

# 心電図同期 2D-FASE を用いた非造影 MRDSA の脳血管への応用 —可能性と解決すべき問題点—

中村 克己<sup>1</sup>, 山本 晃義<sup>1</sup>, 塩谷 ゆう子<sup>1</sup>, 黒木 清己<sup>1</sup>,  
川波 哲<sup>2</sup>, 宮崎 美津恵<sup>3</sup>, 松藤 由香<sup>3</sup>

<sup>1</sup>医療法人共愛会戸畑共立病院放射線科 <sup>2</sup>産業医科大学放射線科 <sup>3</sup>東芝メディカルシステムズ㈱

## はじめに

MR angiography は血管造影検査に比し非侵襲的に血管像が得られることから、頭部や頸部、胸腹部、四肢血管などに広く応用され、特に近年の装置や撮像法の進歩により三次元の高分解能の像が得られるようになってきている<sup>1)~3)</sup>。しかし得られる情報は主に形態学的な“静的”情報であり、血行動態情報は得られない。

心電図同期 2D-FASE を用いた非造影 MR digital subtraction angiography (MRDSA) は、R 波から撮像までの delay time を短い間隔でずらしていくことにより、動脈内の脈波による spin の flow dephasing 領域の伝搬を画像化する手法であり、造影剤を使用せずに血流動態を画像化する新しい手法である。我々はこれまで大動脈や四肢の末梢血管性病変における有用性を報告してきた<sup>4),5)</sup>。今回、本手法による脳血管性病変の血行動態の評価の可能性について報告する。

## 方 法

Echo 間隔 (echo train spacing ; ETS) の短い FSE 法では、早い血流は flow void 効果により低信号、比較的遅い血流は高信号を示す。動脈血は心臓の駆出により脈波として大動脈か

らその分枝へと伝搬するので、ETS の短い FSE で非常に短い時間間隔で観察すると、動脈内を flow void が移動していくと考えられる。差分法を用い背景や静脈信号を除去し、動脈像を得ることができる。

MRI 装置は東芝社製 EXCELART 1.5T で、頭部 SPEEDER コイルを使用した。撮像シーケンスは心電図同期 2D-FASE を用い、撮像パラメータは TR=3 or 4 R-R, ETS=4 ms, TE<sub>eff</sub>=8 ms, matrix=192×256, FOV 25×25 cm で行った。R 波からの撮像までの delay time を徐々に変化させて、冠状断若しくは矢状断の同一断面の多時相画像を得た。拡張期と収縮期の連続画像の差分をとり、動脈信号の経時的な変化を観察した。

## 結 果

R 波から撮像までの、delay time の変化量を 5~10 ms 程度に設定することで、頭蓋内の動脈をある程度異なる時相で描出し、血流状態を評価することができた。脳動静脈奇形の例では、頭蓋内主幹動脈の描出後の時相に、多数の nidus や静脈洞が描出された (Fig. 1)。髄膜腫の例では、時間とともに腫瘍の信号が増強し、血流に富む病変であることが評価可能であった。内頸動脈閉塞症では、閉塞側より末梢の動

キーワード MR angiography, hemodynamics, non-contrast-enhanced MRDSA, fresh blood imaging (FBI), cerebrovascular disease

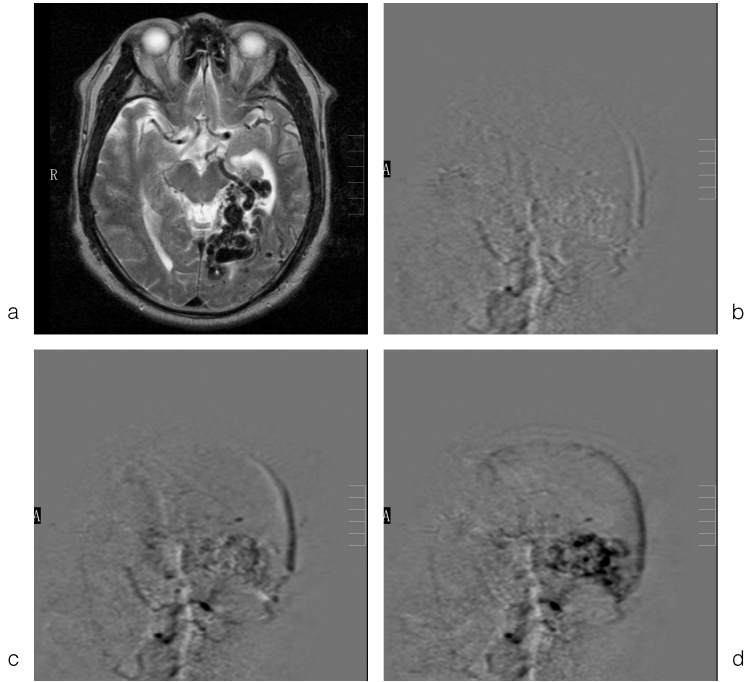


Fig. 1. A case with arteriovenous malformation of left temporooccipital lobe  
a : There are many flow void in left temporooccipital lobe on T<sub>2</sub>WI.  
b-d : The nidus of AVM is demonstrated just following on large portions of the major cerebral arteries on non-contrast-enhanced MRDSA images.

