



Title	関節軟骨への 3D water-excitation magnetization transfer contrast MR画像の試み
Author(s)	吉岡, 大; Lang, Philipp; 池田, 耕太郎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2001, 61(10), p. 545-547
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19142
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

関節軟骨への 3D water-excitation magnetization transfer contrast MR画像の試み

吉岡 大¹⁾ Philipp Lang²⁾ 池田耕太郎³⁾ 新津 守¹⁾ 板井 悠二¹⁾

1) 筑波大学臨床医学系放射線科

2) Department of Radiology, Stanford University

3) 筑波大学臨床医学系

Preliminary Trial of Three-Dimensional Water-Excitation Magnetization Transfer Contrast MR Imaging of Articular Cartilage

Hiroshi Yoshioka¹⁾, Philipp Lang²⁾,
Koutaro Ikeda³⁾, Mamoru Niitsu¹⁾
and Yuji Itai¹⁾

MR images of articular cartilage were evaluated with a three-dimensional (3D) water-excitation sequence (repetition time/echo time/flip angle=28 msec/14 msec/20 degrees) with and without on-resonance magnetization transfer contrast (MTC) pulse in-vitro and in-vivo. 3D water-excitation images with MTC pulse showed a significantly higher contrast-to-noise ratio between normal saline or joint effusion and articular cartilage than images without MTC pulse. In 2 patients with osteoarthritis of the knee, joint effusion showed higher signal intensity than cartilage (arthrogram-like effect) on 3D water-excitation MTC images. The contrast between joint effusion and articular cartilage on 3D water-excitation MTC images was similar to that on fat-suppressed 2D proton-density-weighted fast spin echo images. In conclusion, 3D water-excitation MTC imaging is a promising method by which to evaluate articular cartilage in osteoarthritis and cartilage defect with thin sections and a reasonable scan time.

Research Cord No.: 505.9

Key words: MRI, cartilage, magnetization transfer contrast, water-excitation

Received June, 18, 2001; revision accepted Aug. 16, 2001

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

2) Department of Radiology, Stanford University

3) Department of Orthopedic Surgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba.

別刷請求先

〒305-8575 茨城県つくば市天王台1-1-1

筑波大学臨床医学系放射線科

吉岡 大

はじめに

関節軟骨のMR画像として、さまざまな撮像法が提唱されているが、現在最も病変の敏感度、特異度の高い撮像法として、3D脂肪抑制T1強調gradient recalled echo (GRE)法と2D脂肪抑制T2またはプロトン密度強調fast spin echo (FSE)法が挙げられている¹⁾⁻³⁾。前者は関節軟骨を高信号、関節液を低信号に描出する撮像法で、逆に後者は関節軟骨を低信号から中間信号、関節液を高信号に描出する撮像法である。しかし、脂肪抑制T2またはプロトン密度強調FSE法の使用は、臨床では2D画像に限られており、細かな空間分解能を必要とする関節軟骨の診断には限界がある。

本研究では、脂肪抑制T2またはプロトン密度強調画像同様のコントラストを生ずる新たな撮像法として、3D water-excitation magnetization transfer contrast (MTC) 画像をin vitro とin vivoで試み、その有用性についての検討を行った。

対象と方法

対象は、生後約5カ月のブタ3頭と膝痛症状のある正常ボランティア5人[男性3人、女性2人; 28歳~40歳(平均年齢34.4歳)]であった。ブタ膝は屠殺1日後に膝周囲組織のみ分離して撮像した。正常ボランティアに対しては、インフォームド・コンセントを得て撮像を行った。使用MR装置は、1.5 T Gyroscan NT Intera (フィリップスメディカルシステムズ株式会社製)で、撮像方法は、1-2-1 binomialパルスの3D water-excitation法(繰り返し時間/エコー時間/フリップ角=28/14/20)で、on resonance MTCパルス(1-2-1パルス)の有無で撮像した。その他の撮像条件は、マトリックス=195×512 (zero fill interpolation使用)、スライス厚=1.6mm、field of view (FOV)=140mm、積算回数=2回、撮像時間=7分9秒であった。撮像後、ボランティアにおいては関節液が認められるスライスで、関節軟骨、関節液、半月板、骨端骨髄、脂肪の信号強度を測定し、同一スライスのバックグラウンドノイズの標準偏差を測定した。各組織の信号強度をバックグラウンドノイズの標準偏差で割った値を信号・雑音比(S/N)とし、関節液のS/Nと軟骨の

