



Title	膝関節の経静脈性MR関節造影
Author(s)	大和, 実
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(7), p. 466-469
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16396
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

膝関節の経静脈性MR関節造影

大 和 実

獨協医科大学放射線医学教室

Intravenous MR Arthrography of the Knee

Minoru Yamato

A study was undertaken to determine whether or not intravenous MR arthrography can be used in clinical practice. Forty patients with internal derangement of the knee (11-68 years old) were imaged with MRI before and after intravenous injection of Gd-DTPA. In all knees there was enhancement of joint fluid, regardless of the amount of fluid. The peak enhancement of joint fluid was reached at 30 minutes after the administration of the contrast agent. The contrast between joint fluid and meniscus/cartilage was higher in MR arthrography than in proton density images. There was an increase in contrast between grade III lesions in the meniscus and intact meniscus on MR arthrography. It was concluded that intravenous MR arthrography can be a useful alternative to intra-articular arthrography.

Research Code No. : 505.9

Key words : Knee injury, Gadolinium-DTPA, Arthrography, MR

Received Apr. 18, 1994 ; revision accepted Jun. 29, 1994

Department of Radiology, Dokkyo University, School of Medicine

はじめに

MRIは関節疾患の評価にひろく使われており、すでにその有用性は高く評価されている。一方軟骨欠損や半月板損傷の診断率向上をめざして、関節内にGd-DTPA溶液を注入し、MR関節造影を行う試みも行われている^{1), 2)}。Winalskiら³⁾は正常ボランティアと膝内障患者でGd-DTPA静注により関節液が造影されることを証明し、静注によるMR関節造影を提唱した。そこで膝関節の経静脈性MR関節造影が臨床応用可能であるか否かにつき検証するため本研究を行った。

対象および方法

膝内障等のためMRIを依頼された患者40例(11-68歳)を対象とした。40例中8例に関節鏡が行われた。膝用の表面コイルを用い、プロトン密度、T2強調矢状断像(2000/20, 80 TR/TE), T2*強調前額断像(400/16, FA15)とT1強調矢状断像(500-630/20)を撮像した後、Gd-DTPA (0.1mmol/kg)を肘静脈より静注した。痛みのため運動が困難であった3患者を除いた37患者に歩行あるいは膝関節の屈伸運動を行わせ、うち2例ではGd-DTPA静注前、および静注後15分、30分、45分、60分にT1強調像を撮像し、38例については35-73分(平均50分)後にT1強調矢状断像を撮影した。スライス厚は5mm, ギャップ1mm, FOV(field of view)14-16cm, マトリックス192-256×256であった。使用装置は1.5T超伝導装置(島津製作所 SMT-GUX 1.5)である。

関節液の造影効果の有無につき、造影前後のT1強調像を比較検討した。また客観的な指標として関節液と膝蓋靱帯の信号強度比を造影前後で算出し、統計学的有意差を検定した。関節液と半月板の信号強度をプロトン密度強調像と造影後のT1強調像について求め、その値から以下の数式よりcontrast ratioを算出し、統計学的有意差を検定した。

$$\text{contrast ratio} = (\text{SIeff} - \text{SImen}) / (\text{SIeff} + \text{SImen})$$

SIeff : 関節液の信号強度, SImen : 半月板の信号強度
プロトン密度強調像とGd造影T1強調像の比較を画像上で行うとともに、関節液と半月板、関節軟骨の信号強度をも

とめ、関節液と半月板、関節液と関節軟骨のcontrast ratioを前述の数式より算出した。それぞれのcontrast ratioについて、プロトン密度強調像とGd造影T1強調像で有意差があるか否かにつき統計的に検定した。

半月板に異常信号を認めた28膝、32半月板についてはプロトン密度強調矢状断像とGd造影T1強調矢状断像を基にLotyschらの分類⁴⁾でGrade II以下(変性群)と、Grade III以上(断裂群)の2つのグループに分類し、分類の一致率を検討した。

