discontinuous bands (dotted lines) and continuous band with elongation (curved line) on a mid sagittal section of the knee. The course of the discontinuous band is divided into three (high, mid, and low position) according to its location within the intercondylar notch.

結 果

MR画像による陳旧性前十字靭帯損傷の評価をTable 1に示す. 関節鏡検査で完全断裂の確認された計40膝のMRI所見は, 無描出: 19例(47.5%), 非連続性索状影: 14例(35%), 過長な連続性索状影: 7例(17.5%)であった. 各カテゴリーの受傷からMRI検査までの期間はTable 1に示すように, 無描出例が75.1カ月と他の2者に比べて有意に高値を示した($P < .001$).

MRIで無描出と分類された19例は, ごくわずかな索状物のみが顆間窩内に認められるのみであった(Fig.2). T2強調画像において高信号を呈する関節液の貯留する場合が多かったが, 消失した前十字靭帯の走行位置を関節液で完全に置換していた例は見られなかった.

非連続性索状影と分類された14例は, いずれも脛骨附着部は確認されたが, 大腿骨附着部に靭帯線維の認められない大腿骨側の断裂であった. その内訳をTable 2に示す. 遺残靭帯の走行は高位: 3例(21.4%), 中位: 5例(35.7%), 低位: 6例(42.9%)であった. 遺残線維の長さでは, 大腿骨

Table 1 MR findings of chronic anterior cruciate ligament tear

MR findings	cases	period after injury (month)	
		average	range
Not visualized	19	75.1	7-120
Discontinuous band	14	16.4	6-58
Continuous band with elongation	7	14.9	6-26

附着部を除いて全長が見られる全長描出例: 8例(57.1%), 脛骨側2/3描出例: 4例(28.6%), 脛骨側1/3描出例: 2例(14.3%)であった. Fig.3に脛骨側1/3が遺残組織として存在する前十字靭帯完全断裂例を示す. 前十字靭帯脛骨附着部付近には正常靭帯に近い幅と信号強度を示す索状物が認められるが, 大腿骨顆間窩内には大腿骨側へ向けてわずかな距離をもって消失しており, 大腿骨附着部には靭帯組織は認められなかった. これは冠状断MR画像で附着部であるはずの大腿骨外顆内側面に, 靭帯線維の代わりに同部位を関節液が占めている所見で確認された(Fig.3(B)).

遺残靭帯組織が後十字靭帯の一部に密着して見られた後十字靭帯附着例は6例あり, すべて正常靭帯に近い長さを

保ちながら後十字靭帯の外側面に接し、その付着部は高位 1 例、中位 2 例、低位 3 例であった。これらの後十字靭帯付着例の受傷からの平均期間は 20.5 カ月であった。Fig. 4 と Fig. 5 に、断裂した靭帯の断端が後十字靭帯に付着した症例を示す。高位遺残例は、矢状断像では、靭帯の大腿骨付着部が不明瞭な点を除いて正常靭帯に類似する走行を示した (Fig.4(A))。しかし冠状断像では、遺残靭帯組織の後十字靭帯への密着による幅広い両者の接着部と、後十字靭帯からの圧迫による遺残組織の変形が明瞭に描出された (Fig. 4 (B))。中位および低位遺残例では、いずれも靭帯線維断端が終末端として後十字靭帯へ付着していた (Fig. 5)。これらの関節鏡所見では、外見上は正常靭帯組織に似るが、高位遺残例を除くとその走行が正常より低位であり、またプロービングにより遺残線維に緊張が見られないことより断裂靭帯と診断された。

