

## 頭部造影 T<sub>1</sub> 強調像における black-blood 法を用いた 静脈洞の信号抑制の試み

天野康雄<sup>1</sup>, 高木 亮<sup>1</sup>, 館野展之<sup>1</sup>, 高浜克也<sup>1</sup>,  
松本 剛<sup>2</sup>, 榎 利夫<sup>2</sup>, 土橋俊男<sup>2</sup>, 隈崎達夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本医科大学放射線医学教室 <sup>2</sup>同付属病院放射線科

### はじめに

頭部 MRI 検査における造影 T<sub>1</sub> 強調像は、脳腫瘍や炎症性疾患の描出能の向上や質的診断に寄与している<sup>1)</sup>。しかし、造影剤の投与によって静脈洞の信号が上昇し、その高信号や flow artifact のために病変の範囲や存在が明瞭でなくなることが経験される。今回我々はこの問題点を解決するため、心臓領域で使用されている black-blood 法<sup>2),3)</sup>を頭部造影 T<sub>1</sub> 強調画像に適用し、反転時間 (TI) を変更してその有用性を検討した。

### 対象および方法

対象は各種脳腫瘍の診断のために造影剤を投与された 8 症例 (男性 1 例, 女性 7 例), 年齢 19~64 歳 (平均 48.8 歳) であった。使用 MRI 造影剤は gadoteridol 又は gadopentetate dimeglumine であり、投与量は 0.1 mmol/kg であった。

使用 MRI 装置は GE 社製 Signa Horizon Echospeed (1.5T) で、頭部用コイルを用いて以下の撮像法を造影後 20 分以内に施行した。まず 8 例全例で SE 法 T<sub>1</sub> 強調像 (TR/TE=300~400/8~9) を施行し、次いで 6 例

で FSE 法 T<sub>1</sub> 強調像 (TR/TE/ETL/ESP=760/10~12/8/10~12) を撮像した。前者のバンド幅は 12.5~15.6 kHz, 後者は 31.3 kHz で、FSE 法を施行した 6 例のうち 3 例ではスライス方向の flow compensation<sup>4)</sup>を使用した。その後全例で black-blood FSE 法 T<sub>1</sub> 強調像 (TR/TE/ETL/ESP=760/6.8~7.6/8/6.8~7.6, バンド幅 31.3 kHz) を、slice selective IR パルスと FSE シーケンス開始までの時間 TI を 50 ms, 200 ms, 350 ms, 500 ms および 643 ms と変化させて撮像した。この black-blood 法は slice nonselective IR パルスと selective IR パルスを組み合わせ、特定のスライス内の血管信号と flow artifact を抑制する撮像法である<sup>2),3)</sup>。撮像断面は横断面で、S 状静脈洞および横静脈洞を 4 例ずつ撮像し、撮像領域 24×21~24 cm, マトリックス 256×224~256, スライス厚 4~6.5 mm, スライス間隔は 1~2 mm とした。静脈洞は脈波でないと考え<sup>5)</sup>、心電図同期法は併用しなかった。

撮像条件を知らされていない神経放射線科医一名が、各画像における静脈洞の信号強度と flow artifact の程度を Table 1 のごとく 5 段階で評価した。各撮像法間における評価の差は Wilcoxon signed rank test で検定し、p<0.05 でその差が有意、0.05<p<0.10 において傾向

キーワード black-blood MR imaging, gadolinium, flow artifact, brain, venous sinus

があると判定した。FSE 法については症例数が限られており、統計学的な評価は行わなかった。

結 果

各撮像法における、静脈洞の信号強度と

Table 1. Visual Scores of Signal and Flow Artifact of Venous Sinus

Score	Signal of Venous Sinus	Flow Artifact of Venous Sinus
1	no apparent signal in the sinus	no apparent flow artifact in the cerebellum
2	between 1 and 3	between 1 and 3
3	signal of venous sinus is evident	flow artifact is apparent in the cerebellum
4	between 3 and 5	between 3 and 5
5	pronounced signal is shown in the sinus	remarkable flow artifact is shown in the cerebellum

flow artifact の評価を Table 2 に示した。SE 法 T<sub>1</sub> 強調像では静脈洞の信号強度は著しく高く flow artifact も比較的明らかであった (Fig. 1a)。FSE 法 T<sub>1</sub> 強調像では flow compensation の有無にかかわらず、静脈洞の信号は低下したが flow artifact は明らかであった (Fig. 1b)。Black-blood FSE 法 T<sub>1</sub> 強調像では SE 法に比べて静脈洞の信号強度は有意に低下し、TI 50 ms に比して TI 200 ms および 500 ms で低下する傾向を示した (Fig. 1c~e)。一方、静脈洞の flow artifact は種々の程度に描出されたが、TI 500 ms に対し、TI 50 ms, 200 ms および 350 ms で低下する傾向を示した。