S/Nの差を関節液と軟骨のコントラスト・雑音比(C/N)とした。また、ブタに関しては関節液の代用として、生理食塩水を膝に固定して撮像を行い、各膝の内・外側顆の2カ所で各組織のS/Nと生理食塩水-関節軟骨のC/Nを測定した。

次に、臨床応用例として、単純x線写真で変形性膝関節症として診断された2症例(女性2人;34歳および36歳)に対して、2D脂肪抑制プロトン強調FSE画像(3043/17)と3D water-excitation MTC画像(28/14/40)のsagittal像を撮像した。2D脂肪抑制プロトン強調FSE画像は、マトリックス256×512、スライス厚3mm、スライスギャップ0.3mm、FOV140mm、積算回数3回で、撮像時間は7分6秒であった。3D water-excitation MTC画像の他の撮像条件は、上記ブタ膝、正常ボランティアの撮像条件と同一であった。

結 果

Table 1 にブタ膝および有症状ボランティアの結果を示

Table 1 Quantitative analysis of in-vitro and in-vivo knee on 3D water-excitation images with and without MTC pulse

Structure	Porcine knee		Volunteer knee	
	MTC	no MTC	MTC	no MTC
S/N				
Cartilage	134.4±18.9	179.9±19.5*	39.2±6.91	66.5±7.94*
Saline (fluid)	149.6±22.3	151.4±12.2	83.2±7.16	76.9±4.69
Meniscus	24.3±8.28	35.2±14.1	7.16±5.10	14.1±5.63*
Bone marrow	5.16±2.63	5.91±2.18	4.70±1.07	3.96±0.79
Fat	19.1±3.71	21.0±8.57	9.53±1.70	6.51±2.79
C/N				
Saline-cartilage	5.2±14.1	-28.5±14.0*	44.0±6.17	10.5±8.81*

All data presented as mean ± standard deviation *; $p < 0.05$ (Wilcoxon signed-rank test)

す。MTCパルスの有無にかかわらず、water-excitation画像では、生理食塩水または関節液と関節軟骨のS/Nは、半月板、骨端骨髄、脂肪に比べて高いS/Nを示し、生理食塩水と関節軟骨が高信号として描出された。MTCパルスを加えたwater-excitation画像の軟骨は、通常のwater-excitation画像の軟骨より有意に低いS/N($p < 0.05$)を示した。従って、MTCパルスを加えたwater-excitation画像では、関節液(または生理食塩水)と関節軟骨のC/Nは通常のwater-excitation画像より有意に高い正の値($p < 0.05$)を示した(Fig. 1)。

臨床応用した2症例ともに、3D water-excitation MTC画像は、脂肪抑制プロトン密度強調FSE画像と同様に、関節液が関節軟骨より高信号を呈するコントラストを示し、関節軟骨の表面は明瞭に描出された(Fig. 2)。

考 察

MTC画像は、臨床MRIのさまざまな分野で用いられているが、関節軟骨に関してもその有用性は、以前から報告されている⁴⁾⁻⁶⁾。しかし、MTC画像はFinelliら⁷⁾の頸椎でのMTC画像の報告を除き、ほとんどが2D画像によるもので、撮像時間やスライス枚数などMTCパルスを付加する分、通常の撮像法に比べて制限があった。しかも、脂肪組織に対するMTCの効果はほとんどないため、MTC画像では、関節軟骨、半月板、筋肉等の信号が低下しても、骨髄や皮下脂肪の信号が比較的高信号として残る。関節軟骨の診断に関しては、脂肪抑制法を併用し、関節液-関節軟骨間のコントラストを高めることが有