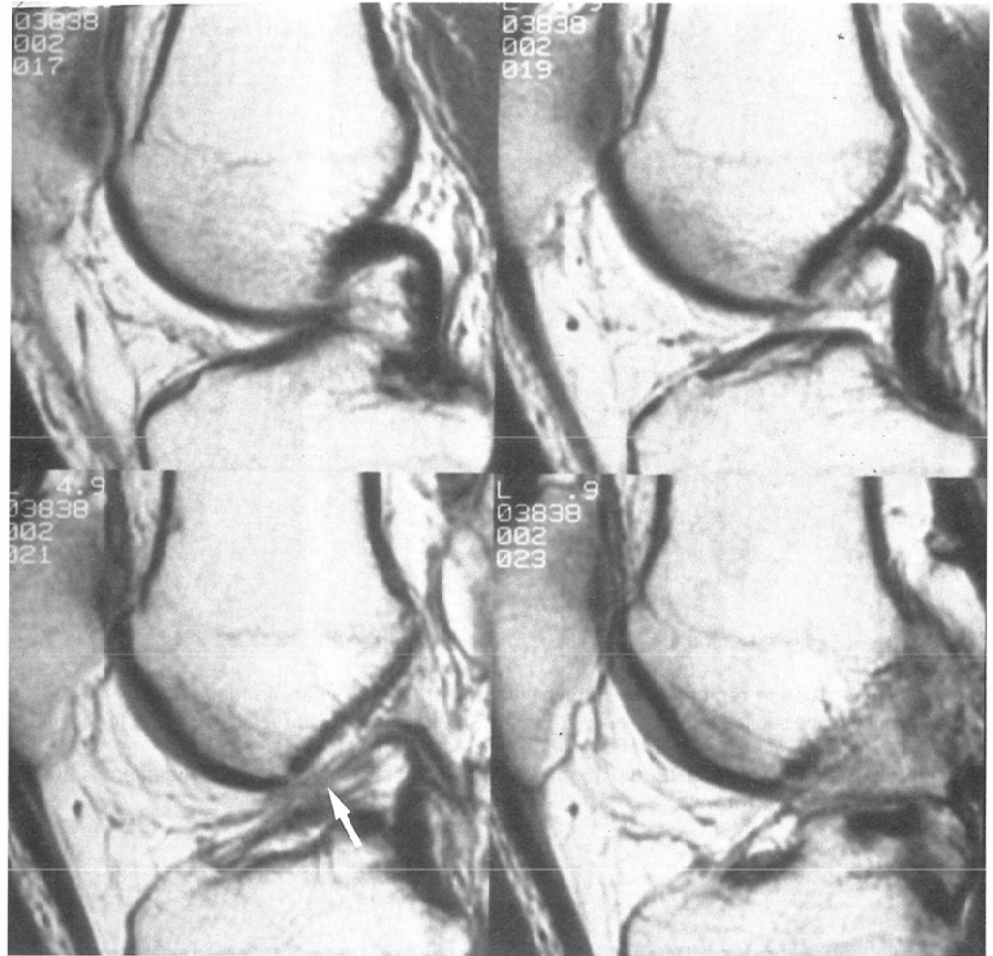


Fig.2 A 37-year-old man. A nonvisualized anterior cruciate ligament. Four consecutive sagittal T2-weighted (SE 2000/80)MR images with arthroscopically proved ACL tears. No solid low-intensity band is identified in the expected course except fine bundles (arrow).

緊張を伴わない過長な連続性索状形は 7 例見られた。MRI矢状断像で脛骨と大腿骨の靭帯付着部を結ぶ連続した索状物が見られたが、正常靭帯の直線に近い走行とは異なり、足方へ凸の曲線状の走行を示した (Fig.6)。これも関節鏡所見では一見正常靭帯の外見を呈するが、プロービングにて緊張の認められない癒痕組織であった。

考 察

陳旧性前十字靭帯断裂の典型例としては、大腿骨顆間窩内に靭帯線維がまったく認められず、すべて関節液で置換されている症例が挙げられているが¹⁾、実際には少数にすぎないとの報告もある²⁾。本研究でも無描出と分類された 19 症例のうち完全消失例は 1 例も見られ

Table 2 Remnant of torn ACL appeared as“discontinuous band”

NO	age /sex	period after injury (month)	position	length	attached to PCL
1	20F	58	high	3/3	+
2	30M	8	high	3/3	
3	20F	6	high	2/3	
4	16F	21	mid	3/3	+
5	22F	9	mid	3/3	+
6	22M	15	mid	3/3	
7	23F	6	mid	2/3	
8	17F	49	mid	1/3	
9	19M	12	low	3/3	+
10	28M	11	low	3/3	+
11	25F	12	low	3/3	+
12	46F	7	low	2/3	
13	20M	7	low	2/3	
14	28M	8	low	1/3	

ACL : anterior cruciate ligament PCL : posterior cruciate ligament
 3/3 : whole length of the ligament is identifiable except for the femoral insertion.
 2/3 (1/3) : The tibial two third (one third) of the ligament is identifiable.

