



Title	FLAIR像の頭部外傷診断における有用性
Author(s)	足利, 竜一郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(14), p. 1045-1049
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15878
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

FLAIR像の頭部外傷診断における有用性

足利竜一郎

近畿大学医学部放射線医学教室

Clinical Utility of
MR FLAIR Imaging for Head Injuries

Ryuichiro Ashikaga

To study the utility of fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) MR images in the evaluation of traumatic head injury, 56 patients with traumatic head injuries were examined with long TR/TE spin-echo (SE) sequences and FLAIR sequences. In 40 of them, long TR/short TE images were added to those sequences. Careful readings of MR images were done by two well-trained neuroradiologists. The chisquare test was used for statistical evaluation of our results.

The relative sensitivities of FLAIR images were significantly better than those of long TR/TE, long TR/short TE images for the detection of diffuse axonal injury ($p < 0.01$), cortical contusion ($p < 0.01$), and subdural hematoma ($p < 0.01$ for long TR/TE, $p < 0.05$ for long TR/short TE). The number of cases of epidural hematoma and brainstem injury was too small for statistical significance to be determined.

In 9 patients with corpus callosum injuries, FLAIR images demonstrated the lesions as abnormally high signal intensity in the septum pellucidum and fornix. Only sagittal FLAIR images could definitely discriminate the traumatic lesions of the fornix from the surrounding CSF. In addition, FLAIR images could easily discriminate DAI of the corpus callosum from CSF of the cavum velli interpositi.

MR FLAIR images were found to be useful for detecting traumatic head injuries.

Research Code No. : 530.9

Key words : Brain, Injury, Fluid attenuated inversion recovery (FLAIR), MR imaging

Received Jul. 3, 1996; revision accepted Oct. 21, 1996

Department of Radiology, Kinki University School of Medicine

はじめに

頭部のMR検査では、Spin-Echo(SE)法T2強調像が広く用いられている。しかし、SE法T2強調像の欠点の一つに脳脊髄液(CSF)と接する領域に病変があった場合、CSFのpartial volume averaging effectやmotion artifactにより病変が不明瞭となることがある。Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR)法は、CSFの信号を抑制したT2強調像を得ることができ、CSFに隣接する病変を明瞭にすることができる¹⁾⁴⁾。今回われわれは、頭部外傷例にFLAIR法を用い、従来のSE法T2強調像およびプロトン密度強調像と比較して良好な結果を得たので報告する。

対象および方法

対象は近畿大学救命救急センターに搬送された頭部外傷患者56例で、男性38例と女性18例であり、平均年齢は29歳(2~87歳)である。受傷から撮像までの期間は1~36日、平均9.5日である。

装置は、島津社製0.5TのSMT-50を使用した。56例すべての症例でFLAIR像4000/1500/100/2 (TR/TI/TE/excitations)およびSE法T2強調像2000~2500/100/1~2 (TR/TE/excitations)を撮像した。40例にはプロトン密度強調像2000~2500/30/1~2 (TR/TE/excitations)を追加した。FLAIR法は192×128マトリクスで撮像し、撮像時間は12分48秒である。両者ともにスライス幅8mm、スライス間隔2mmで撮像した。

病理学的診断は大部分の症例で困難であったので、2つの異なるシークエンスあるいは異なる断面で病変が認められた場合を陽性とし、その病変について同一断面のFLAIR像、SE法T2強調像、プロトン密度強調像の描出能を検討した。外傷性クモ膜下出血の症例は入院時のCT像で病変が認められたものを陽性とした。描出能の検討は2名の放射線科医により施行した。また、頭部外傷の分類はGentryなどの分類⁵⁾⁶⁾に従い、結果の有意差検定にはsquare χ testを用いた。

結 果

Table 1, 2にFLAIR像とT2強調像, プロトン密度強調像の描出能の比較を示す。

FLAIR像の描出能はびまん性軸索損傷(DAI) ($P < 0.01$), 皮質損傷 ($P < 0.01$), 硬膜下血腫(T2強調像との比較では $P < 0.01$, プロトン密度強調像との比較では $p < 0.05$)では, 統計的に有意にT2強調像, プロトン密度強調像よりも優れていた。硬膜外血腫, 脳幹損傷では, 症例数が少ないため統計的な有意差は認められなかった。

