

# 頭蓋内病変における fluid-attenuated inversion recovery 法 (FLAIR 法) の臨床的有用性の検討 —救急疾患を中心に—

倉持正志<sup>1</sup>, 新津 守<sup>2</sup>, 板井悠二<sup>2</sup>, 和田光功<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学附属病院放射線科 <sup>2</sup>筑波大学臨床医学系放射線科

<sup>3</sup>筑波メディカルセンター病院放射線科

## はじめに

FLAIR 法 (Fluid-attenuated inversion recovery 法) は長い反転時間, 長いエコー時間により脳脊髄液 (cerebro-spinal fluid : CSF) の信号を抑制し, T<sub>2</sub> 緩和時間の差を強調するため大脳皮質および皮質下・脳室周囲等 CSF 近傍の病変の描出に優れるとされている<sup>1)</sup>. 本研究では, FLAIR 法を頭蓋内の血管障害, 外傷に対して撮像し, 各病変の描出形態および従来法である T<sub>2</sub> 強調画像 (T<sub>2</sub>WI) との差異について比較し, FLAIR 法の臨床応用における有用性について検討した.

## 使用機種および方法・対象

島津社製 MAGNEX100HP1.0T 超伝導 MRI 装置を使用し, 頭部用コイルを用いて撮像した.

FLAIR 法 (fast-FLAIR 法) は, FOV 21×21 cm, マトリックス 256×256, 加算回数 1 回, 繰り返り時間 (TR) 6300 ms, 反転時間 (TI) 1700 ms, エコー時間 (TE) 110 ms, エコートレイン数 8 回の条件で撮像した. 撮像時間は 2 分 31 秒である.

T<sub>2</sub>WI は fast SE (spin echo) 法でマトリックス 256×256, 加算回数 2 回, TR4000 ms, TE102 ms, エコートレイン数 16 回で撮像した. 撮像時間は 2 分 8 秒である. また, T<sub>1</sub> 強調画像 (T<sub>1</sub>WI) は STAGE (small-tip-angle gradient echo) で撮像し, TR310 ms, TE10 ms で, 撮像時間は 2 分 38 秒である.

対象は, 1994 年 12 月 5 日から 1995 年 4 月 5 日までの 4 カ月間に筑波メディカルセンター病院で FLAIR 法を含めて頭部 MRI を撮像された症例のうち, 脳血管障害・外傷により何らかの信号強度に変化のみられた 71 例である. その内訳を Table 1 に示す. 脳血管障害は脳梗塞・脳内出血に分けて検討し, 外傷は脳挫傷・外傷性くも膜下出血 (traumatic-subarachnoid hemorrhage : t-SAH) について検討した.

脳血管障害, 外傷は発症・受傷から MRI 撮像までの期間により, 1 週以内を急性期, 1 週以上 4 週以内を亜急性期, 4 週以上を慢性期と分類した.

脳梗塞は臨床経過および CT, MRI による画像所見から診断された 50 部位 (44 症例) を対象とした. 各時期ごとの部位数 (テント上・下の部位数) および FLAIR 法・T<sub>2</sub>WI の形態を Table 2 に示す.

キーワード MRI, FLAIR, infarction, contusion, traumatic-SAH

脳内出血は 11 部位（急性期 2 部位，慢性期 9 部位：9 症例）に撮像された。

頭部外傷受傷後 FLAIR 法を含めて MRI を撮像し，脳挫傷，t-SAH を指摘されたものが 18 例あった。脳挫傷は 17 部位（16 症例）あり，各時期ごとの部位数および FLAIR 法・T<sub>2</sub>WI の形態を Table 3 に示す。t-SAH は 6 症例（脳挫傷を合併していた例が 4 例）あっ

た。

なお，画像の評価は放射線科医 2 名の合意で行った。

## 結 果

### 1) 脳血管障害

#### a) 脳梗塞

各時期の FLAIR 法，T<sub>2</sub>WI の信号強度を Table 2 に示す。

急性期梗塞巣 9 部位中 5 部位は，梗塞巣が皮質や脳表に近く，元来信号強度の高い皮質および CSF のため T<sub>2</sub>WI に比べ FLAIR 法の方が指摘が容易であった (Fig. 1)。残り 4 部位は FLAIR 法，T<sub>2</sub>WI ともいずれも同程度に指摘できた。