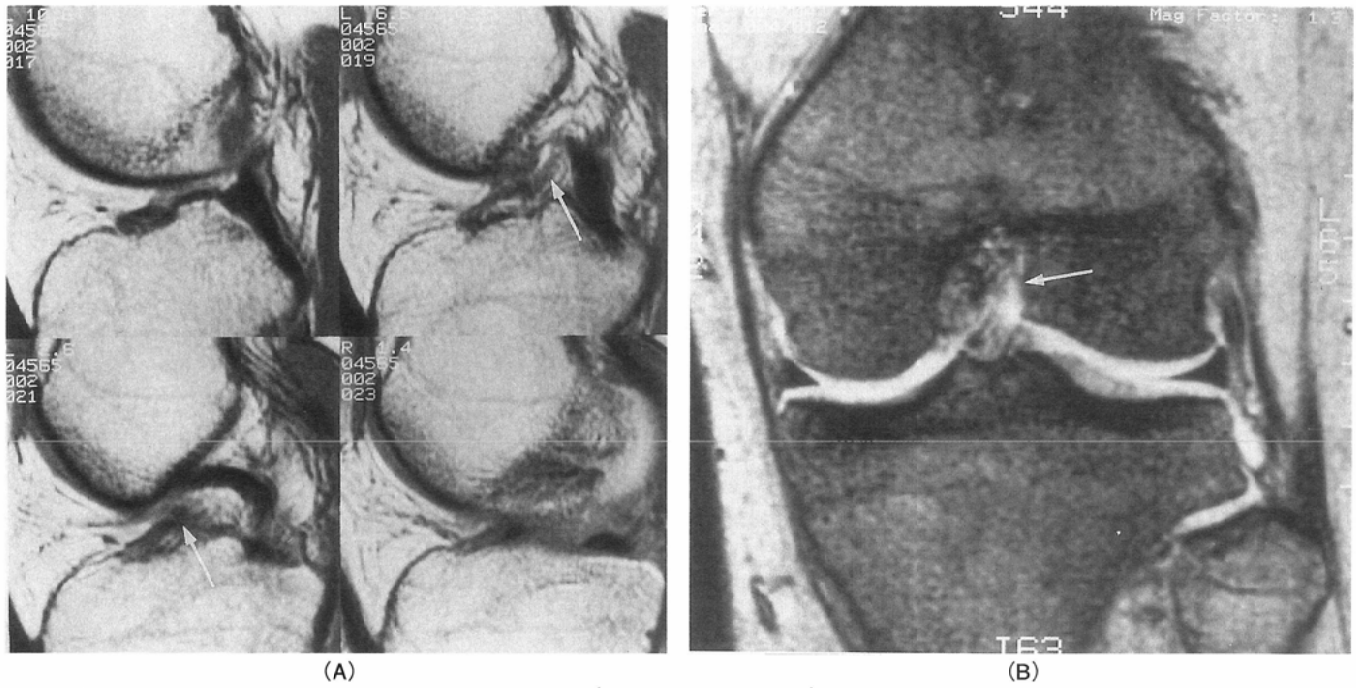


Fig.3 Case 7 : A short remnant of a chronically torn ACL. (A 23-year-old female)
 (A) Four consecutive sagittal proton-density (SE 2000/30) MR images reveal tibial two third of the ligament (arrows) lying freely on the intercondylar notch.
 (B) A coronal T2*-weighted (GRE 300/15, 15°) MR image. The remainder of the ligament is absent with no identifiable structure around the femoral attachment (arrow).