38病変のDAIのうち19病変(50%)ではFLAIR像はT2強調像よりも病変の描出能に優れており(Figs.1, 2), 残りの19病変(50%)では同等の描出能であった。プロトン密度強調像との比較では, 26病変のうち12病変(46%)でFLAIR像は病変の描出能に優れており(Fig.1), 14病変(54%)では同等であった。

9例の脳梁損傷症例では合併する透明中隔や脳弓の損傷がFLAIR像で異常高信号として描出された(Fig.2)。脳弓の外

傷性変化は矢状断FLAIR像でのみ周囲のCSFと区別され明瞭となった。また, 脳梁膨大部のDAIはFLAIR像で脳室間腔のCSFと容易に区別できた(Fig.1)。

32病変の皮質損傷のうち25病変(78%)では, FLAIR像はT2強調像よりも描出能が優れ(Fig.3), 7病変(22%)では同等であった。プロトン密度強調像との比較では, FLAIR像は20病変(80%)でプロトン密度強調像より描出能が優れ(Fig.3), 5病変(20%)では同等であった。

硬膜下血腫の24病変のうち19病変(79%)では, FLAIR像はT2強調像よりも描出能が優れ(Fig.4), 5病変(21%)では同等であった。また, 16病変のうち7病変(44%)では, FLAIR像はプロトン密度強調像より描出能が優れ(Fig.4), 他の9病変(56%)では同等であった。

硬膜外血腫については, 3病変(30%)でFLAIR像はT2強調像よりも描出能が優れ, 7病変(70%)では同等であった。また, プロトン密度強調像との比較では, 1病変(20%)でFLAIR像の描出能はプロトン密度強調像よりも優れ, 4病変(80%)では同等であった。

Table 1 Comparative lesion visibility of traumatic lesions between long TR/TE images and FLAIR images.

Sequences	Traumatic lesions				
	DAI	Cortical contusion	SDH	EDH	BSI
FLAIR only	2 (5) **	15 (47) **	15 (63) **		
FLAIR > long TR/TE	17 (45) **	10 (31) **	4 (16) **	3 (30)	3 (43)
FLAIR = long TR/TE	19 (50)	7 (22)	5 (21)	7 (70)	4 (57)
FLAIR < long TR/TE long TR/TE only					
Total	38	32	24	10	7

() : percentage

** $p < 0.01$ (chi-square test with continuity correction)

FLAIR only: FLAIR image could only detect a lesion.

FLAIR > long TR/TE: FLAIR images were superior to long TR/TE images.

FLAIR = long TR/TE: Both FLAIR and long TR/TE images were of equal value.

FLAIR < long TR/TE: Long TR/TE images were superior to FLAIR images.

long TR/TE only: Long TR/TE image could only detect a lesion.

DAI: diffuse axonal injury, SDH: subdural hematoma, EDH: epidural hematoma, BSI: brain stem injury

Table 2 Comparative lesion visibility of traumatic lesions between long TR/short TE images and FLAIR images.

Sequences	Traumatic lesions				
	DAI	Cortical contusion	SDH	EDH	BSI
FLAIR only		6 (24) **			
FLAIR > long TR/short TE	12 (46) **	14 (56) **	7 (44) **	1 (20)	3 (60)
FLAIR = long TR/short TE	14 (54)	5 (20)	9 (56)	4 (80)	2 (40)
FLAIR < long TR/short TE long TR/short TE only					
Total	26	25	16	5	5

() : percentage

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ (chi-square test with continuity correction)

FLAIR only: FLAIR image could only detect a lesion.

FLAIR > long TR/short TE: FLAIR images were superior to long TR/short TE images.

FLAIR = long TR/short TE: Both FLAIR and long TR/short TE images were of equal value.

FLAIR < long TR/short TE: Long TR/short TE images were superior to FLAIR images.

long TR/short TE only: Long TR/short TE image could only detect a lesion.

