대한방사선의학회지 2000;42:425-430

거미막하 출혈의 FLAIR MR영상소견 : CT와 T1강조 MR영상과의 비교[1]

민수현 · 김수연 · 이기재 · 심재찬 · 오태경 · 김호균

목적 : 거미막하 출혈 환자에서 시기별로 얻은 FLAIR (fluid-attenuated inversion reco-very) 영상을 조영전 CT 및 T1강조영상과 부위별로 비교하여 그 소견 및 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : FLAIR영상을 얻었던 거미막하 출혈 환자 총 13명, 14예에서 거미막하 출혈 소견을 후향적으로 분석하였고, 조영전 CT(10명, 11예) 및 T1강조 MR영상(9예)과 비교하였다. 거미막하 출혈은 조영전 CT에서 거미막하 공간을 따라 고밀도를 보이거나, 요추천자로 확진된 경우였다. MR영상은 1.0T 기종을 사용하였고, MR영상을 얻은 시기는 급성기(3일 이내) 10예, 아급성기(4-14일) 2예, 그리고 만성기(15일 이상) 2예였으며, CT는 FLAIR 검사 이전에 시행되었는데 FLAIR영상과의 간격은 6예에서 1일 이내이었고 2예는 2-3일 사이, 그리고 나머지 3예는 4-7일 사이였다. 즉 CT는 급성기 9예, 아급성기 1예, 그리고 만성기 1예였다. 실비우스열구, 피질구, 전기저조(anterior basal cistern), 후기저조(posterior basal cistern), 그리고 중뇌주위조(perimesencephalic cistern) 등 5부위에서 거미막하 출혈이 보이는 정도를 우수, 양호, 보통, 그리고 음성의 4등급으로 나누어 비교분석하였다.

결과 : FLAIR MR영상에서 거미막하 출혈은 14예 모두(100%)에서 전체적으로나 부분적으로 고신호강도로 보였다. 거미막하 출혈의 발견율은 CT와 T1강조영상이 각각 100%(11/11)와 89%(8/9)이었다. T1강조 MR영상과 비교하여 전기저조를 제외한 모든 부위에서 FLAIR MR영상이 우월하였으며($p<0.05$), CT와 비교하여서도 피질구에서 FLAIR가 더 우월하였고($p<0.05$) 나머지 부위에서도 통계학적 유의성은 없었으나 FLAIR가 더 좋은 결과를 보였다.

결론 : 각 시기별로 증례의 수는 적으나 FLAIR MR영상에서 거미막하 출혈은 모든 시기에서 뚜렷한 고신호강도로 관찰되어 거미막하 출혈 환자에서 유용한 검사방법으로 생각된다. CT와 비교하였을 때 비슷한 정도의 발견율을 보이나, 피질구의 거미막하 출혈을 발견하는 데에는 FLAIR MR영상이 더 예민하다고 생각된다.

고식적 MR영상은 아급성 또는 만성기 거미막하 출혈을 진단하는데 있어서 CT보다 우수할 수 있으나 (1, 2), 급성기 거미막하 출혈을 진단하는데 있어서는 여러 가지 기법의 MR영상으로도 CT에 비해 그 발견율이 떨어져 (1, 3, 4) 아직까지도 거미막하 출혈의 진단에는 CT가 최선의 영상진단 방법으로 이용되고 있다. 그러나 CT는 아급성기 또는 만성기에는 발견율이 떨어지고 급성기에도 출혈량이 적은 경우에는 발견되지 않는 수도 있다.

한편, Fluid-attenuated inversion recovery(FLAIR) MR영상은 90°-180° RF pulse를 주기 전에 180° inversion pulse를 사용함으로써 뇌척수액의 신호를 없애거나 매우 약화시키는 방법으로, 뇌척수액에 의한 부분용적 효과를 감소시킴으로써 병변과의 대조도를 높여 뇌실주위나 뇌피질 병변을 발견하는데 우수한 것으로 보고되어 왔다 (5, 6). 또한 FLAIR MR영상에서 거미막하 출혈은 신호강도가 약화되지 않고 고신호강도로 관찰됨으로 거미막하 출혈의 발견에 있어서 민감도가 높다고 보고되었다 (8-11).

따라서, 저자들은 거미막하 출혈 환자에서 여러 시기에 얻은 FLAIR MR영상을 CT 및 T1강조 MR영상과 각 부위별로 비교하여 그 소견 및 유용성을 평가하고, 부위별에 따른 차이점을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

1996년 10월부터 1998년 12월까지 거미막하 출혈로 진단된

[1]인제대학교 의과대학 서울백병원 진단방사선과학교실
본 논문은 1998년 재단법인 인제연구장학재단의 보조에 의한 것임.
이 논문은 1999년 11월 5일 접수하여 1999년 12월 30일에 채택되었음.