また異常信号と健常半月板のコントラストが造影前後で変化するかについても検討するため、プロトン密度強調像とGd造影像で半月板内に異常信号が見られ、しかも分類が一致したものについて、造影前と造影後のT1強調矢状断像で異常信号部位と周囲の健常部に関心領域(ROI)を設定し信号強度を求めた。その値から前述の数式によりcontrast ratioを算出し、統計学的有意差を検定した。

結 果

Gd-DTPA静注後経時的にT1強調像を撮像した2例の関節液の信号強度-時間曲線をFig. 1に示す。これによると関節液の造影は静注後15分ですで見られ、30分でplateauに達した。また画像(T1強調像)による評価においても静注後15分で関節液は高信号となり、30分、45分、60分後も同様に関節液の高信号は維持されていた(Fig. 2)。

造影前後のMR画像を比較検討した結果、関節液の量にかかわらず膝内障患者全例で関節液は造影剤静注後高信号となり、関節液のenhancementが確認された(Fig. 3)。

靱帯と関節液の信号強度比(平均値)は、造影前の平均 3.1 ± 0.36 (standard deviation)から造影後は平均 15.4 ± 6.0 に上昇した。両者の差をWilcoxon符号付順位検定で検定したところ、危険率5%で有意差を認めた($Z = -2.3664$,

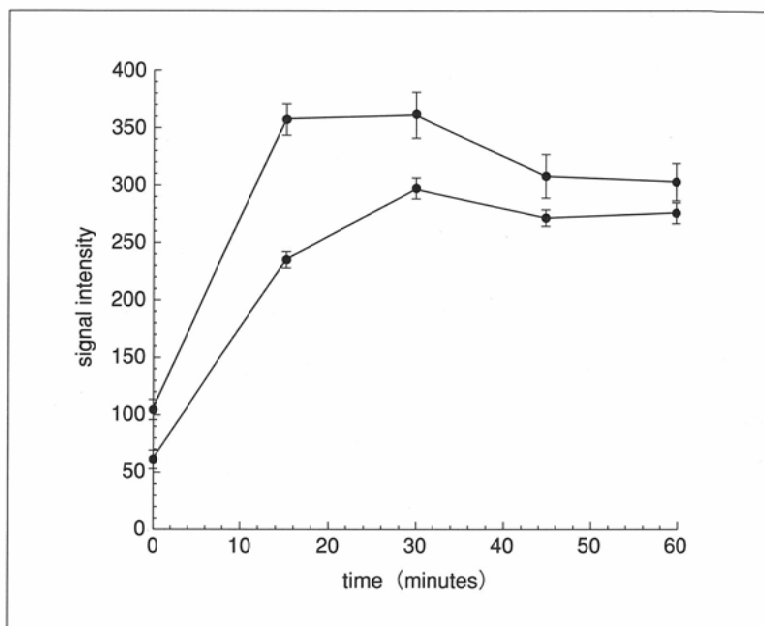


Fig. 1 Graph shows kinetics of articular fluid signal intensity after intravenous injection of Gd-DTPA in two patients. Data represent the mean $\pm$ 1 standard deviation.

$P = 0.018$).

プロトン密度強調像とGd造影T1強調像は類似していた。関節液と半月板のcontrast ratioはプロトン密度強調像では 0.71 ± 0.12 (standard deviation)で、Gd造影T1強調像では 0.81 ± 0.64 であり、Gd造影T1強調像のcontrast ratioはプロトン密度強調像に比し、有意に高かった($Z = -2.73$, $P = 0.0064 < 0.05$)。また関節液と関節軟骨のcontrast ratioはプロトン密度強調像では 0.11 ± 0.09 , Gd造影T1強調像では 0.31 ± 0.15 で、やはりGd造影T1強調像のcontrast ratioはプロトン密度強調像に比し、有意に高かった($Z = -3.41$, $P = 0.0007 < 0.05$)。

