

Title	破裂脳動脈瘤によるクモ膜下出血のMRI診断
Author(s)	小川, 敏英; 下瀬川, 恵久; 犬上, 篤 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(11), p. 1324-1332
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18995">https://hdl.handle.net/11094/18995</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 破裂脳動脈瘤によるクモ膜下出血のMRI診断

秋田県立脳血管研究センター放射線科, 脳神経外科\*

小川 敏英 下瀬川恵久 犬上 篤 宍戸 文男  
藤田 英明 伊藤 浩 上村 和夫 安井 信之\*

(平成2年12月10日受付)

(平成3年2月14日最終原稿受付)

### Magnetic Resonance Imaging of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage

Toshihide Ogawa, Eku Shimosegawa, Atsushi Inugami, Fumio Shishido, Hideaki Fujita,  
Hiroshi Ito, Kazuo Uemura and Nobuyuki Yasui\*

Department of Radiology and Nuclear Medicine and Department of Surgical Neurology\*,  
Research Institute for Brain and Blood Vessels-Akita

Reserach Code No. : 503.9

Key Words: : Subarachnoid hemorrhage, Cerebral aneurysm,  
MR imaging

Magnetic resonance imaging of subarachnoid hemorrhage (SAH) due to aneurysm rupture was evaluated in relation to CT findings in nine patients. Six patients were studied within 3 days and the other three patients were studied 4 to 6 days from the ictus of SAH using a 0.5 Tesla superconducting unit. In all of the patients, hematoma in the subarachnoid space and ventricles was demonstrated by the proton density-weighted spin echo sequence, which showed that bloody cerebrospinal fluid (CSF) had a higher signal intensity than brain tissue or normal CSF. Magnetic resonance imaging was more sensitive in detecting SAH and more informative as to the site of the ruptured aneurysm than CT. Despite some limitations in applying it to patients with acute SAH, magnetic resonance imaging has clear advantages in the diagnosis of SAH.

#### はじめに

各種中枢神経系疾患の診断におけるMRIの有用性に関しては、すでに数多くの報告があるものの、ことクモ膜下出血に関しては、急性期のMRI診断は一般に困難とされている<sup>1)~5)</sup>。われわれは、破裂脳動脈瘤によるクモ膜下出血症例に対して、MRIを施行しCTとの比較検討を行った結果、MRIの有用性を確認し得たので報告する。

#### 対象および方法

対象は、破裂脳動脈瘤によるクモ膜下出血9例である(男; 2例, 女; 7例, 年齢; 36~75歳, 平均55歳)。発症からMRI施行までの期間は、2時間から6日である(Table 1)。なお、全例MRI

Table 1 Summary of patient data

Case No.	Age/Sex	Interval from ictus to MRI	Location of aneurysm	Aneurysm size (mm)
1	66/M	2 hrs	L. MCA	8
2	57/F	3	L. ACA	12
3	36/M	4	R. VA	10
4	59/F	4	A co A	4
5	59/F	34	L. ACA	7
6	47/F	3 days	A co A	5
7	52/F	4	L. MCA	10
8	41/F	5	R. MCA	7
9	75/F	6	L. ICA	8

ICA; internal carotid artery, ACA; anterior cerebral artery, A co A; anterior communicating artery, MCA; middle cerebral artery, VA; vertebral artery

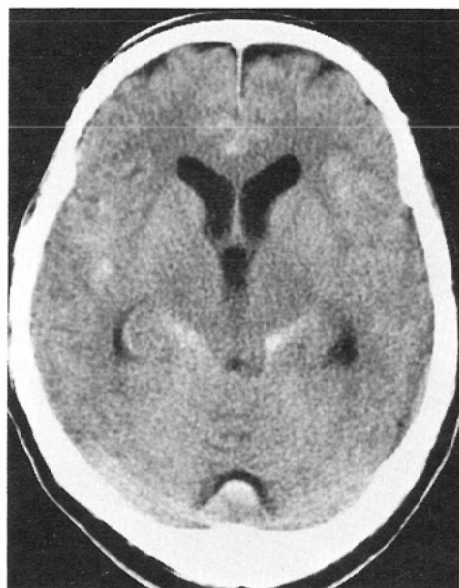
に先立ち2時間以内にCTを施行した。使用した装置は島津製0.5T超伝導MRI(SMT-50X)である。撮影のパルス系列は、T<sub>1</sub>強調画像については、gradient echo法を用い、繰り返し時間(TR)300