亜急性期梗塞巣 10 部位中 FLAIR 法では周囲と等信号を呈した 1 部位は指摘できず，低信号，高信号を呈する 1 部位は病変が小さく，

Table 1. Lesion and Number

		lesion (case)
CVD	Infarction	50(44)
	supratentorial	34
	infratentorial	16
	ICH	11(9)
Trauma	Contusion	17(16)
	t-SAH	6(6)

CVD: cerebro-vascular disease

ICH: intracranial hemorrhage

t-SAH: traumatic-subarachnoid hemorrhage

Table 2. Infarctions

	FLAIR			T <sub>2</sub> WI		
	HIGH	ISO	LOW	HIGH	ISO	LOW
Acute Phase 9(7/2)	9(7/2)			9(7/2)		
Subacute Phase 10(7/3)	8(7/1)	1(0/1)	1(0/1)	10(7/3)		
Chronic Phase 31(20/11)	10(9/1)	4(1/3)	17(10/7)	30(19/11)	1(1/0)	

A: Lesions

(B/C): B; Supratentorial Lesions, C; Infratentorial Lesions

Table 3. Contusions

	FLAIR			T <sub>2</sub> WI		
	HIGH	ISO	LOW	HIGH	ISO	LOW
Acute Phase 4(3/1)	4(3/1)			4(3/1)		
Subacute Phase 4(4/0)	4(4/0)			4(4/0)		
Chronic Phase 9(8/1)	4(3/1)		5(5/0)	7(7/0)	2(1/1)	

A: Lesions

(B/C): B; Supratentorial Lesions, C; Infratentorial Lesions

1996 年 8 月 19 日受理 1997 年 3 月 21 日改訂

別刷請求先 〒305 茨城県つくば市天久保 2-1-1 筑波大学附属病院放射線科 倉持正志

信号強度の変化もわずかであり FLAIR 法での指摘は難しかった。これら3部位はいずれもテント下の梗塞巣であった。FLAIR 法が T<sub>2</sub>WI よりも梗塞巣の指摘が容易であったのは、皮質に近いテント上の梗塞巣2部位であった。残り7部位は FLAIR 法、T<sub>2</sub>WI とともに同程度に指摘できた。

慢性期の梗塞巣では、FLAIR 法では等信号を呈した4部位中3部位は指摘できず、(1部位は辺縁に淡い高信号域があり指摘できた。)

また、高信号を呈する1部位と低信号を呈する3部位は病変が小さく、信号強度の変化もわずかであり FLAIR 法での指摘は難しかった。

FLAIR 法で指摘できなかった3部位、指摘困難であった5部位はいずれもテント下の梗塞巣であった。FLAIR 法の方が T<sub>2</sub>WI よりも梗塞巣の指摘が容易であったのは、皮質に近いテント上の梗塞巣2部位であった。残り22部位は FLAIR 法、T<sub>2</sub>WI とともに同程度に指摘できた。

Table 4. Comparison FLAIR with T<sub>2</sub>WI

FLAIR	>>	>	=	<	<<	T <sub>2</sub> WI
Infarctions(50)		9(8/1)	31(26/5)	7(0/7)	3(0/3)	
ICH(11)			11(10/1)			
Contusions(17)	2(1/1)	3(2/1)	12(12/0)			
t-SAH(6)	6					

(Supra/Infratentorial Lesions)

