

두개내 초급성 출혈 : EPI와 다른 MR 영상 기법의 비교

김정희 · 김옥화 · 서정호 · 박용성

목적 : Echo planar image (EPI)와 다른 MR 영상기법에서 2시간 이내의 초급성 출혈의 발견율의 차이를 비교해 보고자 한다.

대상 및 방법 : 인위적으로 뇌출혈을 유발시킨 백서 10마리를 대상으로 EPI, 급속 스핀에코 (FSE) T2 강조영상, Fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) 영상, 스핀에코 (SE) T1 강조영상과 T1 강조 Gradient echo (GE) 영상을 이용하여, 뇌출혈을 일으킨 2시간 후에 MR 촬영을 하였다. 추가적으로 3마리는 출혈 30분 후에, 6마리는 1시간 후에 각각 EPI와 FSE T2 강조영상을 얻었다. 얻어진 영상에 대한 주관적인 시각적 평가를 하기위하여 세 명의 방사선과 의사가 출혈 병변이 어느 MR 영상 기법에서 제일 잘 보이는지를 평가하였다. 정량적인 평가로는 병변-정상 뇌실질의 대조잡음비(contrast-to-noise ratio, CNR)를 측정하였다. 통계처리로는 Wilcoxon-Ranks test를 이용하였다.

결과 : 시각적 평가에서 출혈 병변이 높은 신호강도로 나타난 EPI, FLAIR, FSE T2 영상 중 EPI 영상이 특히 높은 신호강도로 나타나 제일 쉽게 병변이 구별되었다. 정량적인 평가에서 출혈 병변-정상 뇌실질의 CNR은 EPI와 FLAIR 영상에서 다른 세 영상기법에 비해 통계적으로 유의하게 우월하였다 ($p < 0.01$). 그러나 EPI와 FLAIR 영상간의 CNR은 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.10$). 추가적으로 출혈 30분과 1시간 후 촬영한 모두에서 EPI영상과 FSE T2 강조영상은 정상에 비해 높은 신호강도를 보여 병변의 구별이 가능하였다.

결론 : 백서에서 유발시킨 초급성기 뇌출혈의 여러 기법의 MR 영상 중 EPI 영상이 영상획득 시간이 가장 빠르면서 시각적 평가와 정량적 평가에서 출혈의 발견율이 가장 높아 출혈의 신속한 진단에 유용할 것으로 생각된다.

서 론

자기공명영상 (MRI)은 두개내 병변을 진단하는데 그 민감도와 정확도가 전산화단층촬영 (CT)에 비하여 훨씬 우월하여 널리 이용되고 있다. 두개내 출혈의 진단에서도 MRI에서는 출혈의 시기에 따라 신호강도가 달라서 출혈의 시간 경과를 구분하는데 유용하다고 한다. 다만 급성기출혈에서는 CT가 MRI에 비하여 더 높은 것으로 알려져 있다(1). 그러나 CT에서 출혈은 MRI와 달리 출혈자체의 감약 정도에 의하여 인지되므로 심한 빈혈이나 응고 장애가 있는 경우에는 헤마토크리트 양이 적거나 응괴 형성을 시키지 못하여 뇌실질과 거의 동등한 음영으로 보여

서 진단에 어려움을 줄 수 있다(2). 반면에 임상자들은 급성 두개내 출혈과 같은 응급 상황에서 시간이 MRI에 비해서 적게 소요되면서도 출혈병변의 발견율이 높다는 점에서 CT를 선호하고 있다. 이러한 상반되는 점들을 고려하여 영상획득 시간이 오래 걸리는 MRI의 제약을 극복한 Echo planar imaging(EPI)라는 아주 빠른 영상 기법을 이용하여 급성기 출혈을 잘 발견할 수 있다면 의식이 없고 검사에 협조가 잘 안되는 환자에서 출혈이 의심될때에 CT에 비해 병변 발견에 민감도와 정확도가 우월한 MRI에서 출혈을 신속하게 찾을 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 2시간 이내의 초급성 출혈을 유발시킨 실험 동물을 이용하여 뇌출혈을 유발시키고 2시간 이내의 초급성기 출혈에서 EPI기법과 기존의 여러 MR 영상기법에서 출혈의 발견율

대한자기공명의과학회지 3:167-172(1999)

이주대학교 의과대학 진단방사선과교실

접 수 : 1999년 5월 3일, 채 택 : 99년 6월 8일

통신저자 : 김정희 (442-749) 수원시 팔달구 원천동 산5

Tel. 82-331-219-5826 Fax. 82-331-219-5862

을 비교해 보고자 하였다.