msec, エコー時間(TE)10msec, フリップ角90度で、T<sub>2</sub>強調画像およびプロトン密度画像についてはspin echo(SE)法を用い、3,000/30(TR/TE), 90(TE)のdouble echoで得た。T<sub>2</sub>強調画

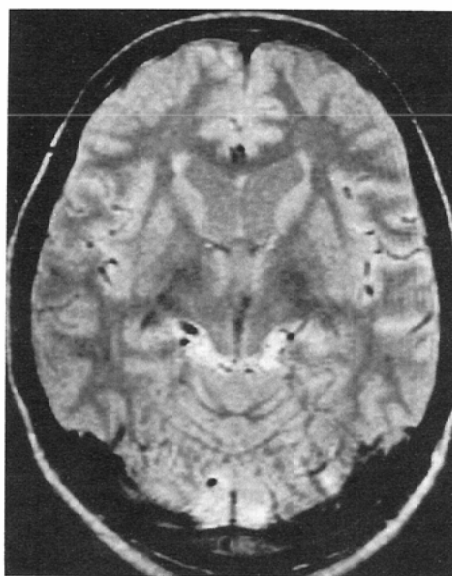
Table 2 Summary of MRI and CT findings

Case No.	Detection of SAH as high intensity on MRI/high density on CT			CT	Extension of SAH MRI vs CT	Detection of intraventricular hematoma		Detection of aneurysm	
	MRI					MRI	CT	MRI	MRA
	T <sub>1</sub> WI	PDWI	T <sub>2</sub> WI						
1	-	+	+	+	MRI=CT	+	+	+	-
2	-	+	+	+	MRI=CT	+	+	+	ND
3	-	+	-	+	MRI=CT	+	+	+	ND
4	/	+	-	+	MRI<CT	+	+	+	-
5	-	+	-	+	MRI>CT	+	+	-	+
6	-	+	-	-	MRI>CT	-	-	-	+
7	+	+	+	+	MRI>CT	-	-	+	+
8	/	+	-	+	MRI>CT	-	-	+	ND
9	+	+	+	+	MRI>CT	+	+	+	+

SAH; subarachnoid hemorrhage, T<sub>1</sub>WI: T<sub>1</sub> weighted image, PDWI; proton density weighted image, T<sub>2</sub>WI; T<sub>2</sub> weighted image, MRA; magnetic resonance angiography, ND; not done



a



b

Fig. 1 Case 1. Subarachnoid hemorrhage, from ruptured aneurysm of the left middle cerebral artery.

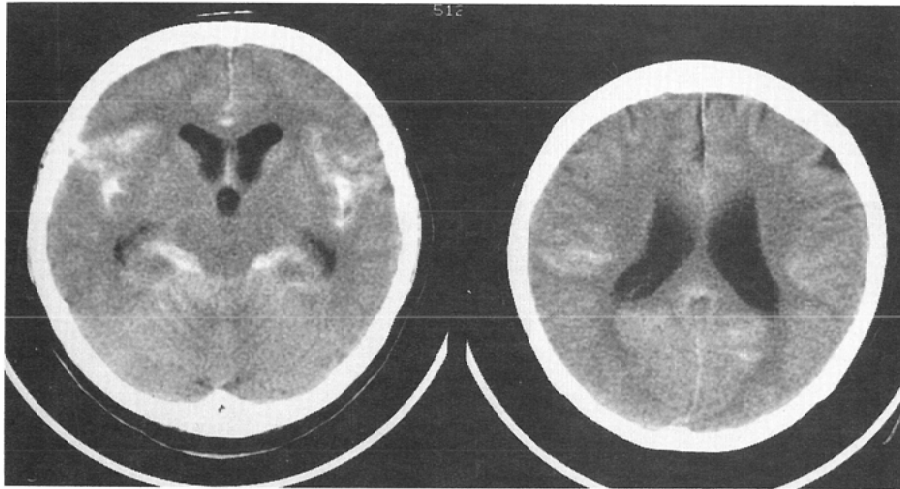
(a) CT: CT scan 1 hour after ictus shows hyperdense subarachnoid hemorrhage in the anterior interhemispheric fissure, cisterna magna, both sylvian fissures and ambient cisterns. (b) MRI: Proton density weighted image (SE 3,000/30) 2 hours after ictus shows subarachnoid hemorrhage as hyperintense to brain and cerebrospinal fluid in the same location on CT.