脈は、Willis 輪を介する血流により、対側よりもわずかに遅れて描出された。

### 考 察

Gd 造影剤の急速静注後に、厚いスライスの 2D 撮像を短い時間間隔で繰り返し、血行動態を描出する MR digital subtraction angiography (MRDSA) の有用性が報告されている<sup>6)</sup>。本法は心電図同期 2D-FASE を用いて、動脈内の flow void の伝搬を画像化する手法であり、造影剤を使用せず全く非侵襲的に血行動態を評価することが可能である。血管造影の DSA よう

の画像が得られることから、「非造影 MRDSA」と言える。今回の検討から、delay time の変化を 5~10 ms とすることで、脳血流の状態をある程度描出でき、脳血管性病変の血行動態を評価し得る可能性がある。

しかし、脳動脈は大動脈や四肢の動脈に比し細く、走行も複雑であるため、詳細の評価には現在の画像では不十分である。今後、空間分解能や信号雑音比のさらなる向上が望まれる。

### 結 論

脈波の flow void 効果を利用し、非造影の手

法で頭蓋内病変の血行動態を評価できる可能性がある。臨床的な有用性に関して、今後の評価が期待される。

## 文 献

- 1) Miyazaki M, Sugiura S, Tateishi F, et al. : Non-contrast-enhanced MR angiography using 3D ECG-synchronized half-Fourier fast spin echo. *JMRI* 2000 ; 12 : 776-783
- 2) Miyazaki M, Takai H, Sugiura S, et al. : Peripheral MR angiography: separation of arteries from veins with flow-spoiled gradient pulses in electrocardiography-triggered three-dimensional half-Fourier fast spin-echo imaging. *Radiology* 2003 ; 227 : 890-896
- 3) Urata J, Miyazaki M, Wada H, et al. : Clinical evaluation of aortic diseases using nonenhanced MRA with ECG-triggered 3D half-Fourier FSE. *JMRI* 2001 ; 14 : 113-120
- 4) Nakamura K, Yamamoto A, Miyazaki M, et al. : Clinical usefulness of non-contrast enhanced MRDSA to evaluate hemodynamics of arterial diseases -initial experience-. *ISMRM*, 2003
- 5) Yamamoto A, Nakamura K, Miyazaki M, et al. : Non-contrast-enhanced MRDSA in peripheral arteries using continuous acquisition of ECG-triggered 2D half-Fourier FSE. *ISMRM*, 2003
- 6) Aoki A, Yoshikawa T, Hori M, et al. : Two-dimensional thick-slice MR digital subtraction angiography for assessment of cerebrovascular occlusive diseases. *Eur Radiol* 2000 ; 10 : 1858-1864

## Non-contrast-enhanced MRDSA Using Continuous Acquisitions of ECG-Triggered 2D half-Fourier FSE for Assessment of Cerebrovascular Hemodynamics

Katsumi NAKAMURA<sup>1</sup>, Akiyoshi YAMAMOTO<sup>1</sup>, Yuko SHIOYA<sup>1</sup>,  
Kiyomi KUROKI<sup>1</sup>, Satoshi KAWANAMI<sup>2</sup>, Mitsue MIYAZAKI<sup>3</sup>,  
Yuka MATSUFUJI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Tobata Kyoritsu Hospital*

*1-25 Meijimachi, Tobata-ku, Kitakyushu-shi, Fukuoka 804-0073*

<sup>2</sup>*Department of Radiology, University of Occupational and Environmental Health, <sup>3</sup>Toshiba Medical Systems Co.*

Non-contrast-enhanced MR digital subtraction angiography (DSA), used to provide hemodynamic information, was evaluated in patients with cerebrovascular diseases. Multiple cardiac phase images at 5-10 ms intervals were obtained using ECG gated 2D half-Fourier FSE. Dynamic subtraction images of both diastolic-triggered images depicting bright artery blood and systolic images depicting flow void area due to pulsatile flow transmission within arteries, provided flow information similar to digital DSA. On non-contrast-enhanced MRDSA images in a patient with cerebral arteriovenous malformation, the nidus of AVM was demonstrated next to large portions of the major cerebral arteries. In a patient with meningioma, the signal of the tumor gradually increased with time, indicating a vascular rich tumor. Non-contrast-enhanced MRDSA demonstrates clinical feasibility for evaluating cerebrovascular hemodynamics in various intracranial diseases.