환자 중 FLAIR MR영상을 얻을 수 있었던 13명, 14예를 대상으로 하였다. 거미막하 출혈은 10명(11예)에서는 조영전 CT에서 거미막하 공간에 고밀도를 보이며 요추천자로 확진된 경우였고, 나머지 3명에서는 조영전 CT영상을 얻지는 못 하였으나 요추천자 및 임상적 소견으로 거미막하 출혈로 진단되었다. 모든 환자는 수막염이나 수막전이의 가능성이 배제된 환자들이었다. 연령분포는 16세에서 74세까지(평균연령 52세)였고, 이중 여자는 9명, 남자는 4명이었다. 거미막하 출혈의 원인을 알기 위하여 자기공명혈관조영술이 5명의 환자에서, 뇌혈관조영술이 8명의 환자에서 시행되었고, 이들 중 3명의 환자는 자기공명혈관조영술과 뇌혈관조영술을 모두 시행하였다. 13명의 거미막하 출혈 환자에서 그 원인은 자발성이 11명, 외상이 2명이었으며 자발성 11명 중 8명은 자기공명혈관조영술이나 뇌혈관조영술로 동맥류가 원인이었음이 밝혀졌고 나머지 3명은 동맥류가 발견되지 않았거나 원인을 밝히기 위한 검사가 더 이상 시행되지 않았다. 출혈 후 FLAIR MR영상을 얻기까지의 기간은 3일 이내인 급성기가 10예, 4일에서 14일까지의 아급성기가 2예, 그리고 15일 이상의 만성기가 2예였고, 이들 중 1명은 급성기와 만성기에 CT와 MR영상을 각각 2차례 시행하였다. 조영전 CT는 11예 모두에서 MR영상 검사 이전에 시행되었으며, MR영상과의 간격은 1일 이내인 경우가 6예, 2-3일인 경우가 2예, 나머지 3예는 6일이 2예, 7일이 1예였다. 즉 CT는 급성기(3일 이내)에서 9예, 아급성기(4-14일)에서 1예, 그리고 만성기(15일 이후) 1예였다. 고식적 T1강조 MR영상은 9예에서 시행하였고 모두 FLAIR와 같은 시기에 시행되었다.

사용한 MR 기종은 1.0T Magnetom Impact(Siemens, Erlangen, Germany)였으며, fast FLAIR 기법으로 TR 9,000msec, TE 105 혹은 150msec, TI 2,200msec, matrix number 210-240×256, slice thickness 5mm, gap 1mm, acquisition은 1회 또는 2회로 하였으며, 영상획득시간은 4분 21초 내지 4분 57초였다.

거미막하 출혈의 소견은 두명의 방사선과 의사가 후향적으로 분석하였으며, 지주막하 공간을 실비우스열구, 피질구, 뇌기저부 중 볏돌기(crista galli)로부터 말안잔등(dorsum sellae)