像においてのみ flow compensation を行った。スライス厚は10mmで、スライス間ギャップは設けなかった。データ収集マトリックスは256×256で、画像の積算回数はT<sub>1</sub>強調画像で4回、double echoで1回である。MRアンジオグラフィに関しては、9例中6例で3D-time of flight法を用いて、ウィリス動脈輪を横断像で描出した。gradient echo法にて、TR 40msec, TE 11msec, フリップ角20度, image volume 64mm, マトリックス256×256×64, 積算回数1回で行った。一方、CTについては、GE社製CT(CT/T 9800)を用いた。

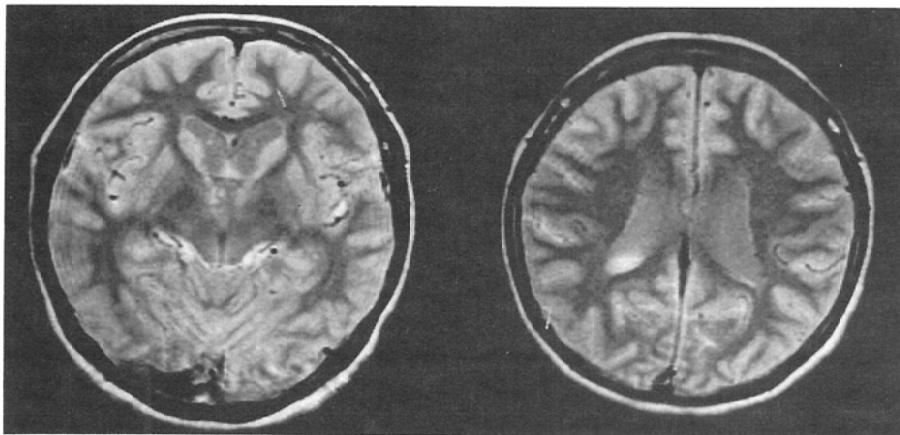
### 結 果

MRIおよびCT所見のまとめを、Table 2に示

す。クモ膜下出血発症3日以内にMRIおよびCTを施行した6例では、MRIのプロトン密度画像で全例、クモ膜下出血を脳組織および脳脊髄液(CSF)に比べ、high intensity areaとして描出し得た(Fig. 1~3)。なお、T<sub>2</sub>強調画像では、6例中2例でクモ膜下出血を指摘し得たが、T<sub>1</sub>強調画像では、T<sub>1</sub>強調画像を撮影しなかった1例を除く5例全例でクモ膜下出血を指摘し得なかった。一方、CTでは6例中5例で、クモ膜下出血をhigh density areaとして認めたものの、1例(Case 6)ではhigh density areaは不明瞭であり、脳溝の不明瞭化と水頭症の存在から、クモ膜下出血と診断した。発症4日目以後の3例では、MRI、CTとも