DAI: diffuse axonal injury, SDH: subdural hematoma, EDH: epidural hematoma, BSI: brain stem injury

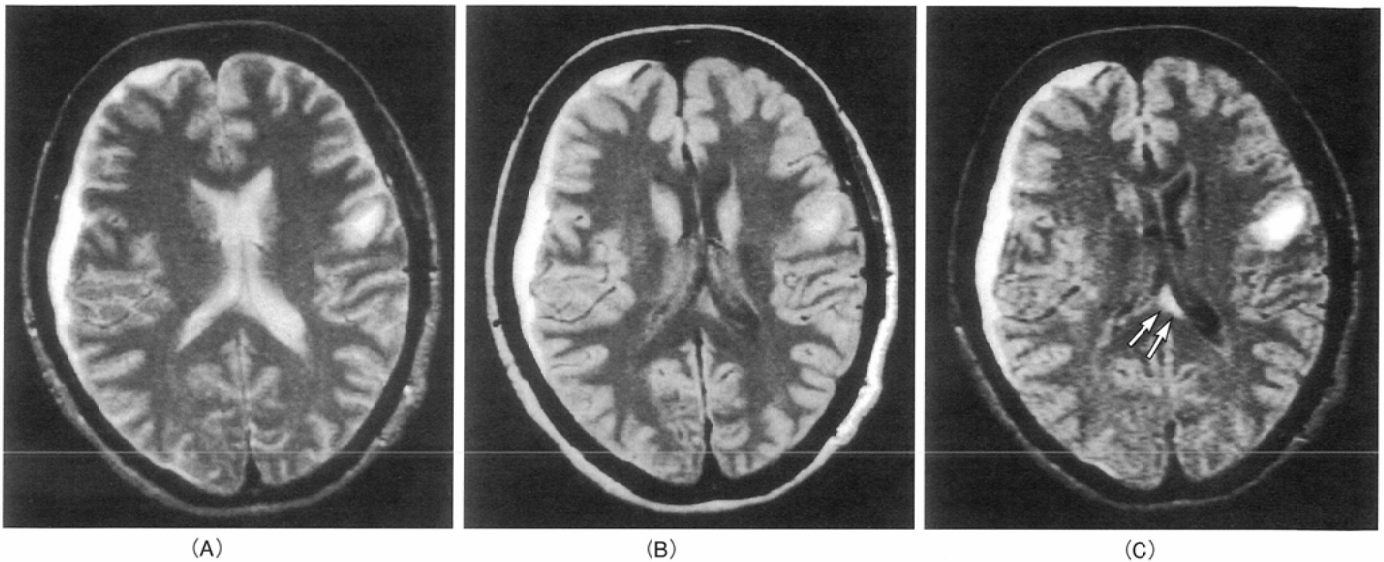


Fig.1 A 57 year-old woman with DAI of the corpus callosum and subdural hematoma. Axial long TR/TE(A), long TR/short TE (B) and FLAIR(C)MR images. FLAIR image can discriminate DAI of the splenium of the corpus callosum from CSF of the cavum velli interpositi (arrows).