考 察

本検討では、頭部造影 T<sub>1</sub> 強調像に対して black-blood 法を適用することで静脈洞の信号と flow artifact を抑制できることが示された。Flow compensation も flow artifact を抑制する

Table 2. Distributions of Scores of Signal and Flow Artifact of Venous Sinus

Scores	SE		FSE		FSE+FC		BFSE (TI50)		BFSE (TI200)		BFSE (TI350)		BFSE (TI500)		BFSE (TI643)	
	SI	FA	SI	FA	SI	FA	SI	FA	SI	FA	SI	FA	SI	FA	SI	FA
1	0	0	2	0	0	0	2	0	5	4	5	4	5	0	3	0
2	0	4	1	0	2	1	5	5	2	2	0	2	2	4	4	5
3	0	4	0	1	0	2	0	3	0	1	2	1	0	2	0	1
4	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1
5	7	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

SE : contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted SE imaging, FSE : contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted fast SE imaging without flow compensation, FSE+FC : contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted fast SE imaging with flow compensation, BFSE (TI50, 200, 350, 500, or 643) : contrast-enhanced black-blood T<sub>1</sub>-weighted fast SE imaging with an inversion time of 50, 200, 350, 500, or 643 ms.

SI : signal of venous sinus, FA : flow artifact of venous sinus.

The signal of venous sinus was significantly reduced in contrast-enhanced black-blood T<sub>1</sub>-weighted fast SE imagings than in contrast-enhanced SE imaging using the Wilcoxon signed rank test (p<0.02). The contrast-enhanced black-blood T<sub>1</sub>-weighted fast SE imaging with the inversion times of 200 and 500 ms tended to decrease the venous sinus signal than that with the inversion time of 50 ms. This imaging technique with the inversion times of 50, 200, and 350 ms tended to reduce the flow artifact compared to that with the inversion time of 500 ms.