a



b

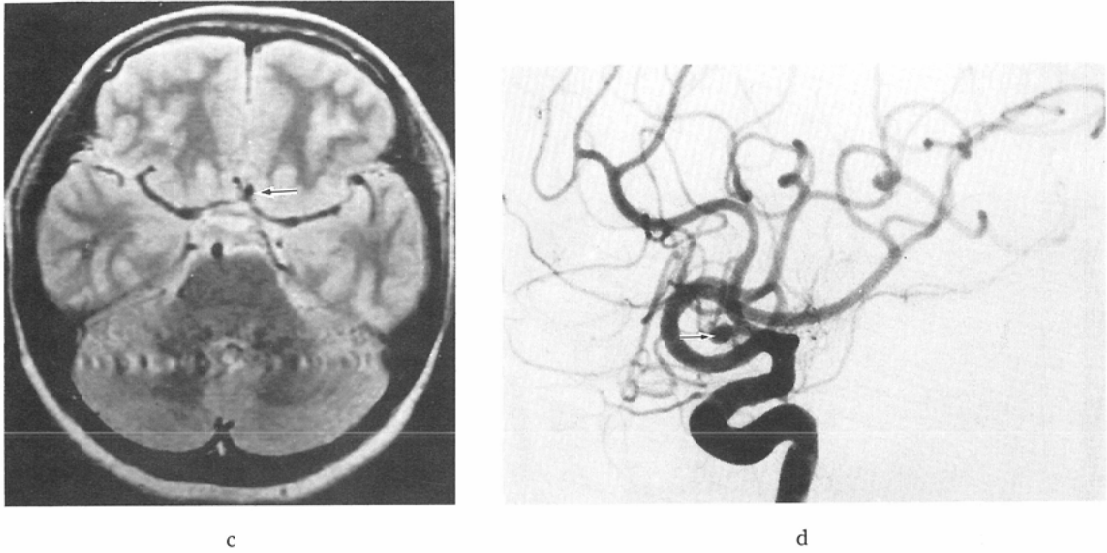
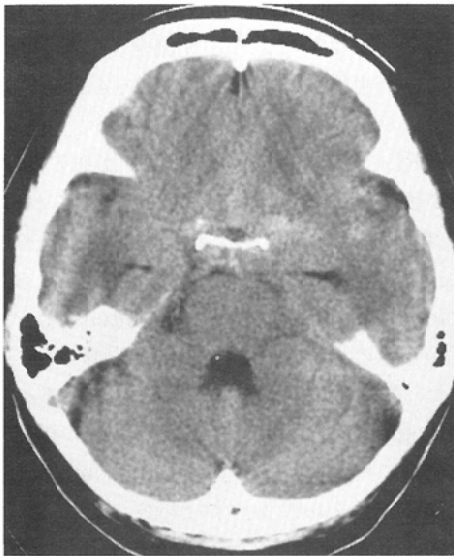


Fig. 2 Case 4. Subarachnoid hemorrhage, from ruptured aneurysm of the anterior communicating artery.

(a) CT : CT scans 2 hours after ictus show hyperdense subarachnoid hemorrhage in both sylvian fissures and ambient cisterns. (b) & (c) MRI : Proton density weighted images (SE 3,000/30) 4 hours after ictus also show hyperintense subarachnoid hemorrhage, but hematoma in the both sylvian fissures is clearer on CT than MRI. Proton density weighted images clearly show the intraventricular hematoma and a round flow void in the anterior part of suprasellar cistern (arrow). (d) angiogram : Anteroposterior view from left internal carotid angiogram shows anterior communicating artery aneurysm (arrow).



a



b



Fig. 3 Case 5. Subarachnoid hemorrhage, from ruptured aneurysm of the left anterior cerebral artery.

(a) CT: CTscan 32 hours after ictus shows hyperdense subarachnoid hemorrhage in the suprasellar cistern. (b) MRI: Proton density weighted image (SE 3,000/30) 34 hours after ictus shows more clearly subarachnoid hemorrhage around the brain stem and in right sylvian valleculla. (c) MR angiogram: Left anterior cerebral artery aneurysm (arrow) is well visualized on MR angiogram. (d) angiogram: Saccular aneurysm (arrow) arising from the left anterior cerebral artery was confirmed by the left internal carotid angiogram.

