

# 0.3Tオープン型永久磁石MRI装置による 脳梗塞急性期の拡散強調画像の検討

Examination of Diffusion-Weighted Imaging in Acute Cerebral Infarction by the 0.3T Open MRI System with Permanent Magnets

若山 晃祥 <sup>1)</sup>	Mitsuyoshi Wakayama	佐藤 高章 <sup>2)</sup>	Takaaki Satou
高橋 素代 <sup>2)</sup>	Motoyo Takahashi	高玉 真光 <sup>3)</sup>	Masamitsu Takatama
高橋 清彦 <sup>2)</sup>	Kiyohiko Takahashi	新井 一秀 <sup>4)</sup>	Kazuhide Arai

<sup>1)</sup>財団法人 老年病研究所附属病院 神経内科  
<sup>2)</sup>財団法人 老年病研究所附属病院 画像診断部  
<sup>3)</sup>財団法人 老年病研究所附属病院 内科  
<sup>4)</sup>株式会社日立メディコ 国内営業本部

Echo Planar Imaging(EPI)を用いたMRIの拡散強調画像は、従来のT2強調画像では描出できなかった超急性期の脳虚血病変を同定することが可能であり、現在広く臨床の場で利用されているが、拡散強調画像が撮像できるMRI装置は高磁場のものが主流である。近年、中低磁場で拡散強調画像が撮像できる永久磁石MRI装置が開発され、これによる脳梗塞急性期の診断の可能性が期待されている。われわれは0.3Tオープン型永久磁石MRI装置AIRIS - を用いて、拡散強調画像により急性期穿通枝系梗塞や亜急性期の脳梗塞の病変を描出できたので報告する。

The diffusion-weighted imaging (DWI) by echo planar imaging can be identified with the regions of acute ischemic stroke that can not be identified by formerly T2 weighted imaging, and is popularly utilized in clinical site at present, but MRI system which can be taken a picture of DWI needs high field system. Because recently the 0.3T open MRI system with permanent magnets (AIRIS- II ) that can be taken a picture of DWI is developed, the possibility of a diagnosis of acute cerebral infarction may be anticipated by this system. We report that we can depict the regions of acute penetrate cerebral infarction and subacute cerebral infarction in DWI by 0.3T open MRI system.

**Key Words:** 0.3T Open MRI, Diffusion-Weighted Imaging, Acute Cerebral Infarction

## 1. はじめに

MRIの拡散強調画像(diffusion-weighted imaging : DWI)は強力な一対の傾斜磁場を加えて移動するスピンの位相の乱れを起こし、分子レベルの動きを画像化するものであり、超急性期の脳虚血病変では細胞内浮腫により水の拡散が低下し高信号を示す<sup>1)</sup>。このDWIは現在、急性期の脳虚血の病変を描出できる撮影法として、臨床の場で広く利用されているが、一般的に使用されているのは高磁場のMRI装置である。今回、われわれは0.3TのMRI装置において基礎的および臨床的に検討したので報告する。

## 2. 使用装置

今回、われわれが使用したのは日立メディコ製AIRIS-II 0.3Tオープン型永久磁石MRI装置<sup>2)</sup>で、SE multi-shot EPIの180°パルスの前後でMPGを印加し、撮影条件はFOV 240mm、matrix 128×128、slice thickness6-7mm、TR R-R間隔

× count数、Navigation echo法、TE100-120ms、b factor400-1000、shot number18-28、scan-time1分-3分で行った(図1)。



図1: 使用装置の設置状況(撮影室内)

### 3. 基礎実験

23度に統一した水・アセトンを用い、b値を変化させ、みかけの拡散係数(apparent diffusion coefficient : ADC)を0.3Tと1.5TのMRI装置において測定した。0.3Tではmulti shot EPI(MS-EPI)、1.5Tではsingle shot EPI(SS-EPI)とfast advanced spin echo(fase)の二種類の方法においてADC値を測定した。水による検討では、各b-valueの組み合わせにお

表1 : 水のADC値の比較

b-value	1.5T ; SS-EPI ( $10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ )	1.5T ; FASE ( $10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ )	0.3T ; MS-EPI ( $10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ )
0-100	1.016	1.993	2.237
0-200	1.404	2.116	2.136
0-300	1.531	2.153	2.119
0-400	1.58	2.202	2.147
0-500	1.602	2.247	2.189
100-200	1.792	2.24	2.034
100-300	1.789	2.234	2.059
100-400	1.768	2.272	2.117
100-500	1.748	2.31	2.177
200-300	1.785	2.228	2.085
200-400	1.757	2.288	2.158
200-500	1.734	2.334	2.224
300-400	1.728	2.347	2.232
300-500	1.708	2.387	2.294
400-500	1.688	2.427	2.356
平均	1.642	2.252	2.171
標準偏差	0.206	0.11	0.087