半月板内の異常信号は28膝、32半月板に見られた。分類が一致したのは24膝、28半月板(87.5%)であった。うち1例は分類は一致しているもののGd造影像のコントラストの方が高いと考えられた。一致例のうち5膝は関節鏡で結果

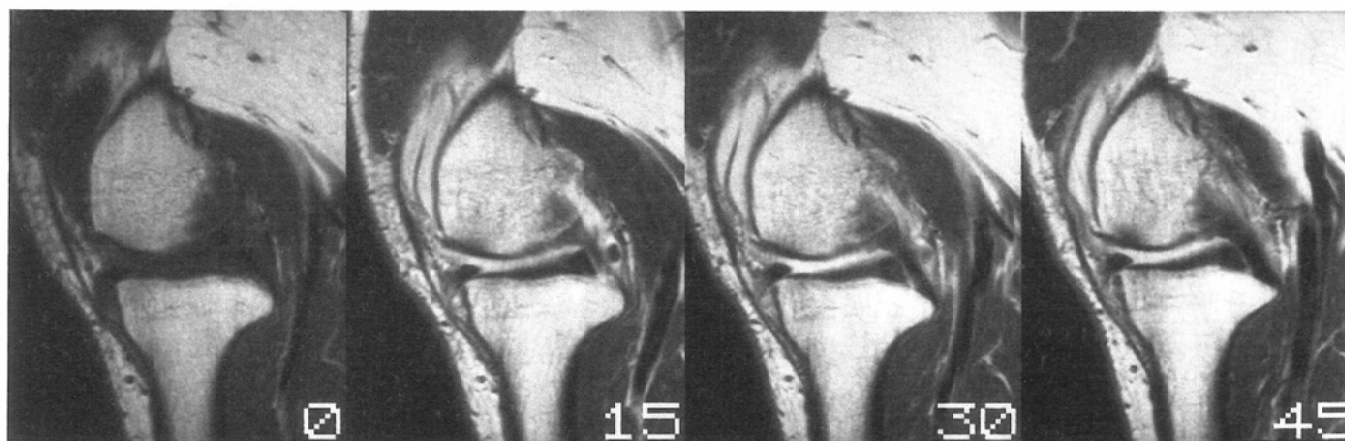


Fig. 2 Series of T1-weighted sagittal images of the knee after intravenous injection of Gd-DTPA. Numbers on the images represent time in minutes after contrast administration. Note articular fluid is of high in signal intensity at 15, 30 and 45 minutes after contrast injection.