に全例で、クモ膜下出血を指摘し得た (Fig. 4).  $T_1$ 強調画像を撮影した2例では、クモ膜下出血は high intensity area として描出された (Fig. 5).

クモ膜下出血の進展範囲に関しては、発症当日に検査を行った4例中3例では、CT, MRIにて、その分布の同等の評価が可能であったが (Fig. 1), 1例ではCTがMRIに比べシルビウス裂の血腫の描出に優れていた (Fig. 2). 一方、発症2日目以後では、5例全例でMRIはCTに比べ広範なクモ膜下出血の分布を明瞭に示した (Fig. 3~5). MRIによるクモ膜下出血の診断に際しては、クモ膜下腔の血腫の intensity と脳室内のCSFのそれとを比べて評価することが有用であった。なお、脳室内血腫については、6例でCTおよびMRIでその存在を認めたが、プロトン密度画像ではCTに比べ、その検出は容易であった (Fig. 2).

クモ膜下出血の原因となった破裂脳動脈瘤に関しては、flow void signとして、あるいはMRアンジオグラフィにより、9例全例でその存在を疑うことが可能であった (Fig. 2~4).

#### 考 察

MRIによる急性期のクモ膜下出血の診断は、一般に困難であるとの報告が多い<sup>1)~5)</sup>。これは、出血直後の超急性期では、hemoglobinは主にoxy-hemoglobinの状態であり、反磁性体であるoxy-hemoglobinは、脳組織とiso-intensityを示すことからその識別は困難であると説明されている。また、酸素濃度が低いと、常磁性体であるdeoxy-hemoglobinへと変化するが、CSFの酸素分圧は脳組織に比べ高いために、deoxyhemoglobin濃度は低いと考えられる。すなわち、CSFの酸素分圧は約43mmHgであるが、hemoglobinの解離曲線はS字状であるために、hemoglobinの72%が飽

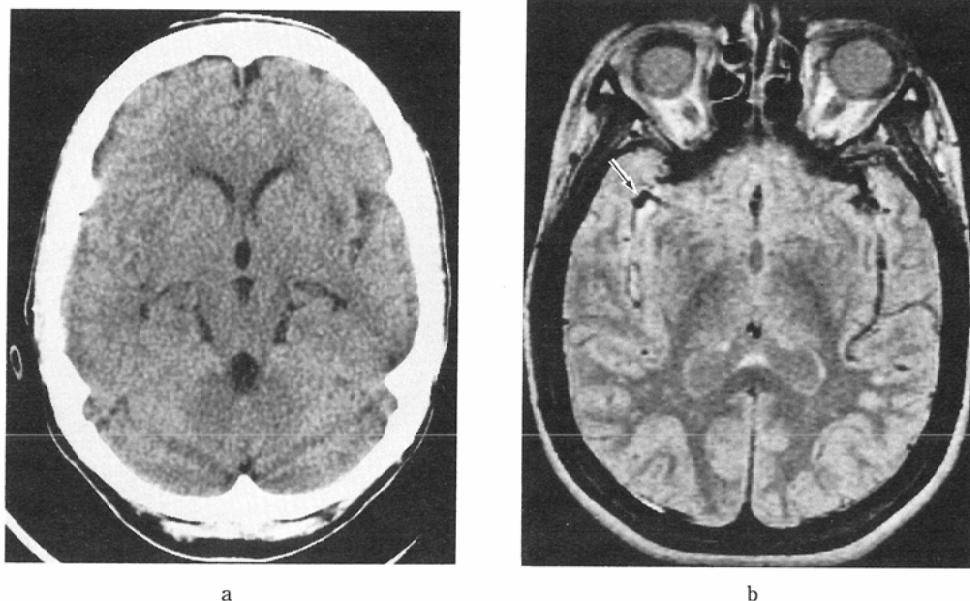


Fig. 4 Case 8. Subarachnoid hemorrhage, from the right middle cerebral artery. (a) CT: CT scan 5 days after ictus fails to visualize hyperdense subarachnoid hemorrhage, but the right sylvian fissure is obscured. (b) MRI: Proton density weighted image (SE 3,000/30) clearly shows hyperintense subarachnoid hemorrhage in the right sylvian fissure. A round flow void (arrow) which connects to the middle cerebral artery, is also noted in the right sylvian fissure.