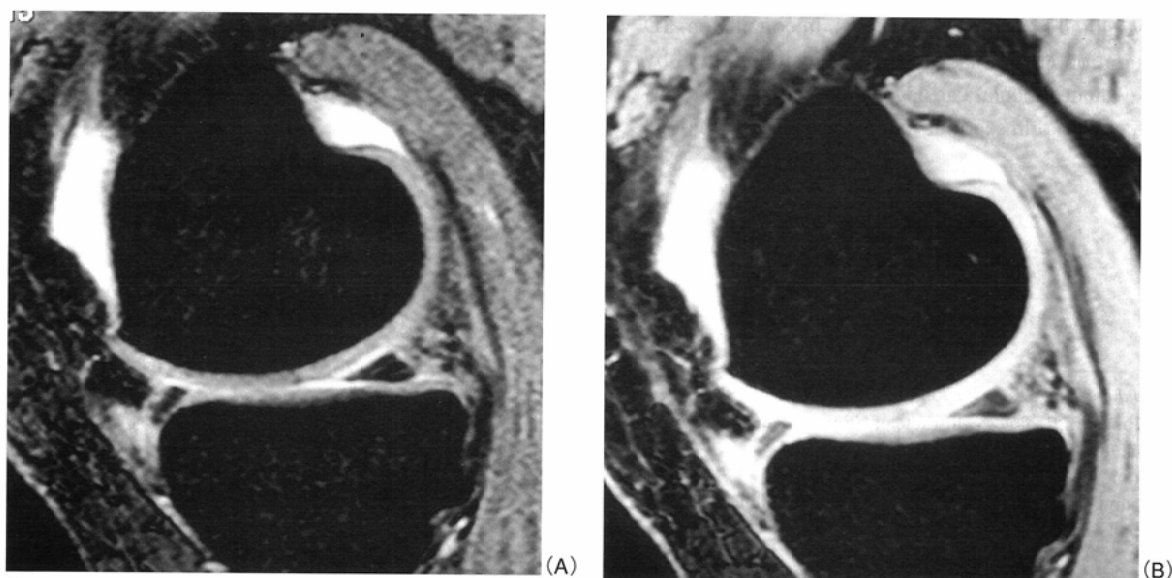


Fig. 1 A 30-year-old male volunteer. Three-dimensional water-excitation image with (A) and without (B) on-resonance magnetization transfer contrast (MTC) pulse.

