

# 急性期脳血管障害に対する MRI拡散強調画像—高速撮像への期待

Diffusion-weighted MRI Imaging against Acute Cerebrovascular Disturbance—Expectation toward High-speed Imaging

大日方 研<sup>1)</sup> Ken Obinata

高瀬 奉博<sup>2)</sup> Tomohiro Takabuchi

<sup>1)</sup>大日方医院(木更津市)  
<sup>2)</sup>木更津東邦病院 放射線科

急性期脳血管障害の診断にCT/MRIの画像診断は不可欠なものである。中でもMRI拡散強調画像(DWI)の登場により、脳梗塞の診断精度は飛躍的に向上した。しかし、本検査は万能ではなく、ある特定の状態すなわち細胞浮腫や血管浮腫に陥った組織を映し出しているにすぎない。その点では定量的ではなく定性的検査法と言えよう。そこで、DWI撮像時間短縮を目的とした条件、つまりDWI高速撮像条件を設定した。DWI推奨撮像条件での繰り返し回数(NSA)を4回から1回に変更して、撮像時間17秒にまで短縮した。撮像時間の短縮に伴うSN比の低下を避けることはできないが、急性期脳血管障害における定性的精度が保たれているか否かを確認する目的で、DWI推奨撮像条件で異常信号を示した急性期脳血管障害例18例を対象に撮像時間17秒のDWI高速撮像条件で撮像し、両条件下における描出について比較した。その結果、急性期脳梗塞や脳出血例の全18例でDWI推奨条件撮影時と同等の異常信号をDWI高速撮像条件でも得ることができた。

The imaging diagnosis using CT and MRI is indispensable for the diagnosis of acute cerebrovascular disturbance. The appearance of the diffusion-weighted MRI imaging (DWI), in particular, has improved the diagnostic accuracy by large steps. However, the examinations using this method is not almighty, and they only show the tissues which have fallen into certain particular states such as cellular edema and vascular edema. In other words, they are not quantitative but qualitative examination methods. The conditions aimed at shortening DWI imaging time, that is, DWI high-speed imaging time were set up. Imaging time was shortened to 17 seconds by changing the number of repetition under recommended DWI imaging conditions (NSA) from 4 to 1. The decrease of SN ratio due to shortened imaging time could not be avoided, but a comparison of depiction was made between the two conditions by conducting DWI high-speed imaging 18 cases of acute cerebrovascular disturbance demonstrating abnormal signals under recommended DWI imaging conditions with 17 seconds imaging time in order to confirm whether the qualitative precision was kept or not in acute cerebrovascular disturbance. As results, abnormal signals equal to those in recommended DWI imaging conditions could be obtained under DWI high-speed imaging conditions in all 18 cases of acute cerebrovascular infarction and cerebral hemorrhage.

**Key Words:** MRI Imaging, DWI, High-speed Imaging Time

## 1. はじめに

MRI拡散強調画像(DWI)なしでは急性期脳梗塞の診断・治療は容易ではない。特に、血栓溶解療法の適応の判断、多発性脳梗塞の再発の診断、既存の神経症状の増悪が再発か否かの判定、著明なleukoaraiosis部に生じた急性期脳梗塞の診断などは、本検査なくして評価は困難であろう<sup>1)</sup>。

DWIはほかの精密なMRI画像と比べて解像度が悪いうえに、artifactsや歪みを生じやすい画像である。DWIでは、拡

散低下領域を高信号として描出する。脳虚血の超急性期における拡散低下の原因は、虚血によるATP産生低下による細胞膜での能動輸送の低下、つまり細胞内のNaイオン、Caイオン濃度の上昇が生じ、細胞内の水分含有量の増加(細胞内へのwater trap)すなわち細胞毒性浮腫(cytotoxic edema)である。また細胞内小器官の破壊による細胞内粘稠度の増加や細胞性浮腫による細胞間隙腔の狭小化が生じるためである。こ