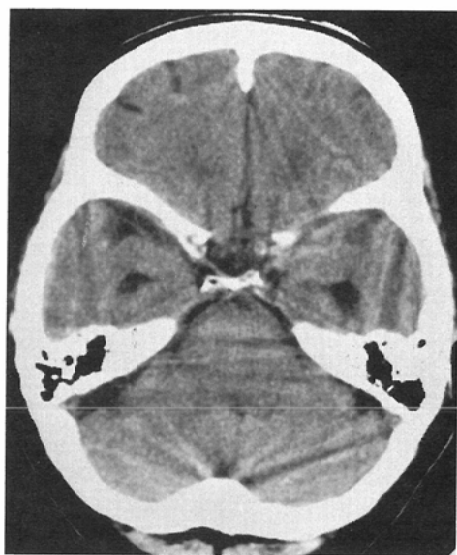
和され、28%が deoxyhemoglobin の状態であるにすぎない。さらに、クモ膜下出血のヘマトクリットは、通常5%程度と低いために、少量の deoxy-hemoglobin では MRI による検出が困難となる<sup>36)</sup>。また、その他にも、CSF の拍動の影響<sup>2)</sup>、狭いクモ膜下腔による partial volume effect<sup>5)</sup>等が、急性期のクモ膜下出血の MRI による検出が困難な理由としてあげられている。

一方、急性期のクモ膜下出血における MRI の有用性を指摘した報告も散見される<sup>7)~9)</sup>。Jenkins ら<sup>7)</sup>、および Satoh ら<sup>8)</sup>は、ともに0.15T の常伝導 MRI を用い、SE 法による T<sub>2</sub>強調画像(2,200/80, および2,000/80)で、急性期のクモ膜下出血を、脳組織および CSF に比べ high intensity area として描出し得たと報告している。また、Matsushima ら<sup>9)</sup>は、0.22T および0.5T の MRI 装置を用い、同様に SE 法による T<sub>2</sub>強調画像(1,800~2,500/90~110)の有用性を指摘している。今回のわれわれの検討では、急性期のクモ膜下出

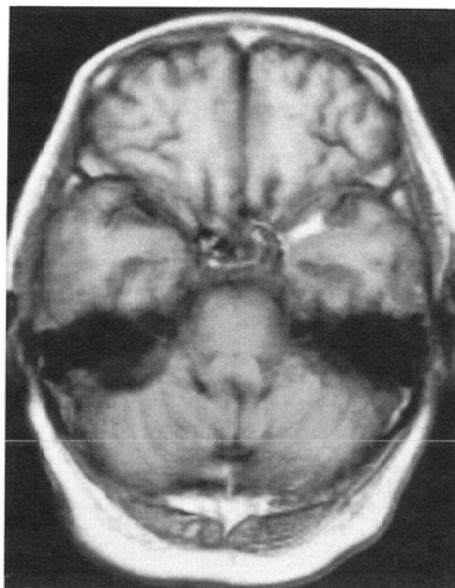
血の描出には、SE 法によるプロトン密度画像(3,000/30)が最も適していたが、一般に T<sub>2</sub>強調画像では CSF との鑑別が困難であった。

T<sub>2</sub>強調画像で、クモ膜下出血が正常の CSF および脳組織と比べ high intensity area として描出される理由は、クモ膜下出血による著明な T<sub>1</sub>の短縮、T<sub>2</sub>の軽度の短縮によると説明されている<sup>7)~9)</sup>。しかしながら、これらいずれの報告においても、その原因に対する考察はなされていない。われわれは、発症当日の1例だけであるが SE 法でも T<sub>1</sub>強調画像を撮影し、T<sub>1</sub>値、T<sub>2</sub>値を算出した結果では、クモ膜下出血、正常 CSF および灰白質では、T<sub>1</sub>値/T<sub>2</sub>値は、それぞれ1,522msec/114 msec, 3,700msec/154mssec, 906msec/64msec であり、クモ膜下出血では、正常 CSF に比べ著明な T<sub>1</sub>短縮、T<sub>2</sub>の軽度短縮を示した。MRI における血腫の信号強度には血腫内外の化学的および物理的变化が関与しているが、今回の結果を hemoglobin の酸化過程から説明しようとする、クモ膜





a



b

Fig. 5 Case 9. Subarachnoid hemorrhage, from ruptured aneurysm of the left internal carotid artery.