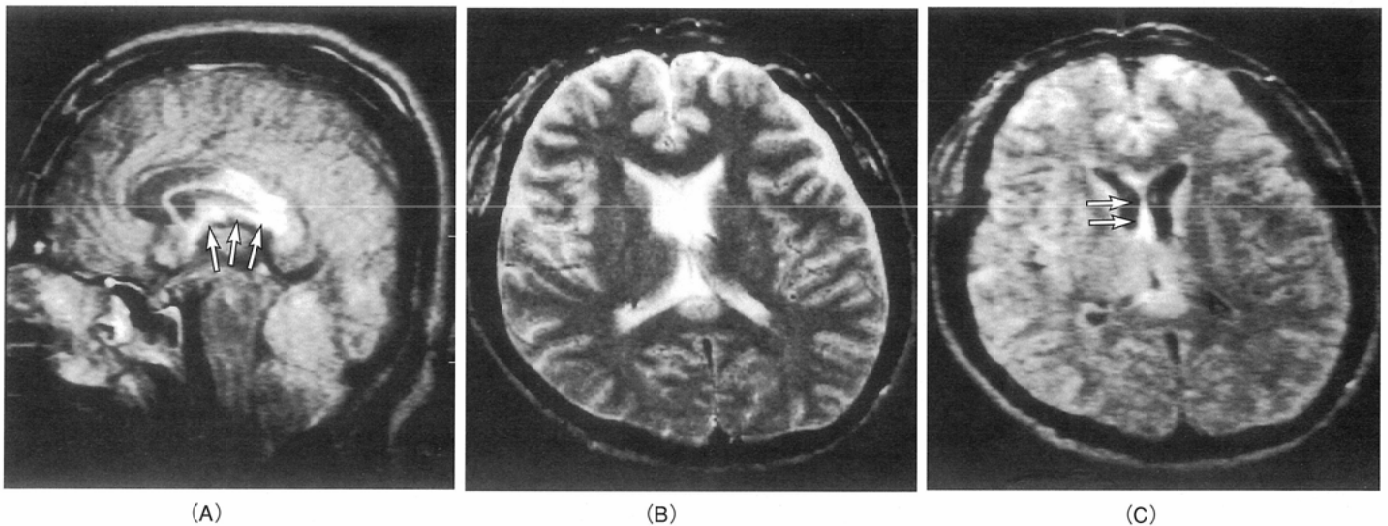


Fig.2 A 23 year-old man with DAI of the corpus callosum. The accessory lesion extending to the fornix is readily seen on sagittal FLAIR image (A) (arrows). The traumatic lesion on the septum pellucidum is only detected by axial FLAIR image (C) (arrows), whereas the lesion is not detected on long TR/TE image at all (B).

脳幹損傷については、3 病変(43%)でFLAIR像はT2強調像よりも描出能が優れ、4 病変(57%)では同等であった。また、プロトン密度強調像との比較では、3 病変(60%)ではFLAIR像が優れ、2 病変(40%)は同等であった。いずれの外傷性病変でも、T2強調像またはプロトン密度強調像の方がFLAIR像より病変描出能に優れていた症例はなかった。

外傷性クモ膜下出血は19病変が入院時のCT像で認められたが、MR像ではいずれの撮像法でも大部分の症例で指摘が困難であった。しかし、2 病変はFLAIR像でのみ明瞭に描出された。(Fig.4 D)。このうち1例ではCT像よりも広範囲で、より明瞭にクモ膜下出血が認められた。

考 察

FLAIR法はinversion-recovery法の一種であり、長いTI (inversion time)を用いることによりCSFからの信号やartifactを抑制し、TE(echo time)を長くとることにより、強いT2強調像を得ることのできる撮像法である¹⁾⁴⁾。

一般的に頭部外傷性病変の描出にはCTよりMRIが優れているとされており⁵⁻¹⁰⁾、Gentryらは頭部外傷性病変の描出にはプロトン密度強調像やT2強調像が鋭敏であると述べている⁵⁾。われわれは、すでに頭部外傷性病変の描出にはFLAIR像がT2強調像に勝っていることを報告したが⁴⁾、今回プロトン密度強調像との比較を加え、統計的な検討を行った。