れらは、虚血発症直後から生じうるが、脳梗塞発症からDWI高信号出現までの最短時間は39分という報告がある<sup>2)</sup>。脳梗塞発症後のDWI高信号出現までの時間は虚血の程度に関連する。虚血が高度なほど短時間で出現する。しかし、発症後1時間以内のDWIでは信号変化がはっきりしないことも多く、虚血性変化の判断にはDWIに加えてperfusion MRIやMRA、FLAIRなどの血流動態をとらえる検査法を組み合わせる必要がある。DWIの脳梗塞急性期の検出感度は高く、通常発症後6時間以内の陽性率は90%以上とされている<sup>3)4)</sup>。このことから、発症6時間以降のDWIで高信号がなければ急性期の脳梗塞の可能性は低いことが示唆されるが、脳幹部梗塞では約30%が発症後24時間以上経過して高信号を呈するとする報告<sup>5)</sup>があるので、注意が必要である。このように、脳梗塞の画像診断は飛躍的に向上したが、患者の神経所見から病巣部位を考え画像に接する診療態度は不変であり大切なことである<sup>6)</sup>。

また、ADC mapを併用することで脳梗塞によって分子拡散が抑制されたためDWIが高信号になったことを裏付けることができる。T2延長のためのT2 shine throughではないことを判別することができる。DWIで異常な高信号を認めた際、原則としてADC mapで同部位の信号を確認する。臨床所見と合わせて“新しい脳梗塞”と判断することができる。ま

た、ADC mapの方が5日から1週間ぐらいと早い時期に信号が上がってくる。一方、DWIは平均すると発症後2週間程度の時期から徐々に信号が低下していく傾向にある。

DWIにおける急性期脳梗塞の検出は、速やかな診断と治療法の選択に大変有用である。今回は撮像時間を短縮したDWI高速撮像の描出について推奨撮像と比較した。

## 2. 対象と方法

木更津東邦病院において、2010年8月から2012年5月までの1年10か月間で急性脳血管障害あるいは急性脳血管障害疑いで外来受診した患者の中で、DWI推奨条件で異常高信号陽性例を対象として実施した。対象患者数は計18名(男女比=2:1)、年齢49歳から91歳(平均73.1歳)である。

繰り返し回数(NSA)を4回から1回に変更し撮像時間17秒にまで短縮した条件をDWI高速撮像条件とする。

DWI推奨条件で高信号を有した症例に撮像時間17秒まで短縮したDWI高速撮像条件を施行し、描出について比較した。

表1と表2に各シーケンスのパラメータを、図1に今回のプロトコルを示す。

使用機器はECHELON Vega\* ver.2.1B、使用コイルはRAPID NVコイル(日立メディコ製)である。

表1：DWI推奨撮像条件とDWI高速撮像条件のパラメータ

	画像種	断面	TR ms	TE ms	Thick mm	FOV mm	Freq	Phase	NSA	Time
推奨撮像 DWI	DW EPI	TRS	3300	87.0	5.0	230	136	192	4	0:57
高速撮像 DWI	DW EPI	TRS	3300	87.0	5.0	230	136	192	1	0:17

表2：頭部MRI検査に用いられるそのほかのシーケンスのパラメータ

画像種	断面	TR ms	TE ms	Thick mm	FOV mm	Freq	Phase	NSA	Time
T1WI	TRS	500	13.0	5.0	230	256	256	1	2:02
T2WI	TRS	4499	104.0	5.0	230	288	320	2	2:56
FLAIR	TRS	10000	121.0	5.0	230	256	224	1	1:41
MRA	3D TOF	23.0	6.9	1.2	180	320	192	1	3:35
T1WI	SAG	400	12.2	5.0	230	256	256	1	2:15
T2*WI	TRS	475	16.4	5.0	230	256	204	1	0:54

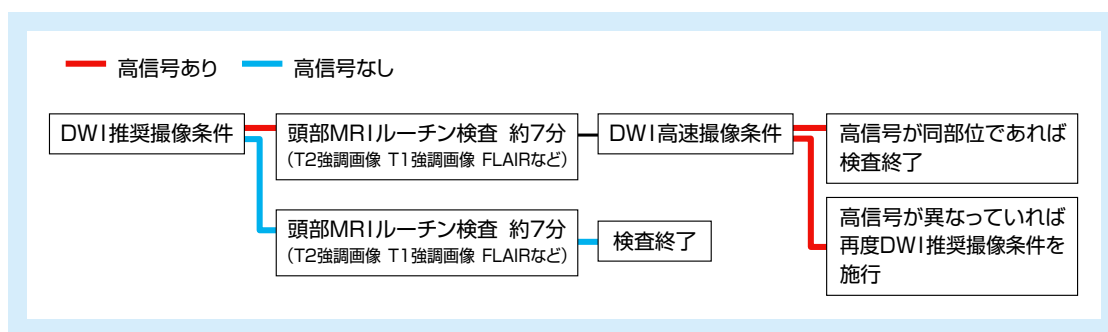


図1：高速撮像DWIを用いた頭部MRI検査

1回のMRI検査の中で2回のDWI撮像をする(1検査DWI 2回撮像 - MRIの最初にDWI推奨撮像条件(撮像時間57秒)で異常信号(+)の時、DWI高速撮像条件(撮像時間17秒)施行)。