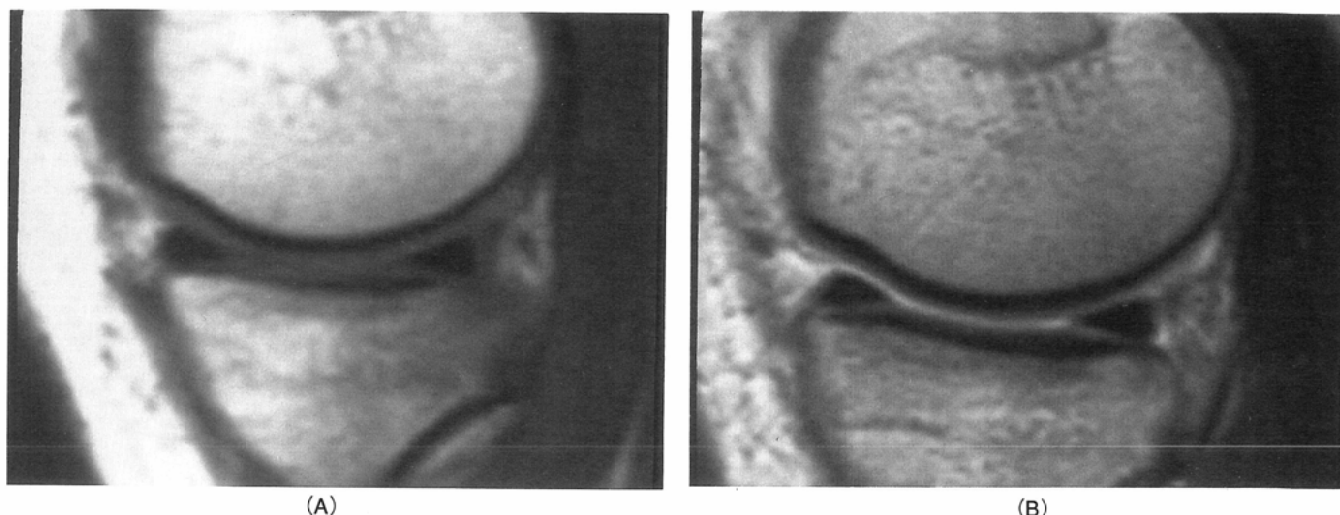


Fig. 3 Patient with little joint fluid ((A) T1-weighted sagittal image without contrast, (B) T1-weighted sagittal image at 38 min. following i.v. contrast administration) Although there is little joint fluid, the contour of the meniscus and cartilage is better delineated in MR arthrography than in T1-weighted image.

が確認された (grade II 以下: 2 例, grade III 以上: 3 例). 分類が一致しなかったのは 4 膝, 4 半月板であった. 内訳は造影像で変性群から断裂群に上がったもの 1 例, 逆にさがったもの 3 例であった (Fig. 4). このうち関節鏡を行ったのは 1 例で, プロトン密度強調像では grade III, 造影像では grade II と判定したが, 関節鏡では半月板断裂は見られなかった.

プロトン密度強調像と造影像で半月板内に異常信号が見られ, しかも分類が一致した 28 半月板のうち画質が良好なものは 25 であった. 内訳は変性群が 5, 断裂群が 20 であった. 造影前の変性群, 断裂群の contrast ratio の平均値はそれぞれ 0.47 ± 0.17 (standard deviation), 0.51 ± 0.15 であり, 造影後はそれぞれ 0.41 ± 0.28 , 0.59 ± 0.13 であった. 造影前後の contrast ratio の差を変性群, 断裂群それぞれについて Wilcoxon 符号付順位和検定で検定したところ, 変性群では有意差はなく ($Z = -0.6742$, $P = 0.5 > 0.05$), 断裂群では有意差を認めた ($Z = -2.2213$, $P = 0.02 < 0.05$).

考 察

Gd-DTPA の分子量は小さい (742.79) ので blood-brain-barrier のような障壁がない限り, 自由に細胞外液に分布する⁵⁾. 一方滑膜の細胞外液は関節液とも自由に交通している⁶⁾. 正常の関節では血管から関節腔への液体の流れが存在するので⁷⁾, 静注された Gd-DTPA は徐々に関節液に拡散していくと考えられる⁸⁾.

関節内圧は静止時は -5mmHg から -1.6mmHg といわれているが⁹⁾, 膝関節の運動によって関節内はさらに陰圧となる¹⁰⁾. また関節腔からの液体の排泄はリンパ管を経由するが, 関節の運動によりこの過程が促進される⁷⁾. したがって関節の運動により血管から関節腔への液体の流れは促進され, 血漿内の小分子量の溶媒の移動も増加するはずである.

関節運動が Gd-DTPA の血管内から関節液への拡散を促進することは Winalski ら³⁾, Drape ら¹¹⁾ の報告により確認されている. 彼らの報告では正常のボランティアを対象に行った