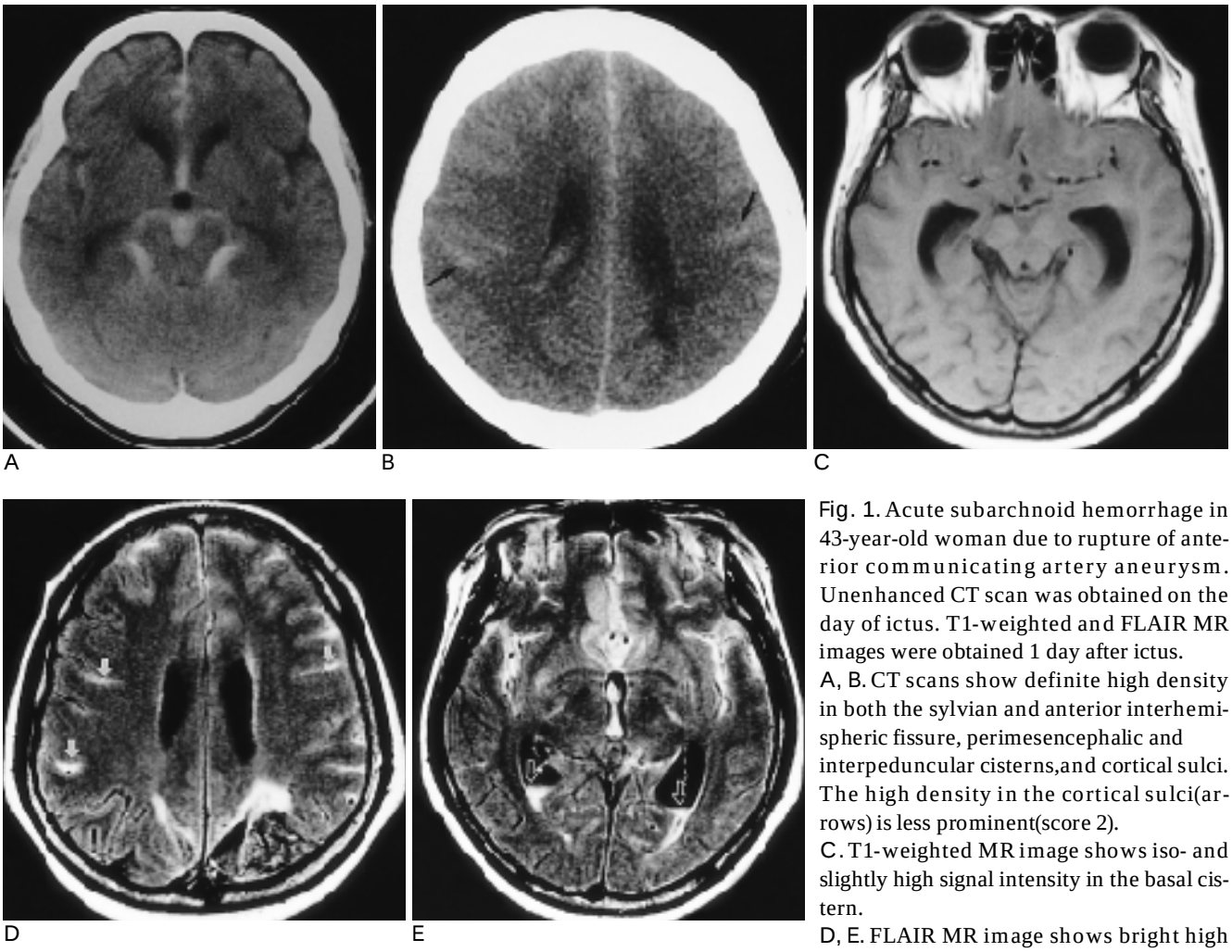


Fig. 1. Acute subarchnoid hemorrhage in 43-year-old woman due to rupture of anterior communicating artery aneurysm. Unenhanced CT scan was obtained on the day of ictus. T1-weighted and FLAIR MR images were obtained 1 day after ictus.
A, B. CT scans show definite high density in both the sylvian and anterior interhemispheric fissure, perimesencephalic and interpeduncular cisterns,and cortical sulci. The high density in the cortical sulci(arrows) is less prominent(score 2).
C. T1-weighted MR image shows iso- and slightly high signal intensity in the basal cistern.
D, E. FLAIR MR image shows bright high signal intensity in both the sylvian fissures, anterior interhemispheric fissure, and cortical sulci(arrows)(score 3). Fluid-fluid levels with high signal intensity in the dependent portion in both the lateral ventricles are also seen, due to intraventricular hemorrhage(open arrows).

까지의 안상조(suprasellar cistern)를 포함한 전기저조, 말안장 등 후방의 후기저조, 그리고 중뇌주위조(perimesencephalic cistern) 등 5부위로 나누어, 육안적으로 뇌실질과 비교하여 눈에 띄게 높은 신호강도 또는 음영을 보인 경우를 ' 우수 ', 뇌실질보다 약간 높은 신호강도 또는 음영을 보인 경우를 ' 양호 ', 뇌실질과 같거나 약간 낮고 정상 뇌척수액보다는 높은 신호강도 또는 음영을 보인 경우를 ' 보통 ', 그리고 뇌척수액과 같은 신호강도 또는 음영을 보인 경우를 ' 음성 '으로 구분하여 각각을 3, 2, 1, 0점으로 점수화하여 비교분석하였다.

자료의 통계학적 방법으로는 Wilcoxon 's signed-rank test를 사용하여 CT와 FLAIR MR영상 간, 그리고 T1강조 MR영상과 FLAIR MR영상 간의 유의성에 대하여 분석하였다.