재료 및 방법

체중 380-400g의 백서 (rat) 10마리를 대상으로 인위적으로 뇌출혈을 유발시키고 먼저 우레탄 0.1cc/g으로 근육 마취를 한 후 백서의 머리를 입체정위 고정기 (stereotaxic plate)로 고정시키고 오른쪽 머리의 털을 제거한 후 직경 약 0.5mm의 drill을 이용하여 피부에서부터 6mm 정도 깊이로 drill을 통과시켰다. 출혈이 일어났는지의 여부는 drill의 끝에 피가 묻어나는 것으로 확인하였다. 10마리의 백서 모두 뇌출혈 발생 2시간 후에 EPI, 급속 스핀에코 (FSE) T2, Fluid attenuated inversion recovery (FLAIR), 스핀에코 (SE) T1, T1 강조 Gradient echo (GE) 등 다섯 가지의 MR 영상기법을 이용하여 촬영하였다. 뇌출혈 후 어느 영상 기법에서 얼마나 빨리 출혈을 발견할 수 있는지를 관찰하기 위하여 5가지의 영상기법중 영상 획득 시간이 빠른 FSE T2 강조 영상과 EPI를 이용하여 3마리는 출혈 30분 후에, 6마리는 1시간 후에 MR 촬영을 추가하였다.

사용한 MR 영상 기기는 1.5T signa (General Electric, Medical Systems, Milwaukee, USA)였으며 wrist coil을 사용하여 축상면 촬영을 시행하였다. 각 영상 기법의 변수는 다음과 같다. 통상적인 SE T1 강조 영상은 반복시간 (TR)/ 에코 시간 (TE)가 420/8 msec, FSE T2 강조 영상은 TR/TE가

4000/96, 에코열 길이(echo train length)가 8이었다. 또한 GE MR 영상은 숙임각 25도, TR/TE는 500/15로 하였고, FLAIR 영상은 TR/TE/TI (역전시간)를 1000/143/2200으로 얻었다. 각각의 영상 모두 절편두께 간격은 2/0 mm였고 matrix 크기는 256×192, 영상 범위 (field of view, FOV)는 4x4cm로 하였다. 그 외 여기회수 (Number of excitation, NEX)는 T1, FSE T2, GE영상이 3회, FLAIR가 2회였다. EPI 영상은 TR/TE가 6000/100, 절편두께 간격을 3/0 mm로 하였고, matrix 크기는 128×128, FOV는 4×4cm, NEX는 1회로 하였다. 영상획득 시간 (acquisition time)은 SE T1, FSE T2, GE, FLAIR, EPI 영상에서 각각 차례대로 4분 7초, 4분 48초, 4분 52초, 5분 40초, 54초였다.

MR 영상을 얻은 후 주관적인 시각적 평가로서 10마리의 백서 각각에서 출혈 2시간 후에 촬영한 5가지 기법의 MR 영상을 무작위로 섞어 놓은 후 세 명의 방사선과 의사로 하여금 이 중 출혈이 가장 잘 보이는 영상을 선택하게 하였으며 모두의 의견이 일치하지 않을 때는 다수의 의견으로 하였다. 출혈 1시간, 30분 후의 MR 영상의 시각적 평가도 같은 방법으로 하였다. 객관적인 정량적 평가로서 각각의 영상 기법에서 출혈 병변과 반대쪽의 정상 뇌실질 및 배경의 신호강도를 크기가 0.1-0.3cm²인 원형 cursor로 측정하였다. 각 영상에서 병변의 신호강도에서 배경의 신호강도를 뺀 값을 배경의 신호강도로 나누어 구한 병변의 신호 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 측정하고 같은 방법으로 정상 뇌실질의 SNR을 구하였다. 이 2개의 SNR을 가지고