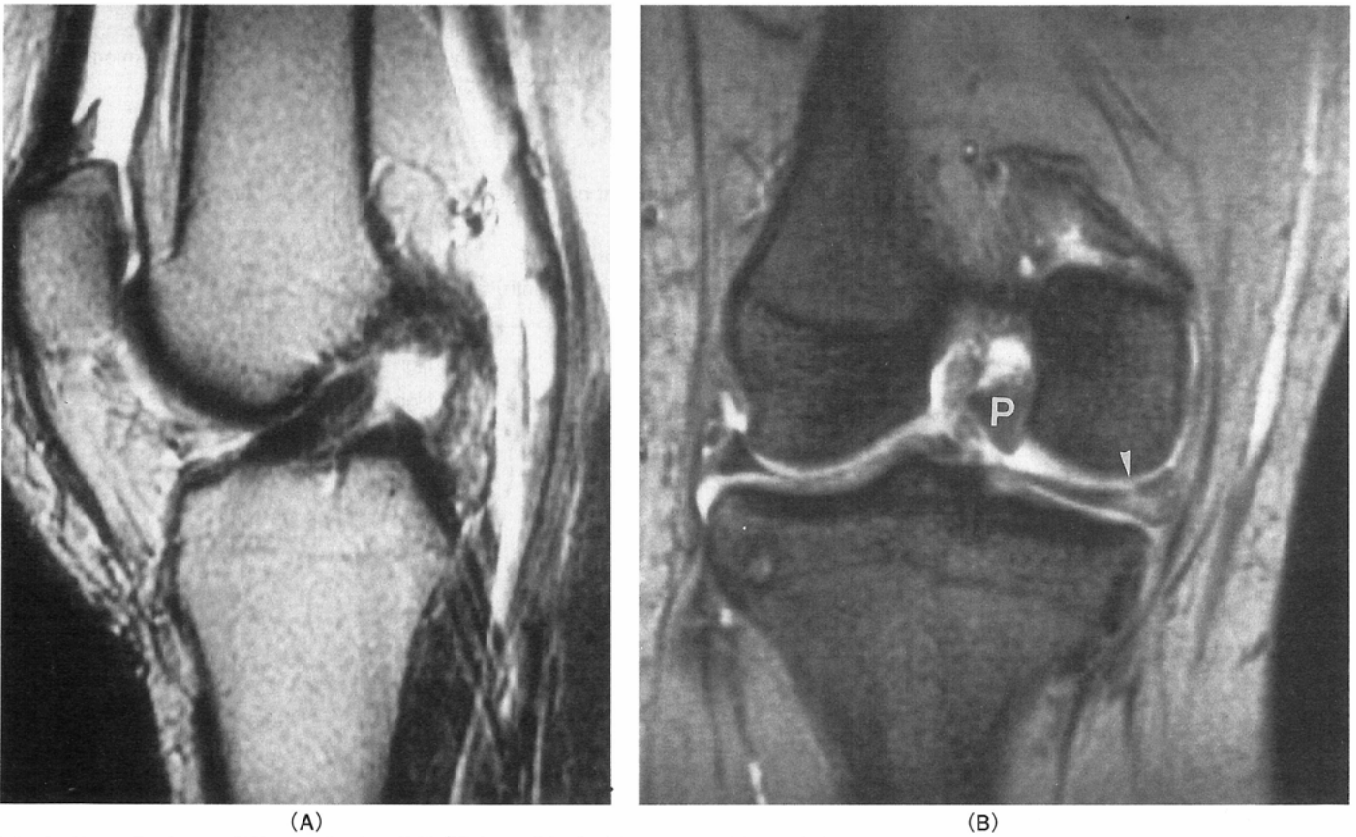


Fig.4 Case 1 : A torn ACL attached to PCL (high position). (A 20-year-old female)
 (A) A low-intensity band traverses at higher intercondylar space on a sagittal T2-weighted (SE 2000/80) image.
 (B) A coronal image (GRE 300/15, 15°) demonstrates the distorted ACL remnant adheres to the lateral aspect of the PCL (P). A tear at medial meniscus is identified (arrowhead).