### 3. 結果

DWI高速撮像条件で撮像した症例18例の主訴、DWI所見ほかを表3に示す。

急性期脳梗塞や脳出血の症例に関してDWI推奨条件で高信号を有した全18例において、DWI高速撮像条件で推奨条件撮影時と同部位に同程度の異常高信号を確認することができた。DWI高速撮像条件において、DWI推奨条件と同等の描出能が示唆された。

症例18例のうち5症例を以下に示す。

#### (1) 症例1(図2：表3 No.11)

57歳男性、軽度の意識障害と右片麻痺の発症3日後撮像。DWIにて左側脳室体部周囲の深部白質部に明瞭な高信号を認める。ADC mapで同部は低信号域を確認できる。FLAIRで淡い高信号を認める。急性期脳梗塞と考える。高速撮像条

件においてもSN比の低下を認めるも、同部に推奨条件と同等の高信号域の描出を認める。ADC mapでも病変部が明瞭に描出されている。

#### (2) 症例2(図3：表3 No.17)

70歳男性、右片麻痺出現、発症15時間後のDWIにて左内包後脚部に高信号を認める。FLAIRにて同部に淡い高信号域を認めるもT1WIとT2WIでは異常信号は認められない。発症24時間以内の超急性期脳梗塞例においても、高速撮像条件のDWIおよびADC mapでともに異常信号を確認することができる。

#### (3) 症例3(図4：表3 No.6)

73歳男性、右膝人工関節置換術施行2日後に意識障害出現。4日後のDWIにて右側脳室前角周囲および右被殻部の3か所に高信号を認める。多発性脳梗塞を考える。高速撮像条件においても3か所で異常高信号の描出が明確である。