(a) CT: CT scan 6 days after ictus shows slightly hyperdense subarachnoid hemorrhage in the left sylvian valleculla. (b) MRI: T<sub>1</sub> weighted image (FE 300/10) clearly shows hyperintense subarachnoid hemorrhage in the left sylvian valleculla.

下出血発症直後から methemoglobin による T<sub>1</sub> 短縮がおこる可能性を考えざるを得ない。つまり、oxyhemoglobin が deoxyhemoglobin へと変化したとしても、deoxyhemoglobin のみでは、T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 値への影響は少ないからである。しかしながら、CSF 中の methemoglobin の level は発症後 7 日までは無視できるほど少ないとの報告もあり<sup>10)</sup>、事実とすれば hemoglobin の酸化過程だけからの説明は困難となる。また、赤血球が clot として存在するか、あるいは凝血しない状態で存在するかによっても T<sub>1</sub> 値の時間経過による変化は異なり、後者でより T<sub>1</sub> 値の減少が大きいことが実験的に示されている<sup>11)</sup>。今回のわれわれの結果のみから急性期のクモ膜下出血がプロトン密度画像で high intensity として描出される理論的根拠を考察することは困難である。ただ、可能性として CSF 中の凝血していない赤血球では、hemoglobin の酸化過程が急速に進み、クモ膜下出血発症

直後から観察される T<sub>1</sub> 値の減少が methemoglobin の level の増加によるものとすれば、その説明は可能である。今後の in vitro での実験による証明が必要である。

また、これまでの報告では T<sub>2</sub> 強調画像が急性期のクモ膜下出血の描出に優れていたのに対し、われわれの結果ではプロトン密度画像が優れていたが、これは主に用いられた TR の違いによるものと考えられる。つまり、クモ膜下出血では、正常 CSF に比べ著明な T<sub>1</sub> の短縮、T<sub>2</sub> の軽度短縮が認められるが、TR を長くすると CSF とクモ膜下出血との T<sub>1</sub> 値の違いよりもむしろ T<sub>2</sub> 値の違いの影響が画像上の信号強度に影響する。したがって、TE を長くすると CSF とのコントラストがつきにくくなるのに対して、TR が 2,000 msec 程度では T<sub>1</sub> 値の長い CSF にとっては、TE を長くしても比較的 T<sub>1</sub> 値の違いが影響した画像となることから、T<sub>2</sub> 強調画像でもクモ膜下出血を検出できる



ものと考えられる。理論的には、MRI ではCSF とクモ膜下出血の緩和時間の相違から、CT よりも容易にクモ膜下出血を検出できるとされている<sup>9)</sup>。今後、症例を増やすことで計算画像からクモ膜下出血を検出するための、最短かつ最適なパルス系列を検討したい。

一方、亜急性期以後では、主に methemoglobin による著明な T<sub>1</sub>短縮効果により、クモ膜下出血は T<sub>1</sub>強調画像で high intensity area として描出される<sup>1)</sup>。われわれの症例でも、発症4日目以後の2例で T<sub>1</sub>強調画像で同様の所見を認めた。この時期には、CT 上、クモ膜下出血が不明瞭なことも多く、MRI は有用と言える。また、Hackney らは、脳血管撮影で多発脳動脈瘤を認め、CT 上破裂脳動脈瘤を推定することが困難で、亜急性期に MRI で破裂脳動脈瘤部に clot による high intensity area を認め、破裂脳動脈瘤の特定が可能であった症例を報告している<sup>12)</sup>。