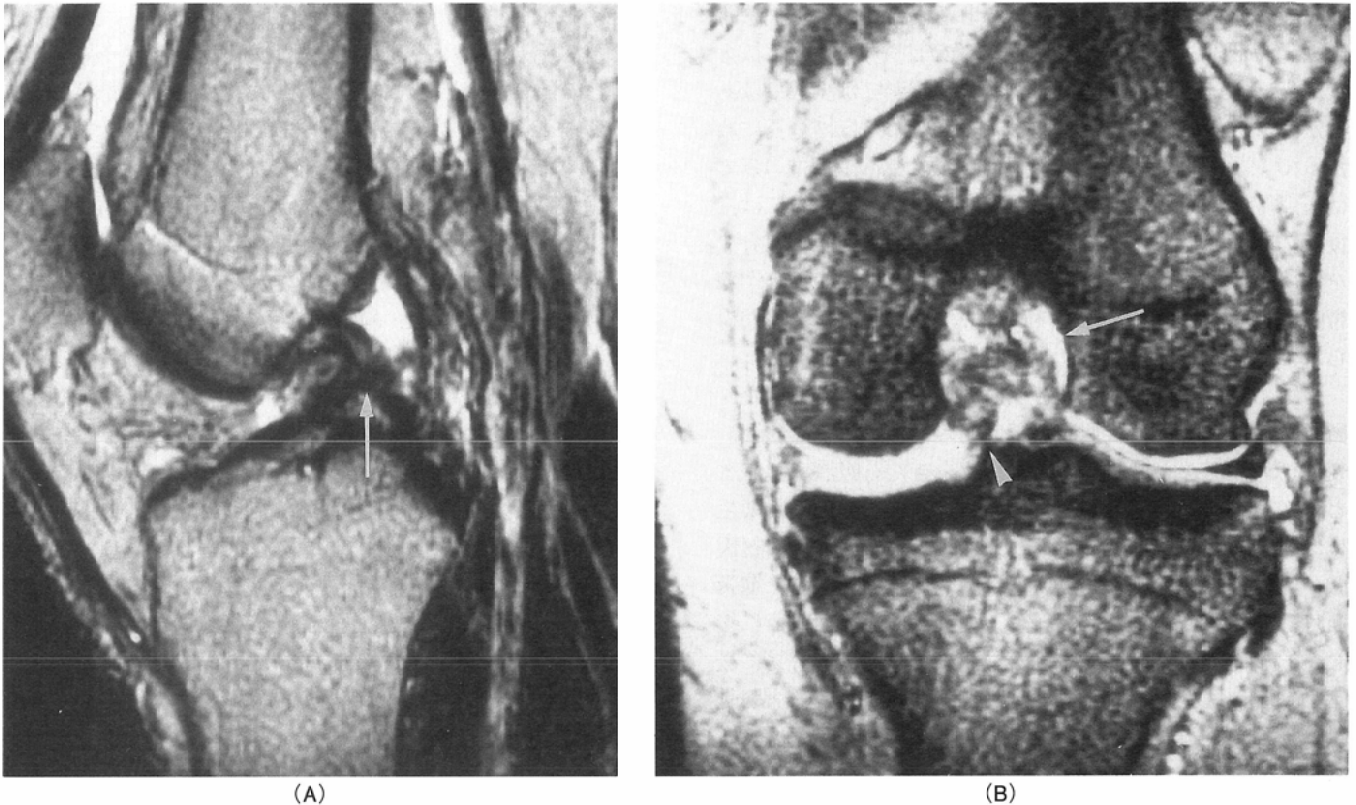


Fig.5 Case 9 : A torn ACL attached to PCL (low position). (A 19-year-old man)
 (A) On a sagittal image (SE 2000/80), a tibial fragment of the torn ACL orients horizontally and attaches to the lower half of the PCL (arrow).
 (B) A coronal MR image (GRE 300/15, 15°) reveals no ligamentous structure in the expected attachment to the lateral femoral condyle (arrow). A displaced fragment (arrowhead) from the medial meniscus with bucket handle tear is also seen.