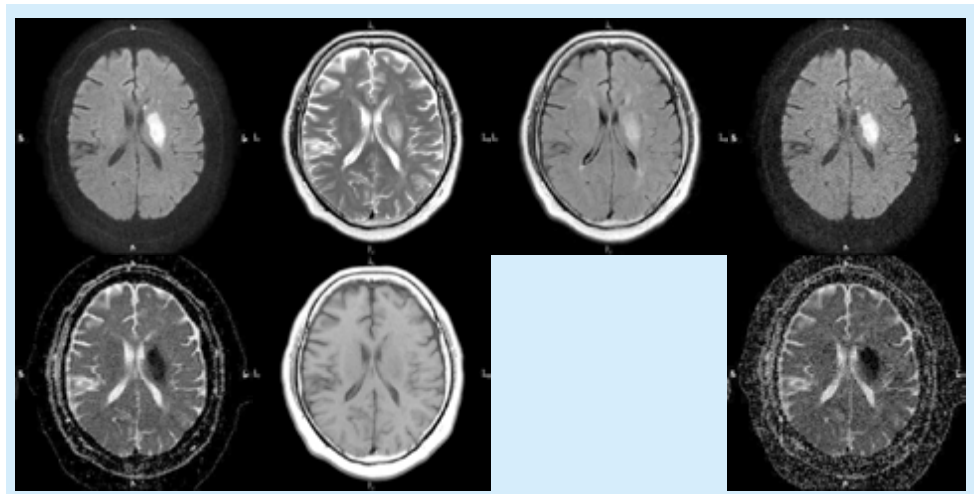
表3：DWI高速撮像条件を施行した症例全18例

No.	年齢	性別	主訴	発症から撮像までの時間	DWI病巣部	臨床診断名
1	72	男	左視床出血後の経過観察	—	右放射冠付近	脳梗塞
2	74	男	物忘れ	1週	左放射冠付近	脳梗塞疑い
3	76	男	左口角周囲の違和感	1週	右脳幹部	脳梗塞
4	69	男	左下肢のつっぱりと左手の拘縮動作不良	48時間	右頭頂部白質	脳梗塞
5	80	女	転倒	—	右側脳室体部周囲	脳梗塞
6	73	男	右膝人工関節置換術施行2日後意識障害	4日	右側脳室前角周囲白質と右被殻	多発性脳梗塞
7	88	女	なし	—	右側頭葉	脳出血
8	65	男	ろれつ不良、右片麻痺	24時間	左側頭部皮質・皮質下	脳梗塞
9	78	女	ふらつき、舌のもつれ	18時間	脳幹部	脳幹梗塞
10	91	女	発語障害	2時間	左視床	脳梗塞
11	57	男	軽度意識障害、右片麻痺	3日	左側脳室周囲白質	脳梗塞
12	82	女	頭重感、左不全片麻痺	1週	右側脳室後角周囲白質	右出血性脳梗塞
13	75	男	左手の脱力、ろれつ障害	2日	両側深部白質部	脳梗塞
14	70	男	左手のしびれ	18時間	右側脳室後角周囲白質	脳梗塞
15	69	男	歩きづらくなった	34時間	延髄	延髄梗塞
16	78	女	左片麻痺	1週	右被殻	脳梗塞
17	70	男	右片麻痺	15時間	左内包後脚	脳梗塞
18	49	男	左下肢の脱力、ろれつ障害	4時間	右側脳室後角周囲白質	脳梗塞

図2：症例1

左側頭葉白質部梗塞  
発症3日後  
57歳男性(表3 No.11)

DWI推奨 (撮像時間57s)	T2 強調画像	FLAIR	DWI高速 (撮像時間17s)
DWI推奨 (撮像時間57s) ADC画像	T1 強調画像		DWI高速 (撮像時間17s) ADC画像



(4)症例4(図5：表3 No.8)

65歳男性、右片麻痺とろれつ回らず、発症24時間後受診。その時のDWIでは左側頭部皮質および皮質下に高信号域を認める。意識レベル低下に伴う体動あり。推奨撮像条件では体動によるmotion artifactsの影響を受けて一部不明瞭な画像となっている。一方、高速撮像条件では、撮像時間の短縮に伴う体動による影響の軽減が効果的に作用し、motion artifactsの少ないDWIが得られた。

(5)症例5(図6：表3 No.12)

82歳女性、頭重感と左不全片麻痺出現1週間後のDWIにて、右側脳室後角周囲分水嶺領域に一部低信号を有した高信号域を認める。T1WIにて高信号を呈しており右出血性脳梗塞を考える。高速撮像条件においても内部の高信号域と低信号の箇所まで十分評価可能で同等の描出を認める。

4. 考察

最適なMRI像は、撮像時間、空間分解能、SN比、コントラスト、アーチファクトの間でのトレードオフの関係にある。一般に空間分解能、SN比、コントラストを高くすると撮影時間が長くなるため、呼吸や体動によるartifactsが増える傾向にある。画質と撮像時間の適当な折り合いを見つけてパラメータを設定しているのが現状であろう。体動の少ない臓器

である脳内の病変部の検出や発症後の速やかな診断と治療方針決定を要する急性期脳血管障害例に対して、短い撮像時間を優先した定性的検査法－DWI高速撮像条件の役割は大きいと考える。

図1のプロトコルに示すように、最初にDWI推奨条件で撮像し、続いてほかのシーケンスで撮っている。これには約7～15分要す。その後にDWI高速条件で撮像した。このわずかな時間内で、梗塞巣の病変部に影響を与えるような浮腫の進行が刻々と起きているとすれば、後に撮った高速撮像条件の方がより明瞭に高信号を現わす可能性が出てくる。しかし、これを裏付ける報告はなかった。今回は、7～15分程度のインターバルはDWI像に影響を与えないと仮定して、推奨条件と高速条件の両者のDWI像の描出について比較した。

DWI推奨撮像条件で異常高信号を有した急性期脳血管障害例全18例において、NSA1回の撮像時間17秒のDWI高速撮像条件で同等あるいは推奨撮像よりmotion artifactsの少ない画像が得られた。DWI高速撮像条件におけるSN比の低下は認めるも異常高信号の描出、病変部の検出において大差はなかった。NSA1回の高速画像の持つ問題点はあるものの、頭部MRIルーチン検査におけるほかのシーケンスとの総合的評価を再認識する。

われわれかかりつけ医が医療の場で求められるものは、発症後の速やかな診断と早急な治療方針の決定である。1分で

図3：症例2  
左内包後脚部梗塞  
発症15時間後  
70歳男性(表3 No.17)