表2 : アセトンのADC値の比較

b-value	1.5T ; SS-EPI ( $10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ )	1.5T ; FASE ( $10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ )	0.3T ; MS-EPI ( $10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ )
0-100	2.511	4.415	4.723
0-200	3.076	4.515	4.411
0-300	3.241	4.614	4.376
0-400	3.387	4.698	4.429
0-500	3.444	4.741	4.417
100-200	3.641	4.616	4.099
100-300	3.606	4.713	4.203
100-400	3.678	4.793	4.331
100-500	3.677	4.823	4.341
200-300	3.572	4.811	4.306
200-400	3.697	4.881	4.446
200-500	3.689	4.891	4.421
300-400	3.822	4.952	4.587
300-500	3.748	4.932	4.479
400-500	3.674	4.911	4.372
平均	3.498	4.754	4.396
標準偏差	0.339	0.159	0.146

ける水のADC値の平均値は0.3TのMS-EPIでは $2.171 \pm 0.087(\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s})$ 、SS-EPIでは $1.642 \pm 0.206(\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s})$ 、FASEでは $2.252 \pm 0.110(\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s})$ であった(表1)。0.3TのMS-EPIの平均値と1.5Tのfaseによる平均値は統計学的(t検定)に有意な差は認めなかった( $P < 0.01$ )。より歪みの少ないfase法によるADC値と統計学的に差を認めなかったことは0.3TにおけるMS-EPIによるADC値は1.5TMRI装置と同等の精度があることが証明されたと言えた。アセトンによる検討では、各b-valueの組み合わせにおけるADC値の平均値は、0.3TのMS-EPIでは $4.396 \pm 0.146(\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s})$ 、1.5TのSS-EPIでは $3.498 \pm 0.339(\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s})$ 、FASEでは $4.754 \pm 0.159(\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s})$ であった(表2)。0.3TのMS-EPIの値と1.5Tのそれぞれの値とは統計学的には有意差を認めたが、0.3TのMS-EPIの値は1.5TのSS-EPIの値より1.5TのFASEの値に近く、1.5TのSS-EPIよりも0.3TのMS-EPIにおけるADC値が信頼できる傾向にあった。

以上より、基礎実験でのADC値の検討では0.3T MRI装置の日立メディコ製AIRIS-IIは、1.5T MRI装置とほぼ同程度の性能があると思われた。

### 4. 臨床的検討

平成13年4月1日より5月31日に当院で受診し、0.3T MRI装置(日立メディコ製AIRIS-II)にて脳梗塞と診断したのは9例(男性5例、女性4例)である(表3)。年齢62歳から84歳で、平均 $72 \pm 3$ 歳であった。発症より1日後より16日後(発症後平均 $4 \pm 2$ 日)に脳梗塞の病変をT2強調画像と拡散強調画像において描出できた。皮質枝系梗塞(図2)は3例、穿通枝系梗塞(図3)は6例であり、脳幹部の穿通枝系梗塞の描出も可能であった(図4)。小口らの報告<sup>9)</sup>では0.3T MRI装置では動きによるアーチファクトの影響による撮像の問題点が指摘されていたが、今回、われわれは頭部専用のコイルでなく頭頸部用のコイルを用い、また心電図同期を使用することにより、このアーチファクトによる画像のブレは減少した。

表3 : 患者データ

番号	氏名	年齢	性	発症後日	梗塞別
1	M.I.	72	M	1	皮質枝
2	K.O.	66	M	2	穿通枝
3	S.S.	72	M	2	穿通枝
4	T.M.	84	F	1	皮質枝
5	K.M.	62	M	6	穿通枝
6	K.S.	62	M	2	皮質枝
7	F.S.	72	F	1	穿通枝
8	T.H.	71	F	1	穿通枝
9	Y.K.	83	F	16	皮質枝