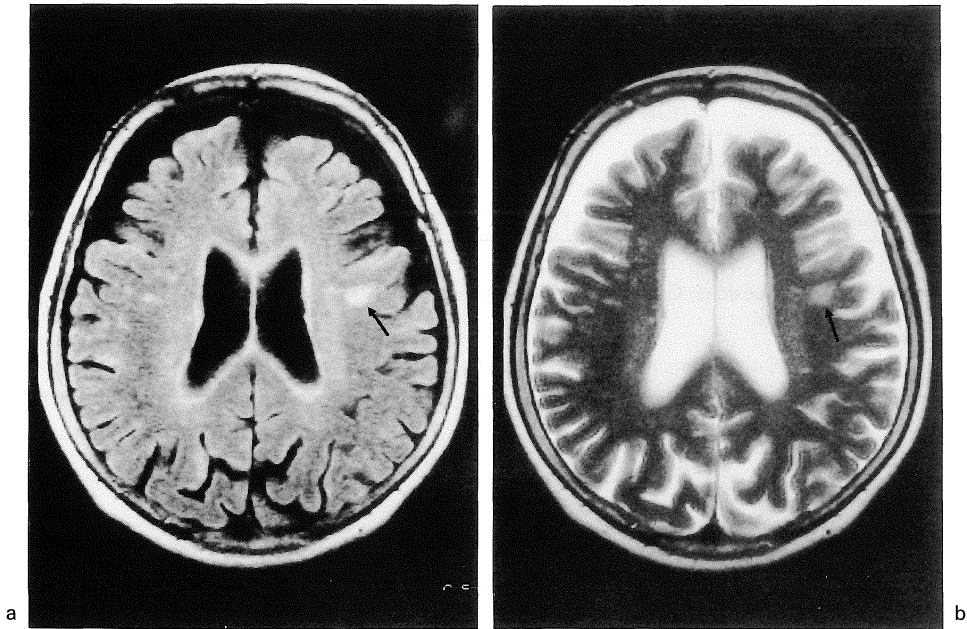


Fig. 1. Infarction (Acute Phase)

FLAIR(a) : definite high intensity area at the left frontal lobe (arrow) is noted.

T<sub>2</sub>WI(b) : moderately high intensity area at the same location (arrow) is demonstrated as Fig. 1(a).

FLAIR 法では急性期の梗塞巣はすべて高信号として描出されたが、亜急性期～慢性期では、高～等～低信号と様々な信号強度を呈した。FLAIR 法でのみ指摘可能な梗塞巣はなかったが、FLAIR 法の方が T<sub>2</sub>WI よりも指摘が容易であった梗塞巣は 9 部位あり、いずれも梗塞巣が皮質や脳表に近い部位であった。逆に、T<sub>2</sub>WI でのみ梗塞巣を指摘できたものが 3 部位、T<sub>2</sub>WI の方が FLAIR 法より指摘が容易であった梗塞巣が 7 部位あり、これらはいずれもテント下の梗塞巣であった。残り 31 部位は FLAIR 法、T<sub>2</sub>WI とともにいずれも同程度に指摘できた。

b) 脳内出血

急性期の 2 部位は T<sub>1</sub>WI で中央部が等～低信号、辺縁部が淡い高信号として描出された。FLAIR 法および T<sub>2</sub>WI は T<sub>1</sub>WI と同様の信号強度の変化を呈し、同程度の描出のされ方であ

った。

慢性期の 9 部位は、FLAIR 法では、中央部が高信号、辺縁部がリング状に低信号を呈する出血巣が 4 部位、中央あるいは辺縁部にわずかな高信号がみられ、他が低信号を呈する出血巣が 2 部位、小さな低信号を呈する出血巣が 1 部位、中央部が低信号、辺縁部が高信号を呈する出血巣が 2 部位あった。