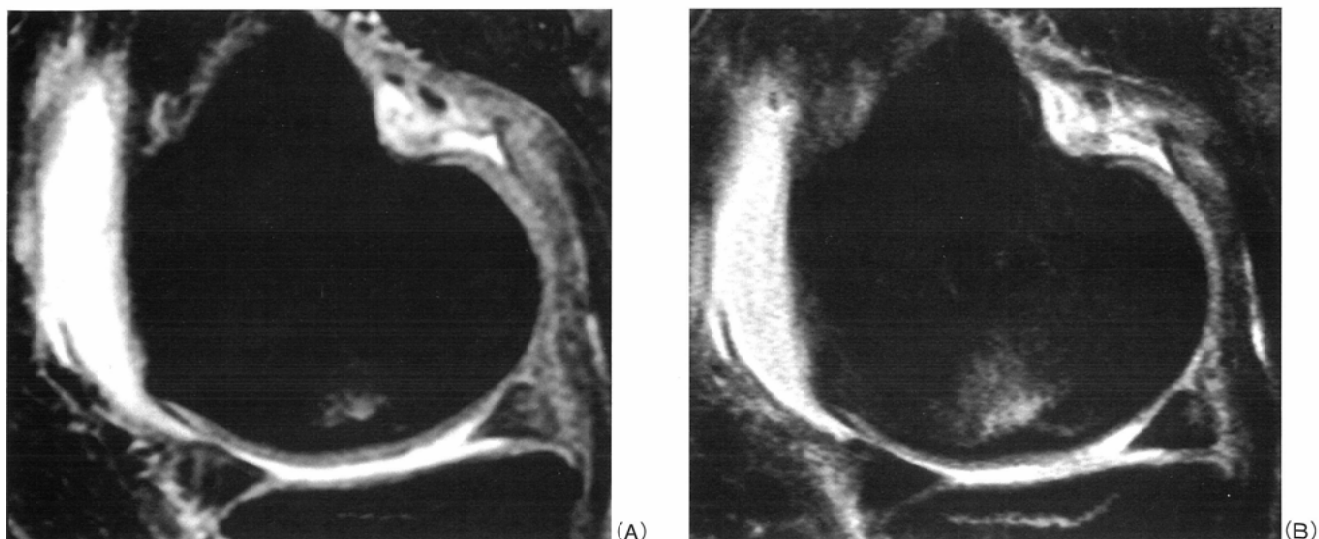


Fig. 2 A-36-year-old-woman with osteoarthritis of the knee.

A: The 3D water-excitation MTC image shows similar contrast to (B) the 2D fat-suppressed proton-density-weighted image, which means positive contrast between joint effusion and articular cartilage.

Cartilage surface was demonstrated more clearly on the 3D water-excitation MTC image without blurring.

用であり、これらの点で従来用いていたMTC画像は劣っていた。

しかし、本研究で用いたMTC画像の利点は、第一に、water-excitationを基本のシーケンスに用いているため、脂肪の高信号による関節液—関節軟骨間コントラストの低下はなくなったことである。第2点として、繰り返し時間の短い撮像法であるため、3D撮像が臨床検査時間内でも十分可能で、関節軟骨の診断に必須な高い空間分解能のMR画像が得られることである。また、FSE法で認められるblurが3D water-excitation MTC画像では認められないという利点もある。

臨床例では、脂肪抑制プロトン密度強調FSE画像と同様な関節液—関節軟骨間のコントラストが得られた。今まで報告されている関節軟骨の3D画像はT1強調の画像であり、T2強調の3D画像の報告はない^{1)–3)}。関節軟骨の診断に有用とされている脂肪抑制FSE画像もMTC効果が加わっているこ

とを考えると、本法のような脂肪信号が励起されていないMTC画像も同様の有用性を持つことが予想される。

本研究では、3D water-excitation MTC画像の撮像時間が約7分と長いが、2回積算を行ったためである。1回積算にすることにより、今回用いたsagittal像のほかに、axial像またはcoronal像の3D water-excitation MTC画像も追加検査することができ、より正確な関節軟骨の診断が可能となると思われる。

結 論

3D water-excitation MTC画像は、関節液を高信号とするいわゆるarthrogram-like effectの画像を、臨床応用可能な撮像時間内で得ることができ、今後関節軟骨の撮像法として有用となると考えられる。

文 献

- 1) Disler DG, McCauley TR, Kelman CG, et al: Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-echo MR imaging of hyaline cartilage defects in the knee: comparison with standard MR imaging and arthroscopy. *AJR* 167: 127–132, 1996
- 2) Disler DG: Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-recalled MR imaging: assessment of articular and physeal hyaline cartilage. *AJR* 169:1117–1123, 1997
- 3) Disler DG, Recht MP, McCauley TR: MR imaging of articular cartilage. *Skeletal Radiol* 29: 367–377, 2000
- 4) Wolff SD, Chesnick S, Balaban RS, et al: Magnetization transfer contrast: MR imaging of the knee. *Radiology* 179: 623–628, 1991
- 5) 吉岡 大, 新津 守, 福林 徹: Magnetization Transfer Contrast (MTC) MR画像による膝関節軟骨の評価. *臨床スポーツ医学* 11: 823–827, 1994
- 6) 吉岡 大, 中井敏晴, 越後純子, 他: 3Tesla MR装置を用いた膝関節MTC画像の初期検討. *日本磁気共鳴医学会雑誌* 18: 410–416, 1998
- 7) Finelli DA, Hurst GC, Karaman, BA, et al: Use of Magnetization Transfer for Improved Contrast on Gradient-echo MR Images of the Cervical Spine. *Radiology* 193:165–171, 1994