MRI のクモ膜下出血診断における大きな利点の一つは、CT に比べその原因疾患を指摘し得る可能性が高いことがあげられている<sup>7)-9)</sup>。われわれの症例では、flow void sign および MR アンジオグラフィにより、9例全例で破裂脳動脈瘤の存在部位を推測可能であり、後の脳血管撮影施行に際しその情報は役だった。

クモ膜下出血の急性期においては、意識障害のために体動が避けられないことも稀ではなく、CT に比べ長時間の静止を要求される MRI 検査は、第一選択の検査とはなり難い。現時点では、プロトン密度画像と MR アンジオグラフィで約15分を要し、その適応は意識状態の良い患者に限られているのが実状であり、急性期クモ膜下出血の診断において必須の検査とは言えない。しかし、MRI によっても、クモ膜下出血の診断は可能であり、多くの症例でその原因疾患およびその局在が推測できる利点があることから、症例を選べば脳血管撮影に先立って施行する意義はあると考える。

#### まとめ

1. 破裂脳動脈瘤によるクモ膜下出血9症例に対して、0.5T 超伝導 MRI 装置を用い、発症2時

間から6日後に検査を施行した結果、全例でクモ膜下出血を検出し得た。

2. SE 法によるプロトン密度画像が、クモ膜下出血の描出に最も優れていた。

3. クモ膜下出血の進展範囲に関しては、発症当日ではCT とほぼ同等の評価が可能であり、2日目以後ではMRI のほうがCT に比べその評価に優れていた。

4. flow void sign および MR アンジオグラフィにより、9例全例で破裂脳動脈瘤の部位の推定が可能であった。

#### 文 献

- 1) Bradley WG, Schmidt PG: Effect of methemoglobin formation on the MR appearance of subarachnoid hemorrhage. *Radiology* 156: 99-103, 1985
- 2) Zimmerman RD, Heier LA, Snow RB, et al: Acute intracranial hemorrhage: Intensity changes on sequential MR scans at 0.5T. *AJR* 150: 651-661, 1988
- 3) Davis JM, Hesselink JR: Vascular lesions: Intracerebral hemorrhage. (In) Taveras JM ed: *Radiology, diagnosis-imaging-intervention*. Vol 3, Chap 45, pp1-15, 1988, JB Lippincott Company, Philadelphia
- 4) Grossman RI: Magnetic resonance imaging of hemorrhage. (In) Taveras JM ed: *Radiology, diagnosis-imaging-intervention*. Vol 3, Chap 46, pp1-13, 1990, JB Lippincott Company, Philadelphia
- 5) Chakeres DW, Bryan RN: Acute subarachnoid hemorrhage: In vitro comparison of magnetic resonance and computed tomography. *AJNR* 7: 223-228, 1986
- 6) Gomori JM, Grossmann RI: Mechanisms responsible for the MR appearance and evolution of intracranial hemorrhage. *Radiology* 161 (P): 364, 1986
- 7) Jenkins A, Hadley DM, Teasdale GM, et al: Magnetic resonance imaging of acute subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 68: 731-736, 1988
- 8) Satoh S, Kadoya S: Magnetic resonance imaging of subarachnoid hemorrhage. *Neuroradiology* 30: 361-366, 1988
- 9) Matsumura K, Matsuda M, Handa J, Todo G: Magnetic resonance imaging with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: Comparison with computed tomography scan. *Surg Neurol* 34:

- 71—78, 1990
- 10) Tourtellotte WW, Metz LN, Bryan ER, DeJong RN: Spontaneous subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 14: 301—306, 1964
- 11) Cohen MD, McGuire W, Cory DA, Smith JA: Mr appearance of blood and blood products: An in vitro study. *AJR* 146: 1293—1297, 1986
- 12) Hackney DB, Lesnick JE, Zimmerman RA, et al: MR identification of bleeding site in subarachnoid hemorrhage with multiple intracranial aneurysms. *J Comput Assist Tomogr* 10: 878—880, 1986
-