T<sub>2</sub>WI も FLAIR 法と同様の信号強度の変化を呈し、同程度の描出のされ方であった (Fig. 2)。

2) 外 傷

a) 脳挫傷

各時期の FLAIR 法、T<sub>2</sub>WI の信号強度を Table 3 に示す。

急性期 4 部位中、脳梁膝部の 2 部位は T<sub>2</sub>WI でも指摘できたが、FLAIR 法の方が明瞭であり、またその範囲も分かりやすかった

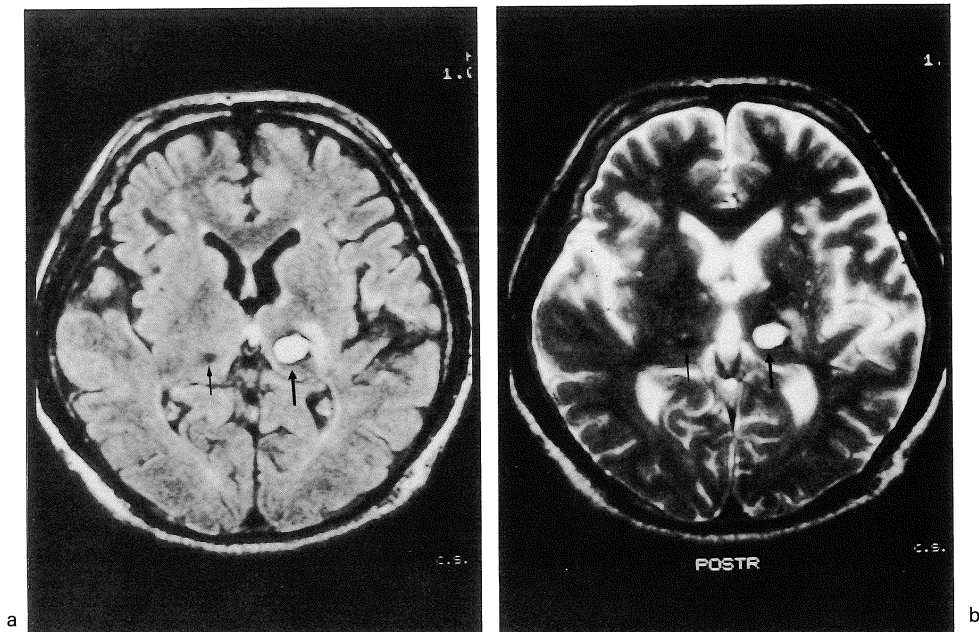


Fig. 2. ICH (Subacute Phase)

FLAIR(a), T<sub>2</sub>WI(b) : left thalamic hemorrhage (large arrow) ; central zone appears high, peripheral zone associated with low intensity and perifocal edema demonstrates slightly high intensity. right thalamic hemorrhage (small arrow) ; It appears as a small low intensity spot.

(Fig. 3) . Contusional hematoma を呈した 1 部位は、急性期の脳内出血と同様に FLAIR 法および T<sub>2</sub>WI とともに同様の信号強度の変化を呈し、同程度の描出のされ方であった。残り 1 部位は橋にみられたが T<sub>2</sub>WI, FLAIR 法ともいずれも同程度の高信号として描出された。

亜急性期 4 部位中、左前頭葉の病変は T<sub>2</sub>WI でも指摘はできるが、FLAIR 法の方が範囲も容易に指摘できた (Fig. 4) . その他 3 部位は、T<sub>2</sub>WI, FLAIR 法ともいずれも同程度の高信号として描出された。

慢性期 9 部位中、T<sub>2</sub>WI では FLAIR 法で高信号を呈した 4 部位のうち 2 部位で指摘できなかった他は、いずれも高信号として描出された。T<sub>2</sub>WI で指摘できなかった 2 例は、皮質近傍と橋の病変であった。

b) t-SAH

頭部外傷受傷直後の CT で t-SAH を指摘され、その後 MRI を撮像された症例が 6 例あった。受傷より MRI 撮像までの期間は 1~8 日 (平均 3.5 日) であった。FLAIR 法では 6 例すべてに脳表に沿って高信号域が認められた (Fig. 3) . T<sub>2</sub>WI では 6 例とも指摘困難であった (T<sub>1</sub>WI も 5 例で撮像されているがいずれも指摘できなかった) . 脳腫脹のために CT で t-SAH の指摘が容易でなかった例が 2 例あったが、FLAIR 法では脳表に沿う高信号域が容易に指摘できた。