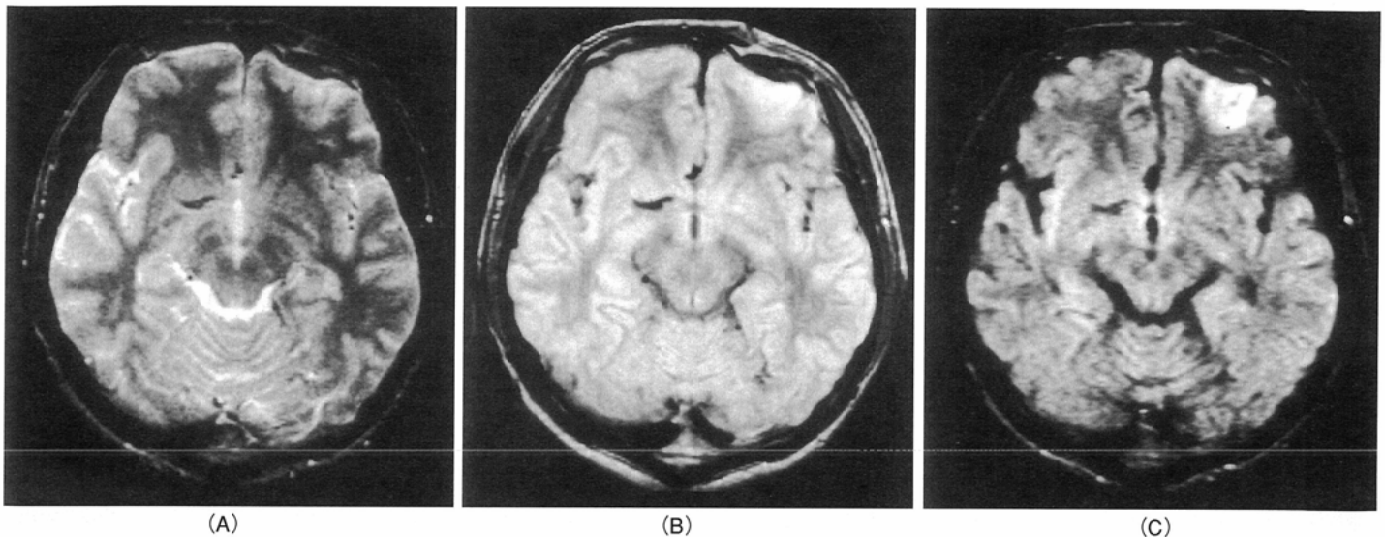


Fig.3 A 26 year-old man with the left frontal cortical contusion. Axial long TR/TE (A), long TR/short TE (B) and FLAIR (C) MR images. The FLAIR image gives much better lesion definition than long TR/TE and long TR/short TE images.