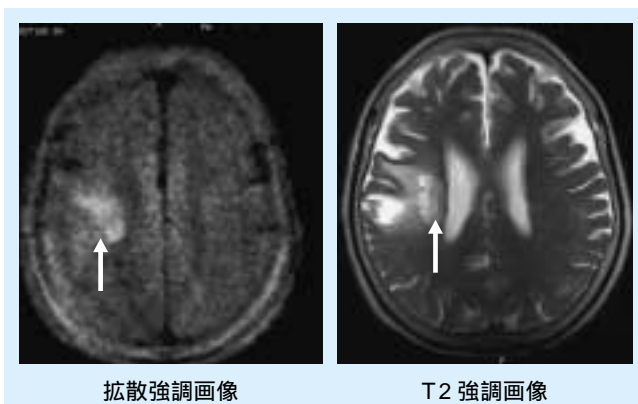


図2：亜急性期の皮質系梗塞  
発症後14日経っている脳梗塞においても拡散強調画像で抽出可能であった。

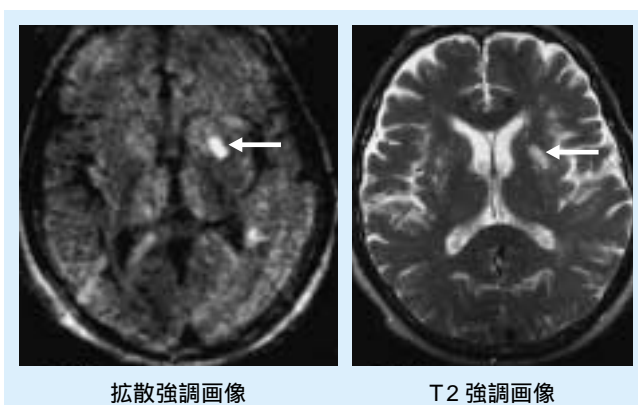


図3：急性期穿通枝系梗塞  
発症後1日における穿通枝系梗塞の拡散強調画像もきれいに抽出可能であった。

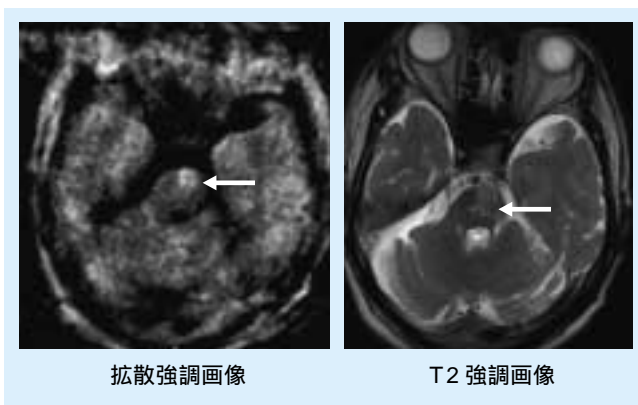


図4：急性期脳梗塞  
発症後2日における脳幹(橋)の穿通枝系梗塞を拡散強調画像で抽出可能であった。

## 5. 考察

MRIのDWIでは超急性期の脳虚血病変を描出し、従来のT2強調画像では区別できなかった新旧の病変を同定することができるので、早急に脳梗塞と診断が可能となり、早期に治療を行うことができるようになった<sup>4)5)</sup>。DWIを撮像できる

のは1.5Tなどの高磁場の装置が一般的であるが、近年、0.3Tという永久磁石による低磁場のMRI装置により拡散強調画像の撮像が可能になった。しかし、0.3T MRI装置による報告はきわめて少なく、皮質系の広汎な梗塞巣の病変の画像においてもアーチファクトによるブレなどで明瞭でなかった。今回われわれは9例の脳梗塞患者で検討することができ、穿通枝系梗塞のような小梗塞においても急性期の病変をDWIで高信号の病変として描出することが可能であった。動物実験では虚血になって数十分で<sup>6)</sup>、臨床的には数時間後にDWIによって病変を確認することができる<sup>7)8)9)</sup>。0.3T MRI装置においても脳虚血発症後数時間でDWIにおいて病変を描出が可能と思われるが、今回の検討では、最もやくて発症後24時間以上要しており、今後の症例の蓄積が必要と思われた。また、コイルを変更し心電図同期にすることにより画像のブレが減少し、明瞭度が上昇した。今後、撮像条件などを改良し、より急性期の脳梗塞のより小さな病変を明瞭に描出することが可能になると思われた。

## 6. まとめ

脳梗塞急性期の病変を0.3T MRI装置により描出可能であり、穿通枝系梗塞の小さな梗塞も描出可能であった。また、撮像条件を変更することにより、画像が明瞭になった。

AIRISは株式会社日立メディコの登録商標です。

## 参考文献

- 1) 大久保敏之, ほか: 脳のdiffusion imaging. 画像診断18(4): 389-397, 1998
- 2) 渡部滋, ほか: 永久磁石方式0.3TMRI装置(AIRIS-II)における新機能開発. MEDIX 33: 42-46, 2000
- 3) 小口和浩, ほか: EPIの中樞神経診断における臨床利用. MEDIX 34: 17-23, 2001
- 4) Gregory S, et al: Hyperacute stroke: evaluation with combined multisection diffusion-weighted and hemodynamically weighted echo-planar MR imaging. Radiology, 199: 391-401, 1996
- 5) James W, et al: New reasons for early use of MRI in stroke. Neurology, 52: 1733-1736, 1999
- 6) Roussel SA, et al: Identification of collaterally perfused areas following focal cerebral ischemia in the rat by comparison of gradient echo and diffusion-weighted MRI. J Cereb Blood Flow Metab, 15: 578-586, 1995
- 7) Lutsep HL, et al: Clinical utility of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the assessment of ischemic stroke. Ann Neurol, 41: 574-580, 1997
- 8) Schwamm LH, et al: Time course of lesion development in patients with acute stroke. Stroke, 29: 2268-2276, 1998
- 9) Marks MP, et al: Evaluation of early reperfusion and IV tPA therapy using diffusion- and perfusion-weighted MRI. Neurology 52: 1792-1798, 1999