### 考 察

脳梗塞に関しては、梗塞巣が皮質近くに存在する場合には時期を問わず FLAIR 法は T<sub>2</sub>WI に比べ指摘が容易であり、これは諸家の報告に

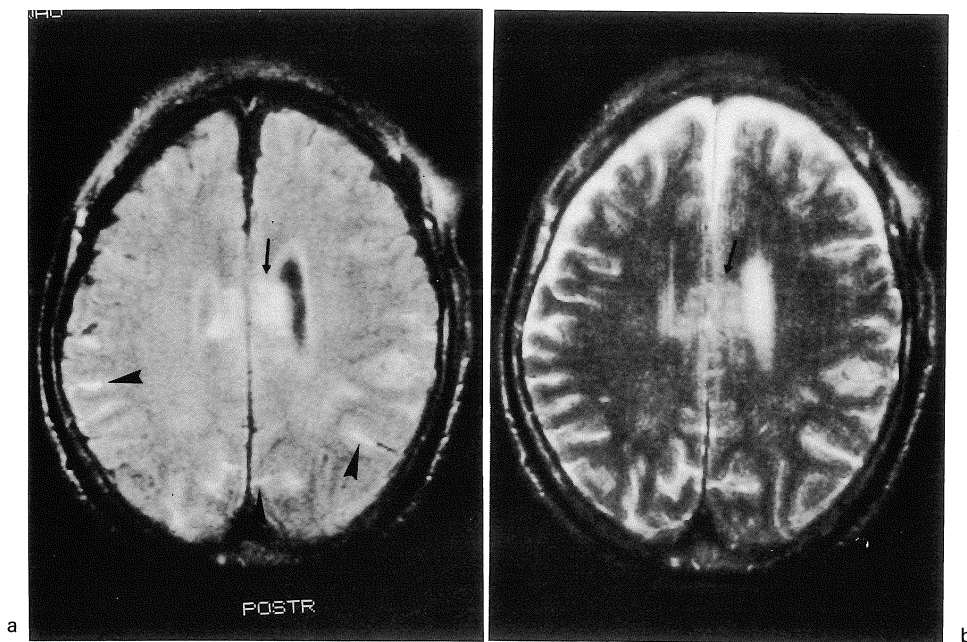


Fig. 3. Contusion and traumatic-SAH (Acute Phase)

FLAIR(a) : contusion appears as definite high intensity at the corpus callosum (arrow), and t-SAH (arrow head) are detected as a linear high intensities in bilateral cerebral hemispheres.

T<sub>2</sub>WI(b) : high intensity area of the corpus callosum can be detected, however their margins are relatively equivocal (arrow). t-SAH cannot be detected.

一致する<sup>1),2)</sup>。これは脳挫傷に関しても同様であった。症例数が9部位と少ないが、FLAIR法では急性期の梗塞巣はすべて高信号に描出され、軟化を示すと思われる低信号の例は認められなかった。FLAIR法で低信号を呈する梗塞巣は急性期のものではないと予想される。ただし、5年の経過を経ても高信号域として描出されている梗塞巣もあり、高信号を呈するからといって必ずしも急性期の梗塞巣とはいえない。亜急性期～慢性期においてはT<sub>2</sub>WIでは高信号域として描出されるが、FLAIR法では等信号で梗塞巣を指摘できない場合や、テント下の小さな梗塞巣では指摘困難な場合もあり、梗塞巣の経過観察にはFLAIR法のみでは不十分であり、T<sub>2</sub>WIも必要と考える。また、初回検査には、解剖学的手助けのためにT<sub>1</sub>WIも必要と考える。

脳内出血の場合、既に頭部CTが施行され、

出血巣の部位・範囲が明かな例がほとんどである。MRI撮像の目的は周囲組織の構築の変化や、(出血巣の部位によっては)異常血管の描出にあると考える。周囲組織の構築については浮腫がある場合その範囲がFLAIR法の方がT<sub>2</sub>WI・T<sub>1</sub>WIに比べ若干明瞭となる以外はFLAIR法を付加する利点は乏しい。異常血管の描出もFLAIR法では血管がsignal voidとしてみられない場合が多く、T<sub>2</sub>WI、造影剤投与後のT<sub>1</sub>WIに及ばない。また、出血巣そのものの描出のされ方も時期を問わずT<sub>2</sub>WIと同様であり、脳内出血に対するFLAIR法の明かな有用性は指摘できなかった。