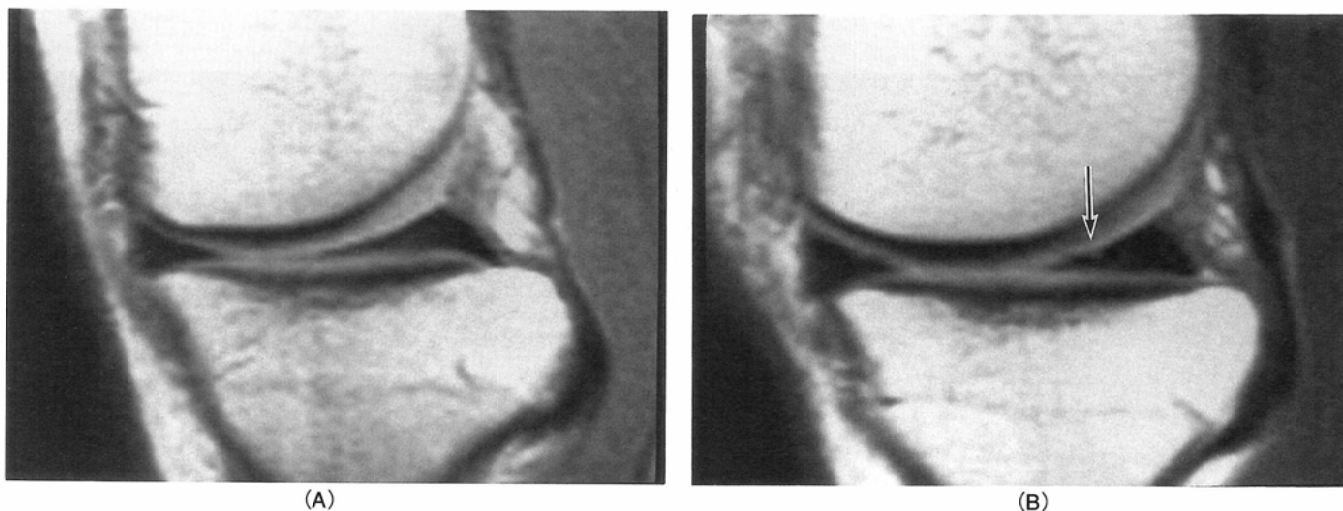


Fig. 4 Patient with suspected meniscal tear on MR arthrography ((A) proton density image, (B) MR arthrography) There is a grade III lesion in the meniscus (arrow) on MR arthrography, whereas no abnormal signal is detected on proton density image.

実験では、非運動時に比較して運動時は関節液の増強効果の立ちあがり早く、しかも信号強度のピーク値が高いという。したがって経静脈性関節造影では患者の待時間短縮、よりよい関節造影効果を得るために運動は不可欠な要素であると思われる。

本研究においてGd-DTPA静注により例外なく関節液が造影され、T1強調像で高信号になったことは少なくとも膝内障の患者では経静脈性関節造影が臨床的に応用可能であることを意味している。また2例の経時的観察で造影剤静注後15分で関節液が高信号になり、最高73分まではそれが持続することがわかった。したがって造影剤静注後検査を、撮像を行うまでの間隔にはそれほど神経質にならなくてもよいといえる。また半月板や関節軟骨の輪郭がより明瞭になり、関節液とのコントラストが増大することから、半月板の断裂や軟骨の病変の診断能の向上が期待される。

関節内にGd-DTPAを直接注入する方法に対して静注法は関節穿刺の必要がなく、関節造影をふだん行う機会のない放射線科医にとって受け入れやすい方法といえる。また直接穿刺による医原性の感染の危険性もないのがもうひとつの利点といえる。一方で、静注法の欠点もないわけではない。Gd-DTPAはヨード系造影剤に比べ安全性が高いとされているが¹²⁾、静注による重篤な副作用も稀ではあるが報告されている。Tishlerら¹³⁾によればGd-DTPA投与によるアナフィラキシー様反応の割合は20万投与に対し1例と概算されている。また関節液の量は直接穿刺法と異なり、自由に調節することはできない。関節液の少ない患者では関節造影効果も少ないと考えられるので、静注法が無効になる場合があるだろう。膝関節では問題にはならないが、肩関節のように関節腔がいくつかのコンパートメントに分かれてお