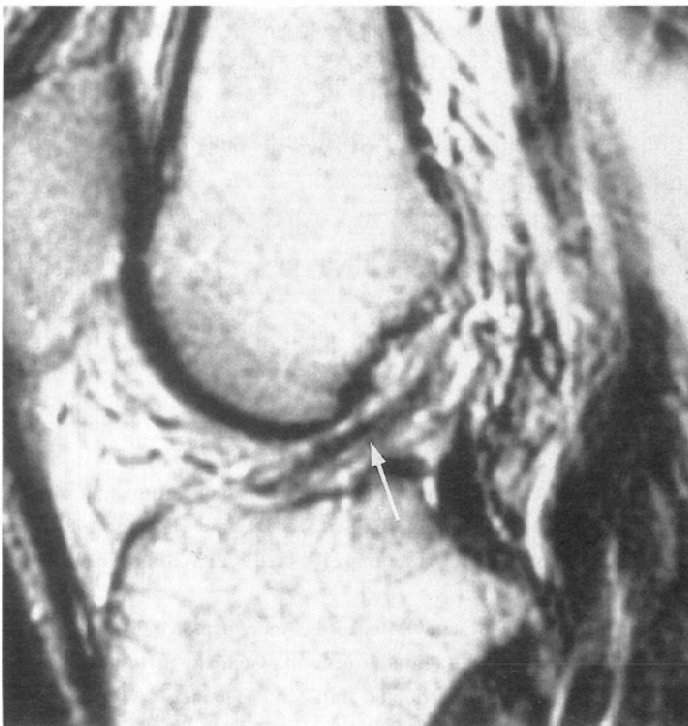


Fig.6 Case 9 : A 19-year-old man. A continuous band with elongation. A sagittal MR image (SE 2000/80) of the knee with chronic ACL tear. A ligamentous band bridges between the expected attachments, but the curved course of the band suggests elongated fibrous scar (arrow).

ず、靭帯組織を示す充実性の索状物は見られなかったものの、大腿骨顆間窩内に多少なりとも軟部組織が存在していた。これらは、関節鏡下ではいずれも消失した靭帯線維を置換し増生した滑膜組織であった。靭帯消失例の受傷機転からの平均期間は他に比べて有意に長く、後述する損傷靭帯の変性吸収過程の終末像であると言える。このように、大腿骨顆間窩内に正常靭帯に比較して非常に細い索状物のみが認められる場合には、その診断に迷うことはない。しかし正常靭帯の一部または全長に相当するような比較的太い索状物が存在する場合には、正常靭帯との鑑別は時に難しい場合もある。陳旧性前十字靭帯断裂において遺残靭帯組織や増殖した滑膜組織によるこれら pseudoligament の存在は、MRI 診断の正診率低下の原因になり得る。本研究での全40例のうち無描出と分類された19症例を除く21例は、このような pseudoligament の症例と言える。

非連続性索状影14例は、全例とも靭帯の大腿骨付着部側の断裂であり、11例は遺残靭帯の中位から低位にかけての足方への落ち込みを示していた。これは前十字靭帯大腿骨付着部が、脛骨付着部に比べて結合性が脆弱である解剖学的特徴に由来し³⁾、足方への偏位を含めて陳旧性断裂の一つの典型例とも言える。低位遺残靭帯の例では、まれに bucket handle tear を示す断裂半月板の migrated fragment との識別や intercondylar eminence の partial imag-

ingとの区別も問題となると考えられるが、連続する矢状断像や冠状断像で断裂半月板の全体像の把握に注意を払えば、その診断は容易であろう。また本研究では少数ではあるが、遺残靭帯の高位残存例が見られたが、ほぼ全長にわたって索状物が認められる場合には、矢状断MR画像のみでは正常靭帯との識別は困難である。このような場合には、後述の冠状断画像で大腿骨付着部を中心に靭帯線維の有無を詳細に検討することや、脛骨の前方転位などの前十字靭帯断裂による2次的所見⁴⁾を利用することにより、正診が得られると考えられる。

断裂した靭帯の後十字靭帯への付着例も6例見られた。断裂した靭帯組織は数週間の急性期の浮腫による膨化と、変性を経てしだいに線維化と癭痕化をきたし吸収されるとともに増生した滑膜に置き換えられる。この滑膜の増生は、断裂した靭帯組織に対する増加した血流供給に起因し、断裂して大腿骨顆間窩内に自由端として浮遊する靭帯断片は、下方へ落ち込んだ際に近接する後十字靭帯に接し、そこから血流供給を受けるようになるため、容易に後十字靭帯に付着するとされる⁵⁾。このように健全な大腿骨付着部を欠く遺残靭帯は緊張を示さず、関節鏡下のプロービングにて確認される。