DWI推奨 (撮像時間57s)	T2 強調画像	FLAIR	DWI高速 (撮像時間17s)
DWI推奨 (撮像時間57s) ADC画像	T1 強調画像		DWI高速 (撮像時間17s) ADC画像

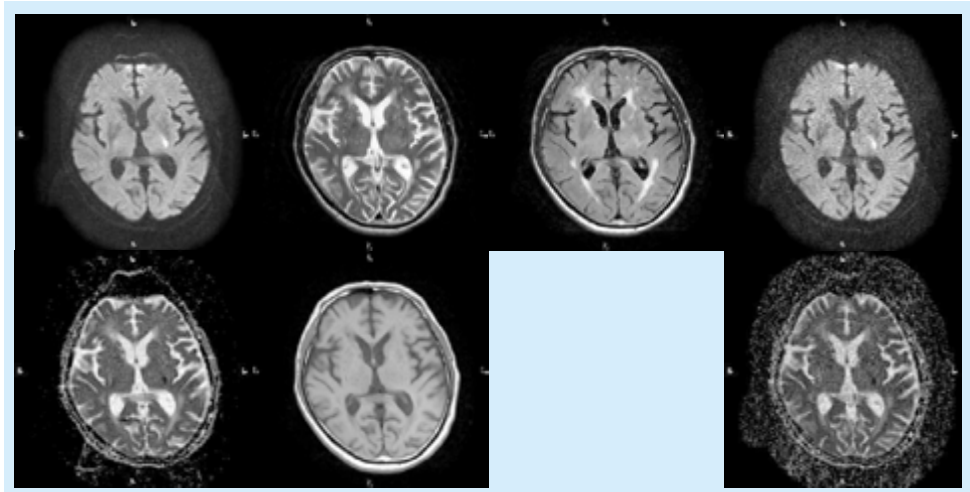
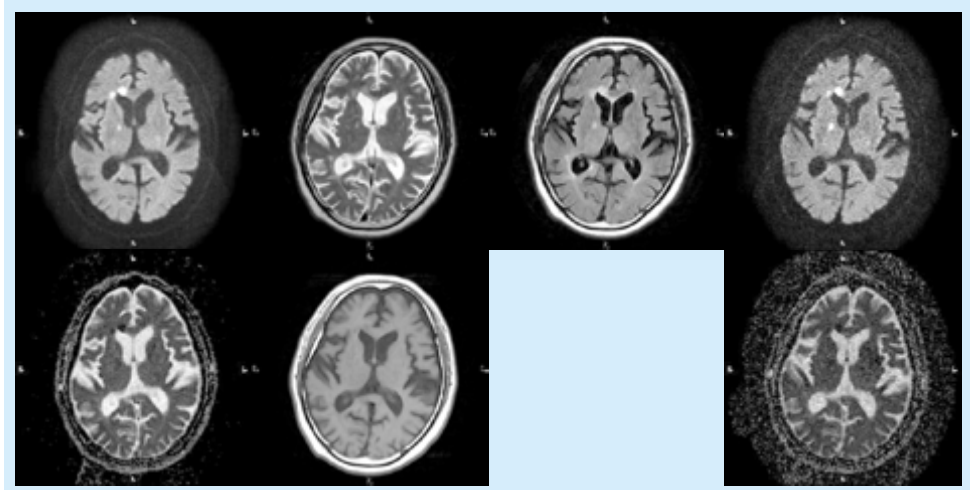


図4：症例3  
右側脳室前角周囲白質部および  
右被殻部梗塞  
発症4日後  
73歳男性(表3 No.6)

DWI推奨 (撮像時間57s)	T2 強調画像	FLAIR	DWI高速 (撮像時間17s)
DWI推奨 (撮像時間57s) ADC画像	T1 強調画像		DWI高速 (撮像時間17s) ADC画像



も早く急性期の脳梗塞を診断し、適切な治療-発症後3時間以内の脳梗塞に対するt-PAによる経静脈的血栓溶解療法(平成17年10月11日より保険診療承認)、高度医療施設搬送-血管内治療などに移行することである。DWI撮像時間を短縮したDWI高速撮像画像が、ある特定の状態すなわち細胞浮腫や血管浮腫に陥った組織を映し出す高感度の定性的検査として成果を上げれば、その臨床的有用性は高いと考えられる。