Table 1. Comparison of FLAIR MR Image with CT and T1-Weighted MR Image(T1WI) (mean score)

	CT	T1WI	FLAIR	P value (CT vs FLAIR)	P value (T1WI vs FLAIR)
Sylvian fissure	2.2	1.3	2.6	NS	$p < 0.05$
Cortical sulci	1.4	0	1.9	$p < 0.05$	$p < 0.05$
Anterior basal cistern	1.6	1.0	1.9	NS	NS
Posterior basal cistern	1.9	0.3	2.0	NS	$p < 0.05$
Perimesencephalic cistern	1.7	0.7	2.0	NS	$p < 0.05$
Overall	8.8	3.3	10.4	NS	$p < 0.05$

Statistical analysis by Wilcoxon 's signed-rank test
NS : Not significant
FLAIR : Fluid-attenuated inversion recovery

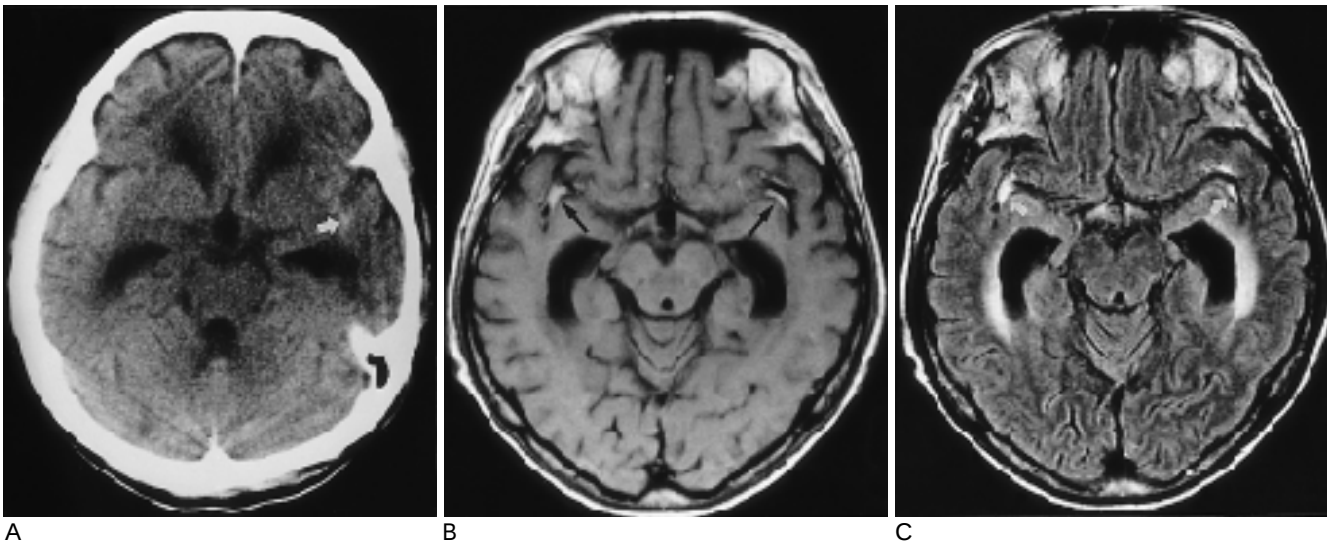
결 과

거미막하 출혈은 시기에 관계없이 FLAIR MR영상에서 모두 거미막하 공간을 따라서 고신호강도로 관찰되었으며 (Fig. 1), 이는 본 연구에서 가장 만성기인(출혈 후 4주)경우에서도 실비우스열구에서 고신호강도로 보였다 (Fig. 2). 거미막하 출혈은 FLAIR 기법을 시행한 14예 모두에서 발견되어(5부위 중 어느 한곳에서라도 보통 이상의 소견을 보인 예를 모두 포함) 100%의 발견율을 보였고, T1강조 MR영상을 시행한 9예 중 8예, CT를 시행한 11예 중 11예에서 발견되어 각각 89%와 100%의 발견율을 보였다. 그리고 환자별로 각 부위에서의 점수의 합계를 비교하였을 때, T1강조MR영상을 시행한 9예 모두에서 FLAIR가 T1강조영상보다 같거나 더 높은 점수를 보였고 (Fig. 3), 조영전 CT를 시행한 11예와 비교하여서는 7예(64%)는 FLAIR가 더 높은 점수를 보였고, 2예(18%)는 FLAIR와 같은 점수를, 그리고 나머지 2예(18%)에서는 FLAIR가 더 낮은 점수를 보였다.