1999年10月28日受理 2000年1月7日改訂

別刷請求先 〒113-8603 東京都文京区千駄木1-1-5 日本医科大学放射線医学教室 天野康雄

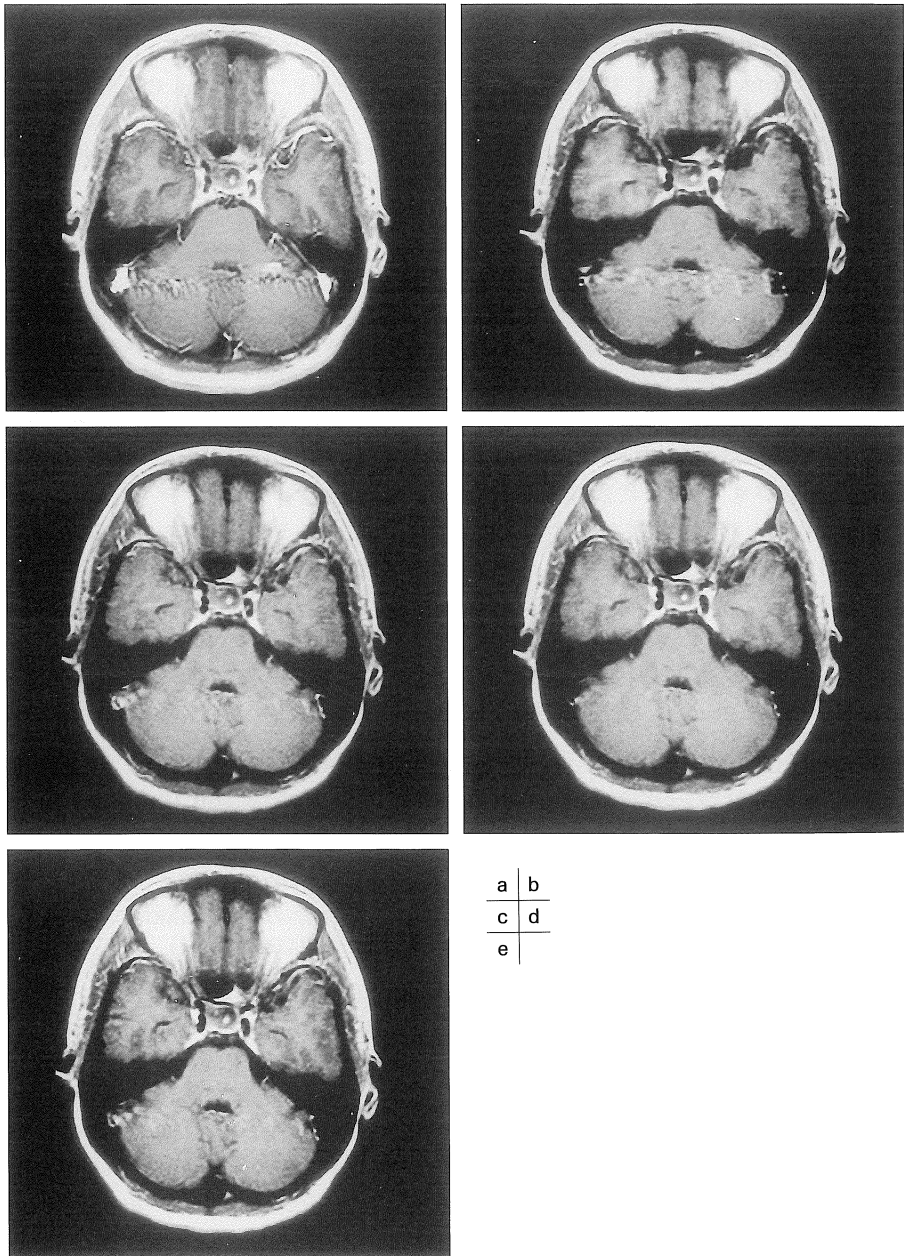


Fig. 1. The signal and flow artifact of the sigmoid sinus are estimated as 5 and 5 (SI and FA) in the contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted SE (a), 1 and 5 (SI and FA) in the fast SE without flow compensation (b), 2 and 3 (SI and FA) in the black-blood fast SE with an inversion time of 50 ms (c), 1 and 1 (SI and FA) in the black-blood fast SE with an inversion time of 350 ms (d), and 2 and 2 (SI and FA) in the black-blood fast SE with an inversion time of 643 ms (e), respectively. The signal and flow artifact of sigmoid sinus are markedly reduced in the contrast-enhanced black-blood fast SE imaging with the inversion time of 350 ms (d).  
 SI : single of venous sinus, FA : flow artifact of venous sinus.

技術であるが、TE や ESP の延長を伴い、静脈洞の信号強度は上昇する傾向にあり<sup>4)</sup>、造影後の血管の flow artifact を有効に抑制するとは限らない。本検討では血管信号を著明に低下させる black-blood 法が静脈洞の flow artifact も低下させ、小脳腫瘍と円形の flow artifact が鑑別し難い場合や腫瘍の辺縁が静脈洞に重なった場合にその診断的有用性が期待された。症例により flow artifact 抑制の程度には差が認められ、この原因として撮像した静脈洞やその T<sub>1</sub> 時間や流速の個人差<sup>5)</sup>が考えられたが、本検討では TI 200 ms や 350 ms において flow artifact は低下する傾向にあった。したがって、まず TI を 200 ms ないし 350 ms に設定してレント下の腫瘍を疑った症例に本法を適用すべきと考えられた。

## 文 献

- 1) Akesson P, Nordstrom CH, Holtas S: Time-dependency in brain lesion enhancement with gadodiamide injection. *Acta Radiol* 1997; 38; 19-24
- 2) Edelman RR, Chien D, Kim D: Fast selective black blood MR imaging. *Radiology* 1991; 181; 655-660
- 3) Simonetti OP, Finn JP, White RD, Laub G, Henry DA: "Black blood" T<sub>2</sub>-weighted inversion-recovery MR imaging of the heart. *Radiology* 1996; 199; 49-57
- 4) Hinks RS, Constable RT: Gradient moment nulling in fast spin echo. *Magn Reson Med* 1994; 32; 698-706
- 5) Mattle H, Edelman RR, Reis MA, Atkinson D: Flow quantification in the superior sagittal sinus using magnetic resonance. *Neurology* 1990; 40; 813-815

## Reduction of Flow Signal from Dural Sinus Using Black-blood Technique in Contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted Fast Spin Echo Imaging

Yasuo AMANO, Ryo TAKAGI, Noriyuki TATENO,  
Katsuya TAKAHAMA, Tsuyoshi MATSUMOTO, Toshio MAKI,  
Toshio TSUCHIHASHI, Tatsuo KUMAZAKI

*Department of Radiology, Nippon Medical School  
1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8603*

A black-blood technique using an inversion pulse pair was applied to contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted fast SE imaging of the brain. The black-blood T<sub>1</sub>-weighted fast SE imaging significantly suppressed the signal of the enhancing venous sinus more effectively than the T<sub>1</sub>-weighted SE (p<0.02) and fast SE imagings. This imaging sequence with the inversion times of 200 and 350 ms also tended to reduce the flow artifact in the cerebellum. This technique may be useful in emphasizing the enhancing cerebellar lesions by suppressing the flow artifact when it was compared to the contrast-enhanced T<sub>1</sub>-weighted SE imaging.