後十字靭帯付着例の多くは大腿骨顆間窩内の中低位に落ち込んだ異常走行を示すため、その診断は比較的容易であるが、高位後十字靭帯付着例は、大腿骨付着部や後十字靭帯との接点を冠状断像を中心に詳細に観察する必要がある。また正常の脛骨、大腿骨付着を有する過長索状影例についても、足方へ顕著な曲線状の走行を示す場合は診断は容易であるが、直線に近い走行を示す場合には偽陰性の結果を生じる可能性もある。Pseudoligamentやbridging fibrous scar²⁾と呼ばれるこれらの靭帯様の索状物は、断裂後の変性を経た癭痕組織であり、MRIの信号強度では正常靭帯との識別は不可能であると言われる。本研究はretrospectiveな集計であったが、術前のMRI診断において正常の走行を示す過長索状影例や、後十字靭帯への接着部が不明瞭な高位後十字靭帯付着例は、正常靭帯との鑑別はきわめて難しいと

言える。

冠状断MR画像は、靭帯の大腿骨付着部の状態や後十字靭帯への付着例の評価に有用であった。大腿骨顆間窩を斜走する前十字靭帯の全長を単一矢状断画像で評価することは、時に困難であり、冠状断像を加えた多方向の撮像による画像診断が必要である。本研究では冠状断MR画像にGRE法によるT2*強調画像を採用した。靭帯組織と周囲の関節液とのコントラストが強調される、いわゆる“arthrographic effect”により、靭帯付着部を中心に靭帯組織の描出に有効であった⁶⁾。矢状断画像で問題となる大腿骨外側顆のpartial imaging⁷⁾も容易に識別可能である。撮像時間も今回の条件では12-14スライスのscanで3分53秒であり、矢状断SE法の撮像に要する約8分弱に加えても15分以内に矢状断、冠状断の2方向の画像が得られるという簡便性も非常に有用である。

多彩な様相を呈する陳旧性前十字靭帯断裂のMRI診断において、靭帯線維消失や遺残靭帯の明らかな位置異常を除いて、正常靭帯に酷似するpseudoligamentの診断には困難が付きまとう。しかし断裂の好発部位、遺残靭帯や癭痕組織の走行や後十字靭帯への付着を十分に考慮し、かつ冠状断画像を活用した細心な観察を行えば、陳旧性前十字靭帯断裂のMRI診断能はさらに向上するものと期待される。

ま と め

1. 陳旧性前十字靭帯断裂のMRIは、靭帯線維消失から靭帯片残存まで多彩な所見を示したが、その過半数に遺残靭帯や癭痕組織によるpseudoligamentが認められた。
2. 靭帯断裂は大腿骨付着部側が多く、その遺残組織は大腿骨顆間窩を下方へ偏位するものが大半であり、後十字靭帯への付着も認められた。
3. 正常走行に類似する癭痕線維や高位後十字靭帯付着例は診断に注意を要する。
4. 以上の画像診断には、矢状断MR画像に加えて冠状断画像が有用であった。

文 献

- 1) Mink JH, Deutsch AL: Magnetic resonance imaging of the knee. Clin Orthop 244: 29-47, 1989
- 2) Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, Snelbourne KD: Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: Differential features at MR imaging. Radiology 181: 251-253, 1991
- 3) Lee JK, Yao L, Phelps CT, et al: Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. Radiology 166: 861-864, 1988
- 4) Vahey TN, Hunt JE, Shelbourne KD: Anterior translocation of the tibia at MR imaging: A secondary sign of anterior cruciate ligament tear. Radiology 187: 817-819, 1993
- 5) Deutsch AL, Mink JH: Magnetic resonance imaging of knee trauma. (In) Bloem JL, Sartoris DJ ed: MRI and CT of the musculoskeletal system. 421-441, 1992, Williams & Wilkins, Baltimore
- 6) Reeder JD, Matz SO, Becker L, Andelman SM: MR imaging of the knee in the sagittal projection: Comparison of three-dimensional gradient echo and spin-echo sequences. AJR 153: 537-540, 1989
- 7) Mink JH, Levy T, Crues JV: Tears of the anterior cruciate ligament and menisci of the knee: MR imaging evaluation. Radiology 167: 769-774, 1988