각 부위별 평균점수를 비교하였을 때, 모든 부위에서 FLAIR MR영상의 평균점수가 CT 나 T1강조 MR영상의 평균점수보다 높았고, 이를 통계학적으로 분석하였을 때 FLAIR와 CT 간의 비교에서는 피질구에서 FLAIR가 통계적으로 유의한 우위성을 보였고($p<0.05$), FLAIR와 T1강조영상 간의 비교에서는 전기저조를 제외한 모든 부위에서 FLAIR가 통계학적으로 유의한 우위성을 보였다($p<0.05$) (Table 1).

고 찰

거미막하 출혈의 CT영상은 뇌척수액내 혈액의 감쇠에 의존하는 반면, MR영상은 주로 거미막하 출혈과, 뇌척수액 그리고 뇌실질간의 T1과 T2 이완시간의 차이에 의존한다 (10). 뇌



A B C

Fig. 2. Chronic subarachnoid hemorrhage in 66-year-old woman with unknown cause. Unenhanced CT scan was obtained 3 weeks after ictus. T1-weighted and FLAIR MR images were obtained 4 weeks after ictus.
A. CT scan shows suspicious high density in left sylvian fissure (arrow).
B. T1-weighted MR image shows bright signal intensity in both the sylvian fissures(arrows).
C. FLAIR MR image shows bright high signal intensity in both the sylvian fissures(arrows).

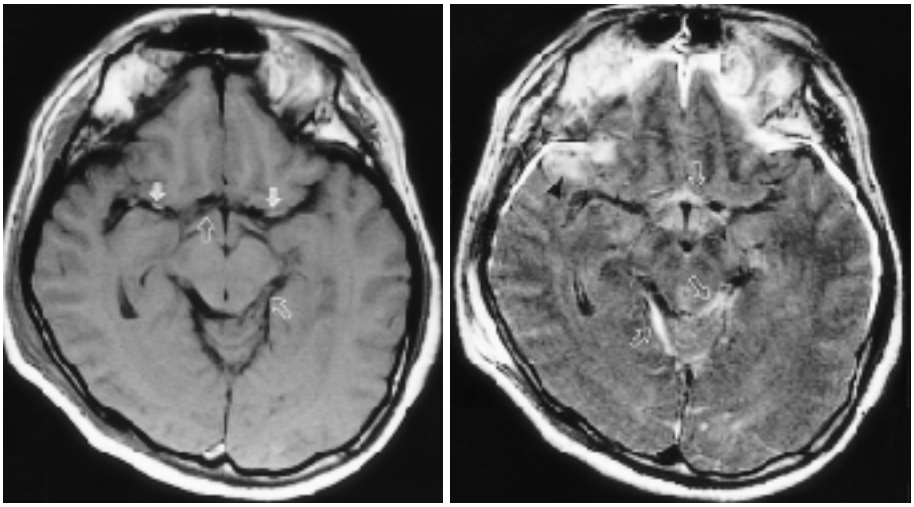


Fig. 3. Acute subarachnoid hemorrhage in 39-year-old man by trauma. T1-weighted and FLAIR MR images were obtained 3 days after trauma.
A. T1-weighted MR image shows high signal intensity in both sylvian fissures (arrows, score 3) and slightly lower signal intensity to brain parenchyme at left quadrigeminal cistern and suprasellar cistern(open arrows, score 1).
B. FLAIR MR image shows slightly high signal intensity in both sylvian fissures(score 2), but obviously high signal intensity at left quadrigeminal cistern, suprasellar cistern, and right superior cerebellar cistern(open arrows, score 3). Cortical sulci are filled by slightly high signal intensity(score 2). Also subdural hematoma and cortical contusion at right temporal lobe(arrowhead) are well seen.