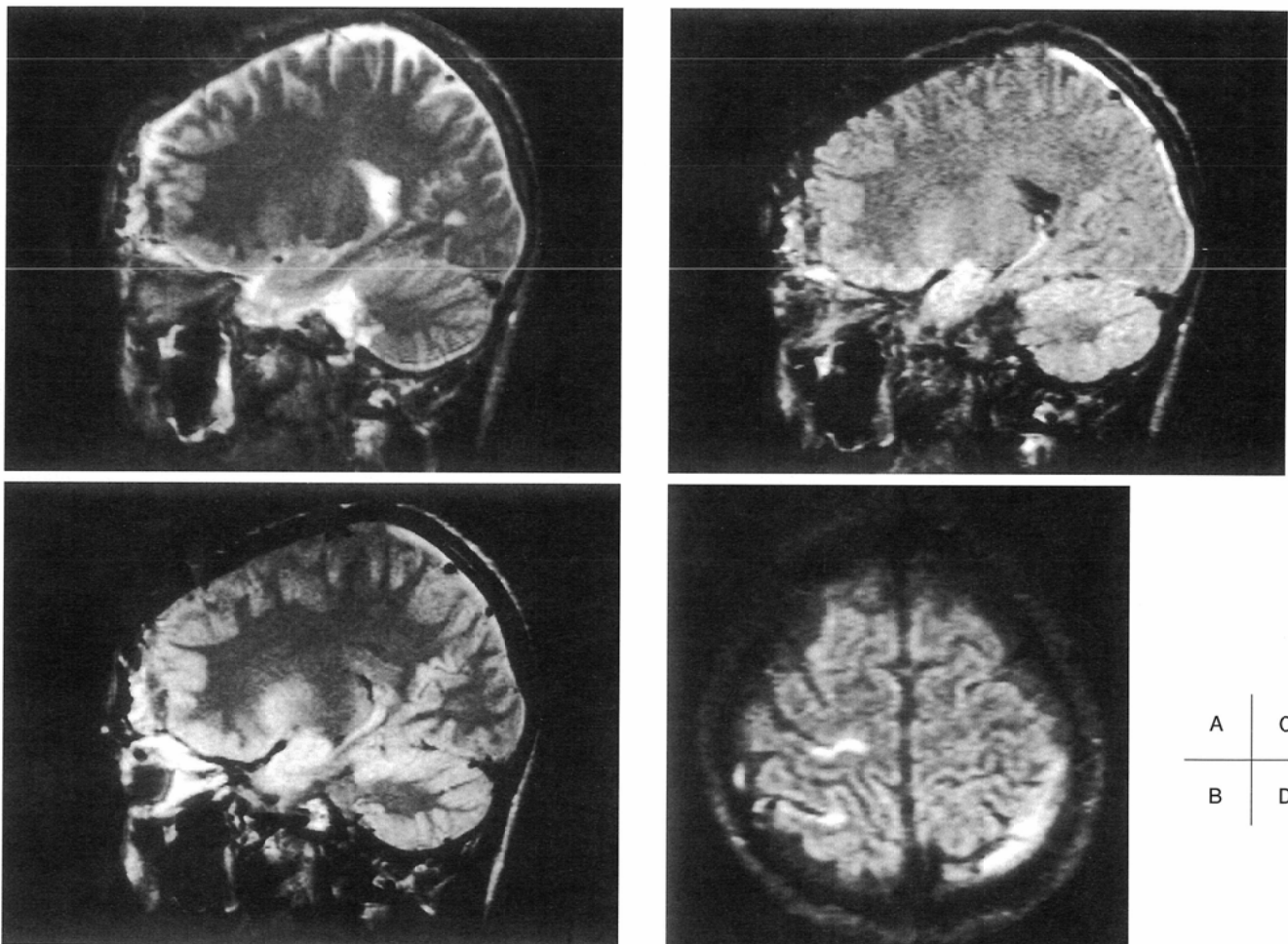


Fig.4 A 31 year-old man with subdural hematoma and traumatic subarachnoid hemorrhage. Sagittal long TR/TE (A), long TR/short TE (B), and FLAIR (C) MR images. A FLAIR image can detect the crescent-shaped extraaxial fluid collection as high signal intensity, diagnosing not subdural effusion but subdural hematoma. Axial FLAIR image (D) show subarachnoid hemorrhage as high signal intensity in the right precentral and postcentral sulci.

DAIは歪力が白質と灰白質の境界に作用して生じる傷害である。多くの病変は白質と灰白質の境界に位置し、皮質は保たれる。脳梁と脳幹部の外背側にも好発し、脳梁の損傷には脳弓や透明中隔の損傷を合併することが多

い⁵⁾⁻⁸⁾。DAI、皮質損傷、硬膜外血腫、硬膜下血腫のような外傷性病変の多くはCSFに接しており、SE法T2強調像ではCSFのpartial volume effectやmotion artifactの影響を受ける。また、T2強調像やプロトン密度強調像では白質、灰白質の

コントラストが高いために、脳表に存在する小さな病変は不明瞭となる。CSFからの信号と白質、灰白質のコントラストを抑制することにより、FLAIR法は頭部外傷性病変の描出能を高めることができた。特に皮質損傷や硬膜下血腫のように脳表あるいは脳表に接して存在する小さな病変はFLAIR像でのみ指摘が可能であった。

脳弓や透明中隔の外傷性変化は、プロトン密度強調像での高信号化や腫大、変位として認められるが^{5),7)}、脳室内のCSFの影響を受ける。脳梁損傷に合併する脳弓損傷では従来のSE法T2強調像、プロトン密度強調像と比較して矢状断FLAIR像が極めて有用であった。FLAIR像ではプロトン密度強調像と異なり、病変部と正常脳実質のコントラストが良好であるために描出能が向上したと考えられる。

今回、FLAIR像での外傷性クモ膜下出血の描出能は入院時のCT像と比べて不良であった。FLAIR法によるクモ膜下出血描出の検討はNoguchiらによりなされているが¹¹⁾、彼らは発症後2～5時間の急性期のクモ膜下出血がFLAIR像で容易に認めることができたと述べている。この描出能の差異は発症からMRIの撮像までの期間がわれわれの症例では平均9.5日と長かったことが主な原因であると思われる。しかし、われわれの経験した1例では、CTで認められる領域より広範囲にクモ膜下出血が認められており、発症からの経過が長くてもFLAIR像で描出可能な症例も存在すると考えられる。