脳挫傷に関しても病変が皮質や皮質直下、脳梁などの元来T<sub>2</sub>WIで高信号域としてみられたり、CSF近傍の場合が多く、このような病変では、FLAIR法はT<sub>2</sub>WIに比べ指摘が容易であった。t-SAHは、FLAIR法でSAHが高

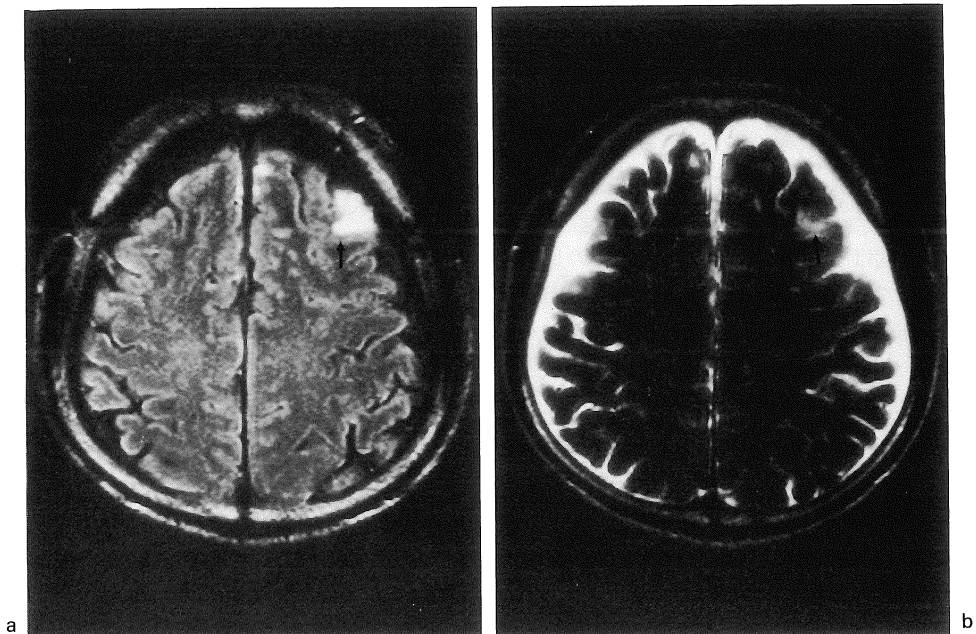


Fig. 4. Contusion (Subacute Phase)

FLAIR(a) : definite high intensity area at the left frontal cortex (arrow) can be easily pointed out.

T<sub>2</sub>WI(b) : only indefinitely high intensity area (arrow) is demonstrated.

信号として描出されるというNoguchiらの報告の通り<sup>3),4)</sup>, 脳表に沿う高信号域として描出された。脳腫脹のためにCTで指摘が難しかった例でも容易に指摘でき、頭部外傷受傷直後初回MRI検査にはT<sub>2</sub>WI・T<sub>1</sub>WIに加えFLAIR法も必要と考える。経過観察には、T<sub>1</sub>WIとFLAIR法だけで十分と考える。

今回の撮像法でのFLAIR法の正常像は、皮質最外縁が約2~3mmの厚みでごくわずかな高信号を呈し、白質~basal gangliaが均一な中等度の信号強度を呈した。また、側脳室辺縁にも縁取るような高信号が認められた。脳脊髄液は無信号となるが、側脳室などのある程度spaceの広い領域は、完全な無信号とはならず、中央部に淡いモヤモヤとした信号が認められた。Monro孔、第4脳室、mastoid air cellsレベルでは横走するartifactがみられる。T<sub>2</sub>WIでは認められない。また、Monro孔付近の第3脳室および第4脳室には、まだらな高信号が認められる場合があり、CSFの流速の速さによるartifactと考えられる<sup>2)</sup>。これらはFLAIR法読影の際の注意点といえる。