실질내 출혈의 MR영상은 시기에 따라 복잡하고 다양하게 나타나는데 (1, 3, 11-13), 거미막하 출혈은 뇌실질내 출혈과는 달리 고산소장력을 갖는 뇌척수액에 의하여 탈산소화 헤모글로빈의 형성이 제한되어, 특히 급성기에는 탈산소화 헤모글로빈이 매우 낮은 농도로 존재하거나 또는 거의 존재하지 않으므로 MR영상에서 급성기 거미막하 출혈의 발견은 일반적으로 어려운 것으로 알려져 왔다 (1, 14). Yoon 등 (15)도, 뇌척수액과 섞이게 되는 거미막하 출혈의 경우 뇌실질내 출혈과는 달리 뇌척수액의 높은 산소분압과 접촉하게 되어 혈종의 상자성 탈산소화 헤모글로빈의 생성이 늦기 때문에 급성기 거미막하 출혈은 MR영상에서 진단율이 낮은 것으로 보고하였다. 그러나 Charke-res 등 (16)은 실험자료에 기초하여 뇌척수액과 혈액이 섞일 때, 특히 낮은 뇌척수액-혈액 혼합율을 보이는 아급성기나 만성기의 지주막하 출혈의 발견은 MR영상이 CT보다 우월하다고 하였다. 또한 아급성기나 만성기 뿐만 아니라 급성기에도 적절한 제원들을 사용한다면 MR영상에서 거미막하 출혈을 발견할 수 있을 것이라는 많은 보고가 있었다 (7, 17, 18). Ogawa 등 (7)과 Noguchi 등 (8)은 급성지주막하 출혈에서의 출혈성 뇌척수액의 T1 이완시간은 정상 뇌척수액보다 매우 짧고, 뇌실질의 회백질보다 길며, T2 이완시간은 정상 뇌척수액보다는 짧고, 뇌실질의 회백질보다는 길다고 하였고, 그들이 0.5T MR unit를 사용한 보고에 의하면 양자밀도영상과 T2강조영상이 급성거미막하 출혈을 발견하는데 적절하다고 하였다. 본 연구에서는 양자밀도영상이나 T2강조영상과는 비교하지 않았는데, 이는 본원에서 사용하는 급속 스핀에코 영상에서는 양자밀도영상이나 T2강조영상에서 뇌척수액의 신호강도가 상대적으로 높아 비교가 어려웠기 때문이다.

FLAIR 기법은 긴 역전시간과 긴 에코시간을 이용하여 T2 강조영상을 보이면서, 뇌척수액의 신호를 없애거나 매우 약화시켜서 병변과의 대조도를 높여, 특히 뇌척수액과 회백질간의 부분용적효과를 감소시켜 뇌실주변부나 뇌피질 병변을 발견하는데 민감도가 높다고 보고되고 있다 (5, 6, 19). 임상적으로는 뇌피질에 위치한 작은 크기의 뇌경색 및, 다발성 경화증, 결절성 경화증, 내측두엽 경화증, 척수 질환 등에서의 이용이 보고된 바 있다 (19-26). 또한 FLAIR영상에서는 정상 뇌척수액의 신호강도를 없애는 것이기 때문에 급성기의 완전 희석되지 않은 출혈에서 T1 이완시간의 단축 때문에 정상 뇌척수액보다 고신호강도를 보이며, T2 이완시간은 회색질보다 길기 때문에 긴 echo time의 FLAIR영상에서는 뇌실질의 회색질보다 고신호강도를 보인다 (10, 13, 19).

본 연구에서도 FLAIR MR영상에서 아급성기와 만성기를 포함한 모든 시기에서 거미막하 출혈이 고신호강도를 보여 전기저조를 제외한 모든 부위에서 T1강조 MR영상보다 우수하였으며($p<0.05$), CT와의 비교에서도 FLAIR MR영상은 통계학적 유의성은 없으나 모든 부위에서 높은 점수를 보였으며 특히 뇌피질구에서 의미있게 높은 점수를 보여($p<0.05$), 피질구가 FLAIR MR영상에서 거미막하 출혈을 진단하는 데에는 가장 유용한 부위라 할 수 있을 것이다. 그 원인으로는 CT의 경우 두개골에 의한 X-선 경화인공물이 뇌피질구의 평가에 영향을 미치는 때문으로 생각된다 (9). 젊은 환자의 경우 뇌피질구는 뇌척수액에 의한 저밀도를 관찰하기가 쉽지 않아 CT와 FLAIR MR영상 간의 비교가 어려울 수 있으나, 본 연구에서 환자의 연령군이 40대 이후라 비교에 큰 어려움은 없었다. 앞서의 보고들 (10, 13, 19)에 의하면 FLAIR MR영상은 아급성기와 만성기의 지주막하 출혈의 발견에 유용하다고 하였고, 본 연구에서도 아급성기와 만성기의 예가 각각 2예로 모든 예에서 거미막하 출혈은 FLAIR MR영상에서 고신호강도로 보였으나, 통계학적으로 유의성을 갖기에는 그 수가 부족하며 더 많은 증례가 필요할 것이다.

FLAIR MR영상에서 고신호강도의 뇌척수액은 지주막하 출혈 외에도 화농성 뇌수막염, 육아종성 뇌수막염, 지주막염, 뇌종양의 뇌수막전이 등에서도 보일 수 있는데, 이들은 임상적 소견과 조영증강 MR영상을 참조하여 감별이 될 수 있으며 (9), 또한 FLAIR MR영상에서 뇌기저조에 뇌척수액의 유

동 인공물로 인한 거미막하 출혈의 가양성의 경우는 FLAIR MR영상에 익숙하고 또한 다른 부위의 신호강도를 참조하면 감별이 가능할 것으로 생각된다.