われわれは0.5TのMR装置を用いたが、MR検査が必要である重傷頭部外傷例の場合、機械的人工呼吸により呼吸管理が行われている場合が大半であり、多くの付属物を伴い

検査が施行される、また人体内に磁性体の異物が存在していることもあり、高磁場装置に比べて画質は劣るが中磁場装置での検査がより安全性が高いと考えられる。

最近、高磁場MR装置を用いた高速FLAIR像でモンロー孔周囲や脳底部脳槽のCSFの流入効果によるmotion artifactが問題になっているが^{12),13)}、今回の中磁場MR装置によるわれわれの検討では、CSFによるartifactはほとんど認めなかった。

FLAIR法の問題点としてはSE法と比較して長い検査時間と少ないスライス枚数があげられる。しかし、それらの欠点を差し引いても頭部外傷例ではFLAIR法の利点の方が勝り、かつ今日ではFast-spin-echo法を用いた高速FLAIR法によりこれらの問題点は改善されている^{13),14)}。

まとめ

FLAIR法による頭部外傷性病変の描出能はSE法T2強調像、プロトン密度強調像と比較して有意に優れていた。本法により得られた情報は治療のうえでも有用であると考えられ、臨床的に頭部外傷性病変が疑われる症例にはFLAIR像を撮像するべきであると考えられる。

稿を終えるにあたり、ご指導ならびにご校閲を賜りました石田修教授に深甚なる謝意を捧げます。またご助言、ご指導を賜りました荒木 裕講師ならびに本研究にご協力頂いた諸先生方から感謝いたします。

文 献

- Hajnal JV, Bryant DJ, Kasuboski L, et al: Use of fluid attenuated inversion recovery (FLAIR)pulse sequences in MRI of the brain. *J Comput Assist Tomogr* 16: 841-844, 1992
- White SJ, Hajnal JV, Young IR, et al: Use of fluid-attenuated inversion-recovery pulse sequences for imaging the spinal cord. *Magn Reson Med* 28: 153-162, 1992
- 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
- 足利竜一朗, 荒木 裕, 石田 修: 頭部外傷のMR fluid attenuated inversion recovery (FLAIR)像. *日本医放会誌* 54: 1184-1186, 1994
- Gentry LR: Head trauma. (In) Atlas Sw ed: Magnetic resonance imaging of the brain and spine. 439-466, 1991, Raven Press, New York
- Gentry LR, Godersky JC, Thompson B: MR imaging of head trauma: review of the distribution and radiopathologic features of traumatic lesions. *AJR* 150: 663-672, 1988
- Davis WL, Jacobs J: Craniocerebral trauma. (In) Osborn AG ed: Diagnostic neuroradiology. 199-247, 1994, Mosby, St.Louis
- Gentry LR, Thompson B, Godersky JC: Trauma to the corpus callosum: MR features. *AJNR* 9: 1129-1138, 1988
- Orrison WW, Gentry LR, Stimac GK, et al: Blinded comparison of cranial CT and MR in closed head injury evaluation. *AJNR* 15: 351-356, 1994
- Kelly AB, Zimmerman RD, Snow RB, et al: Head trauma: comparison of MR and CT-experience in 100 patients. *AJNR* 9: 699-708, 1988
- 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
- Hashemi RH, Bradley WG, Chen DY, et al: Suspected multiple sclerosis: MR imaging with a thin-section fast FLAIR sequence. *Radiology* 196: 505-510, 1995
- Rydberg JN, Hammond CA, Grimm RC, et al: Initial clinical experience in MR imaging of the brain with a fast fluid-attenuated inversion-recovery pulse sequences. *Radiology* 193: 173-180, 1994
- 土屋一洋, 水谷良行, 蜂屋順一: 多発性硬化症の脳病変のMRI診断における高速FLAIR法の有用性. *日磁医誌* 15: 182-184, 1995