## 5. おわりに

MRI拡散強調画像(DWI)の登場により、急性期の脳梗塞の診断精度は飛躍的に向上した。梗塞巣で生じている細胞浮腫や血管浮腫に陥った組織の画像化を可能としたDWIにおいて、定性的検査法の観点から、DWI推奨撮像条件の繰り返し回数(NSA)を4回から1回に変更し撮像時間17秒にまで短縮したDWI高速撮像条件を作成し、DWI推奨撮像条件で異常信号を示した急性期脳血管障害例18例を対象に、両条件における描出について比較した。その結果、急性期脳梗塞や脳出血例の全18例でDWI推奨撮像条件とDWI高速撮像条件で、同等の異常高信号の描出を得ることができた。急性期脳血管障害に対するDWI撮像時間の短縮の可能性が示唆された。

今後、MRI 1検査DWI 2回撮像法を用いて、検査中のわずかな時間経過の中での細胞浮腫や血管浮腫といった病態の経

時の変化を追っていきたい。

※ ECHELON Vegaは株式会社日立メディコの登録商標です。

## 参考文献

- 1) 名倉博史：脳梗塞における拡散強調画像．神経内科；59(6)：592-600, 2003.
- 2) Yoneda Y, et al. : Diffusion-weighted magnetic resonance imaging : Detection of ischemic injury 39minutes after onset in a stroke patient. Ann Neurol ; 45 : 794-797, 1999.
- 3) Saur D, et al. : Sensitivity and interater agreement of CT and diffusion-weighted MR imaging in hyperacute stroke. Am J Neuroraidol ; 24 : 878-885, 2003.
- 4) Mullins ME, et al. : CT and conventional and diffusion-weighted MR imaging in acute stroke : study in 691 patinets at presentation to the emergency department. Radiology ; 224 : 353-360, 2002.
- 5) Oppenheim C, et al. : Falsenegative diffusion-weighted imagings in acute ischemic stroke. Am J Neuroraidol ; 21 : 1434-1440, 2000.
- 6) 木村和美：急性期虚血性脳血管障害の診断と治療．臨床神経学；50(11)：783-785, 2010.

図5：症例4  
左側頭部皮質および皮質下  
発症24時間  
65歳男性(表3 No.8)

DWI推奨 (撮像時間57s)	T2 強調画像	FLAIR	DWI高速 (撮像時間17s)
DWI推奨 (撮像時間57s) ADC画像	T1 強調画像		DWI高速 (撮像時間17s) ADC画像

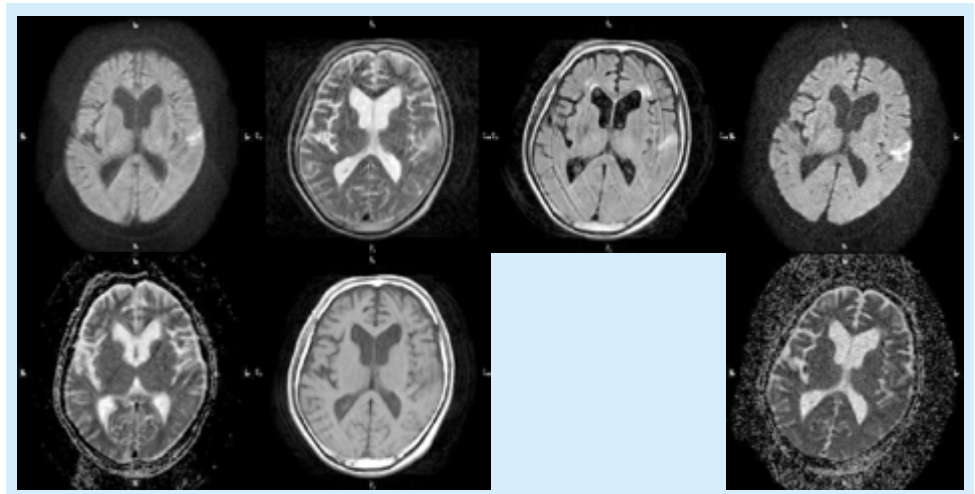


図6：症例5  
右側脳室後角周囲白質部出血性梗塞  
発症1週間後  
82歳女性(表3 No.12)

DWI推奨 (撮像時間57s)	T2 強調画像	FLAIR	DWI高速 (撮像時間17s)
DWI推奨 (撮像時間57s) ADC画像	T1 強調画像		DWI高速 (撮像時間17s) ADC画像