아직은 MR영상이 검사시간이 길고 중환자의 감시에 어려움이 있어 CT가 많은 병원에서 거미막하 출혈의 진단에 1차적 검사방법으로 이용되고 있는데, 환자의 상태가 MR 검사가 가능한 경우라면 본 연구에서 보듯이 모든 부위에서 FLAIR를 이용한 지주막하 출혈의 발견이 더 우수하였고, MR이 CT에 비해 갖는 우월성과 더불어 점차 검사시간이 짧은 기법들이 이용될 것이므로 앞으로는 FLAIR MR영상이 CT를 대체할 수도 있을 것이다. 본 연구에서도 대상이 충분하지 못하고 CT와 FLAIR MR영상을 동시에 시행하지 못한 이유가 임상의사가 MR의 유용성에 대한 인식이 부족하며 더불어 MR 촬영수가가 CT에 비해 훨씬 비싼 때문인데, 이러한 문제점도 앞으로 해결되어질 수 있을 것으로 기대한다.

결론적으로, FLAIR MR영상은 거미막하 출혈이 시기에 관계 없이 고신호강도로 관찰 되어 거미막하 출혈의 발견에 유용한 검사 방법이며, 특히 CT와 비교하여 뇌피질구가 더욱 민감한 부위라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Bradley WG, Schmidt PG. Effect of methemoglobin formation on the MR appearence of subarachnoid hemorrhage. *Radiology* 1985; 156:99-103
2. Mastsumura K, Matsuda M, Handa J, Todo G. Magnetic resonance imaging with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: comparison with computed tomography scan. *Surg Neurol* 1990;34:71-78
3. Zimmerman RD, Heier LA, Snow RB, Liu DPC, Kelly AB, Deck MDF. Acute intracranial hemorrhage: intensity changes on sequential MR scans at 0.5T. *AJR* 1988;150:651-661
4. Atals SW. MR imaging is highly sensitive for acute subarchnoid hemorrhage. *Radiology* 1993;186:319-322
5. Coene BD, Hajnal JV, Gatehouse P, et al. MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery(FLAIR) pulse sequences. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:1555-1564
6. Coene BD, Hajnal JV, Pennock JM, Bydder GM. MRI of the brain stem using fluid attenuated inversion recovery pulse sequences. *Neuroradiology* 1993;35:327-331
7. Ogawa T, Inugami A, Shimosegawa E, et al. Subarachnoid hemorrhage: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1993;186:345-351
8. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, Toyoshima H, Okudera T, Uemura K. MR of acute subarachnoid hemorrhage: a preliminary report of fluid- attenuated inversion-recovery pulse sequences. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;15:1940-1943
9. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al. Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid-attenuated inversion recovery pulse sequences. *Radiology* 1995;196:773-777
10. Noguchi K, Ogawa T, Seto H, et al. Subacute and chronic subarachnoid hemorrhage: diagnosis with fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging. *Radiology* 1997;203:257-262
11. Bradley WG. MR appearance of hemorrhage in the brain. *Radiology* 1993;189 :15-26
12. Haymas LA, Taber KH, Ford JJ, Bryan RN. Mechanisms of MR signal alteration by acute intracerebral blood: old concepts and new theories. *AJNR Am J Neuroradiol* 1991;12:899-9077
13. 전은주, 최혜영, 조영아, 김화영. 두개내출혈의 Fast FLAIR MR 영상소견. *대한방사선의학회지* 1998;38:971-977
14. Grossman RI, Gomori JM, Goldberg HI, et al. MR imaging of hemorrhagic conditions of the head and neck. *Radiographics* 1988;8: 441-454
15. Yoon HC, Lufkin RB, Vinuela F, Bentson J, Martin N, Wilson G. MR of acute subarachnoid hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol* 1988;9:404-405
16. Chakeres DW, Bryan RN. Acute subarachnoid hemorrhage: in vitro comparison of magnetic resonance and computed tomography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1986;7:223-228
17. Satoh S, Kadoya S. Magnetic resonance imaging of subarachnoid hemorrhage. *Neuroradiology* 1988;30:361-366
18. Jenkins A, Hadley DM, Teasdale GM, Condon B, Macpherson P, Patterson J. Magnetic resonance imaging of acute subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1988;63:731-736
19. Adams JG, Melhem ER. Clinical usefulness of T2-weighted fluid-attenuated inversion recovery MR imaging of the CNS. *AJR* 1999; 172:529-536
20. 이상현, 장기현, 박홍석등. 뇌질환의진단에있어서 FLAIR MR sequence의임상적유용성. *대한방사선의학회지*1997;37:1-7
21. 공근영, 최우석, 김의종. 뇌경색의급속 FLAIR MR 영상소견: T2강조영상과의비교. *대한방사선의학회지*1997;37:9-15
22. Thomas DJ, Pennock JM, Hajnal JV, Young IR, Bydder GM, Steiner RE. Magnetic resonance imaging of spinal cord in multiple sclerosis by fluid-attenuated inversion recovery. *Lancet* 1993;341: 593-594
23. Hashemi RH, Bradley WG, Chen DY, et al. Suspected multiple sclerosis: MR imaging with a thin-section fast FLAIR pulse sequence. *Radiology* 1995; 196:505-510
24. Maeda M, Tartaro A, Matsuda T, Ishii Y. Cortical and subcortical tubers in tuberous sclerosis and FLAIR Sequence. *J Comput Assist Tomogr* 1995;19:660-667
25. Takanashi JI, Sugita K, Fujii K, Niimi H. MR evaluation of tuberous sclerosis: increased sensitivity with fluid-attenuated inversion recovery and relation to severity of seizures and mental retardation. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995;16:1923-1928
26. Jack CR Jr, Rydberg CH, Krecke KN, et al. Mesial temporal sclerosis: diagnosis with fluid-attenuated inversion-recovery versus spin-echo MR imaging. *Radiology* 1996;199:367-373
27. 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 sequence. *Radiology* 1994;193:173-180