り、選択的にあるコンパートメントを造影したいという場面では静注法は使えない。

経静脈性関節造影の臨床的有用性は確立されてはいないが、いくつかの報告は存在する。Winalskiら³⁾は8例の患者について検討し、軟骨欠損の診断能の向上を認めたと述べているが、半月板損傷の診断率に差は認めていない。変性の強い半月板では断裂の有無を判定するのが困難で¹⁴⁾、報告書に断裂の可能性が高いが診断が困難であると書かざるをえないことも多いが、Drapeら¹¹⁾は53膝の検討を行い、経静脈性関節造影により39例中7例でGrade IIIとGrade II病変の区別が容易になったと報告している。

本研究で検討した半月板の異常信号については、関節鏡による裏付けが得られていないので、経静脈性関節造影が半月板断裂の診断能向上に寄与するか否かはわからない。しかし、grade II以下の変性群では造影前後でcontrast ratioに差がなかったのに対して、grade III以上の断裂群では造影後のcontrast ratioが造影前に比べ有意に上昇したことは造影された関節液が断裂部に入り込んでいることを示唆するものと思われる。したがって半月板の変性と断裂の鑑別に本法が有用ではないかと期待されるが、その証明には関節鏡所見との対比が必要であり、今後の課題である。

結 論

経静脈性MR関節造影は膝内障患者に臨床応用可能である。

本論文の要旨は第53回日本医学放射線学会において発表した。

文 献

- 1) Hajeck PC, Baker LL, Sartoris DJ, et al : MR arthrography: Anatomic-pathologic investigation. *Radiology* 163 : 141-147, 1987
- 2) Engel A : Magnetic resonance knee arthrography ; enhanced contrast by gadolinium complex in the rabbit and in humans. *ACTA Orthop Scand* 61 (suppl) : 1-57, 1990
- 3) Winalski CS, Aliabadi P, Wright RJ, et al : Enhancement of joint fluid with intravenously administered gadopentetate dimeglumine ; Technique, rationale, and implications. *Radiology* 187 : 179-185, 1993
- 4) Lotysch M, Mink J, Crues JV, et al : Magnetic resonance imaging in the detection of meniscal injuries. *Magnetic Reson Imaging* 4 : 94, 1986
- 5) Weinmann HJ, Brasch RC, Press WR, et al : Characteristics of gadolinium-DTPA complex ; a potential NMR contrast agent. *AJR* 142 : 619-24, 1984
- 6) Hadler NM : The biology of the extracellular space. *Clin Rheum Dis* 7 : 71-97, 1981
- 7) Levick JR : Synovial fluid and trans-synovial flow in stationary and moving normal joints. (In) Helminen HJ, Kiviranta I, Saamanen AM, et al eds : Joint loading. 149-186, 1987, Wright, Bristol, England
- 8) Yamato M, Tamai K, Yamaguchi T, et al : MRI of the knee in rheumatoid arthritis : Gd-DTPA perfusion dynamics. *JCAT* 17 : 781-785, 1993
- 9) Baxendale RH, Ferrell WR, Wood L : Intra-articular pressures during active and passive movement of normal and distended human knee joints (abstr.). *J Physiol* 369(P) : 179P, 1985
- 10) Jason MIV, Dixon ASJ : Intra-articular pressure in rheumatoid arthritis of the knee. *Ann Rheum Dis* 29 : 401-408, 1970
- 11) Drape JL, Thelen P, Gay-Depassier P, et al : Intraarticular diffusion of Gd-DOTA after intravenous injection in the knee ; MR imaging evaluation. *Radiology* 188 : 227-234, 1993
- 12) Goldstein HA, Kashanian FK, Blumetti RF, et al : Safety assessment of gadopentetate dimeglumine in U.S. clinical trials. *Radiology* 174 : 17-23, 1990
- 13) Tishler S, Hoffman JC : Anaphylactoid reactions to IV gadopentetate dimeglumine. *AJNR* 174 : 1167, 1990
- 14) Hodler J, Haghighi P, Pathria MN, et al : Meniscal changes in the elderly ; correlation of MR imaging and histologic findings. *Radiology* 184 : 221-225, 1992