なお、筑波メディカルセンター病院は地域の3次救急病院であり、MRI1台あたり月間400~450件程の件数を施行しており、検査時間短縮も目的のひとつであった。(そのようなこともあり、今回はプロトン密度強調画像との比較は行っていない。)脳血管障害が疑われた場合の初回MRI検査では、T<sub>2</sub>WI・T<sub>1</sub>WIに加えFLAIR法も必要と考える。経過観察には、脳梗塞の場合はT<sub>2</sub>WIとFLAIR法だけで、脳内出血の場合はT<sub>2</sub>WIとT<sub>1</sub>WIだけで十分と考える。また、頭部外傷受傷後の場合は、上述のとおり初回MRI検査にはT<sub>2</sub>WI・T<sub>1</sub>WI・FLAIR法を経過観察には、T<sub>1</sub>WIとFLAIR法だけで十分と考える。

## 結 語

FLAIR法を頭蓋内の血管障害(脳梗塞・脳

内出血)、外傷(脳挫傷・外傷性くも膜下出血)に対して撮像し、各病変の描出形態をT<sub>2</sub>WIと比較し、FLAIR法の臨床応用における有用性について検討した。

梗塞巣に関しては、皮質近くに存在する場合には、時期を問わずFLAIR法はT<sub>2</sub>WIに比べ指摘が容易であった。亜急性期~慢性期にはFLAIR法では等信号で梗塞巣を指摘できない例や、テント下の小さな梗塞巣では指摘困難な場合もあり、T<sub>2</sub>WIも必要と考えた。

出血巣に関しては、描出のされ方は時期を問わずT<sub>2</sub>WIと同様であり、FLAIR法の明かな有用性は指摘できなかった。

脳挫傷に関しても病変が皮質近傍に存在する場合は、FLAIR法はT<sub>2</sub>WIに比べ指摘が容易であった。

t-SAHAは、FLAIR法で脳腫脹のためにCTで指摘が難しかった例も含め、容易に指摘でき、頭部外傷受傷後MRI検査には必要不可欠なものと考えた。

## 文 献

- 1) 瀬川文徳, 岸林 潤, 鎌田和彦, 他: FLAIR (fluid-attenuated inversion recovery) 法MRIの脳疾患への応用. BRAIN and NERVE, 46 (6): 531-538, 1994.
- 2) Coene BD, Hajnal JV, Gatehouse P, et al.: MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. AJNR, 13: 1555-1564, 1992.
- 3) Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al.: MR of acute subarachnoid hemorrhage: A preliminary report of fluid-attenuated inversion recovery pulse sequences. AJNR, 15: 1940-1943, 1994.
- 4) Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al.: Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. Radiology, 196: 773-774, 1995.

## **Clinical Usefulness of Fluid-attenuated Inversion Recovery (FLAIR) Sequences in Intracranial Lesions Focusing on Emergent Cases**

Masashi KURAMOCHI<sup>1</sup>, Mamoru NIITSU<sup>2</sup>, Yuji ITAI<sup>2</sup>,  
Mitsuyoshi WADA<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>*Department of Radiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba,  
2-1-1 Amakubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 305*

<sup>3</sup>*Department of Radiology, Tsukuba Medical Center Hospital*

Fluid-Attenuated Inversion Recovery (FLAIR) Pulse Sequences with inversion times of 1700 ms and echo times of 110 ms were used to demonstrate the brain of cerebro-vascular disease (CVD) and brain trauma.

The long inversion times and long echo times nulls the signal from cerebro-spinal fluid and produces heavy T<sub>2</sub> weighting images. We compared FLAIR Pulse Sequences with T<sub>2</sub> weighted image Pulse Sequences for signal intensities of CVD and trauma. FLAIR Pulse Sequences is useful to detect at the periphery of the cerebral hemispheres, but infratentorial small infarctions often cannot be detected for its iso-intensity and slight intensity changes. In all patient of traumatic-subarachnoid hemorrhage (t-SAH) can be definitely detected high signal intensity of the cerebral hemispheres.