J Korean Radiol Soc 2000;42:425-430

FLAIR MR Imaging in the Detection of Subarachnoid Hemorrhage: Comparison with CT and T1-Weighted MR Imaging[1]

Soo Hyun Min, M.D., Soo Youn Kim, M.D.,Ghi Jai Lee, M.D.,
Jae-Chan Shim, M.D.,Tae Kyung Oh, M.D., Ho Kyun Kim, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Inje University*

Purpose : To compare the findings of fluid-attenuated inversion recovery(FLAIR) MR imaging in the detection of subarachnoid hemorrhage(SAH), with those of precontrast CT and T1-weighted MR imaging.

Materials and Methods : In 13 patients (14 cases) with SAH, FLAIR MR images were retrospectively analyzed and compared with CT(10 patients, 11 cases) and T1-weighted MR images(9 cases). SAH was confirmed on the basis of high density along the subarachnoid space,as seen on precontrast CT, or lumbar puncture. MR imaging was performed on a 1.0T unit. FLAIR MR and CT images were obtained during the acute stage(less than 3 days after ictus) in 10 and 9 cases, respectively, during the subacute stage(4-14 days after ictus) in two cases and one, respectively, and during the chronic stage(more than 15 days after ictus) in two cases and one, respectively. CT was performed before FLAIR MR imaging, and the interval between CT and FLAIR ranged from 24 hours(6 cases) to 2-3 (2 cases) or 4-7 days(3 cases). In each study, the conspicuity of visualization of SAH was graded as excellent, good, fair, or negative at five locations(sylvian fissure, cortical sulci, anterior basal cistern, posterior basal cistern, and perimesencephalic cistern).

Results : In all cases, subarachnoid hemorrhages were demonstrated as high signal intensity areas on FLAIR images. The detection rates for SAH on CT and T1-weighted MR images were 100 %(11/11) and 89 %(8/9), respectively. FLAIR was superior to T1-weighted imaging in the detection of SAH at all sites except the anterior basal cistern ($p < 0.05$) and superior to CT in the detection of SAH at the cortical sulci($p < 0.05$).

Conclusion : On FLAIR MR images, subarachnoid hemorrhages at all stages are demonstrated as high signal intensity areas; the FLAIR MR sequence is thus considered useful in the detection of SAH. In particular, FLAIR is more sensitive than CT for the detection of SAH in the cortical sulci.

Index words : Brain, MR
Magnetic resonance (MR), technology
Brain, hemorrhage

Address reprint requests to : Ghi Jai Lee, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Seoul Paik Hospital, College of Medicine, Inje University.
#2-85, Jur-dong, Chung-ku, Seoul 100-032, Korea.
Tel. 82-2-2270-0134 Fax. 82-2-2266-6799