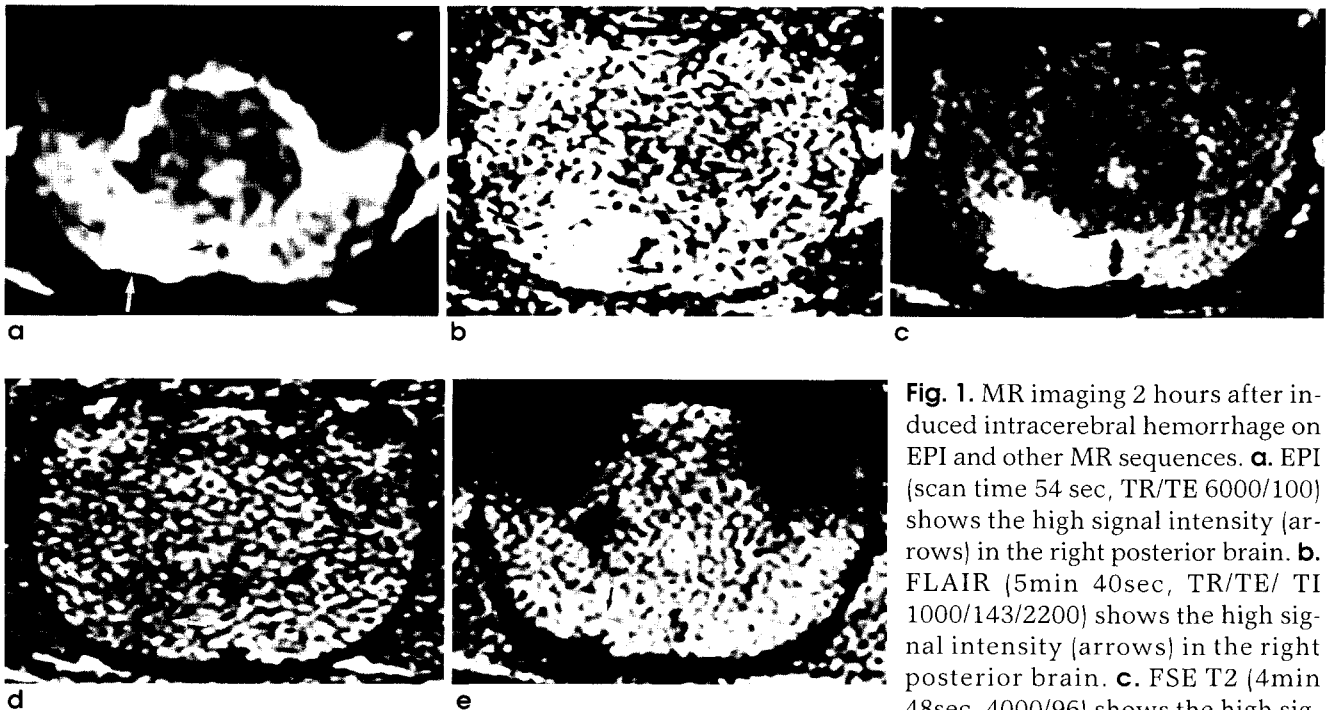


Fig. 1. MR imaging 2 hours after induced intracerebral hemorrhage on EPI and other MR sequences. **a.** EPI (scan time 54 sec, TR/TE 6000/100) shows the high signal intensity (arrows) in the right posterior brain. **b.** FLAIR (5min 40sec, TR/TE/ TI 1000/143/2200) shows the high signal intensity (arrows) in the right posterior brain. **c.** FSE T2 (4min 48sec, 4000/96) shows the high signal intensity (arrows) in the right posterior brain. **d.** SE T1 (4min 7sec, 420/8) shows isointensity (arrows) in the right posterior brain. **e.** GE (4min 52sec, 500/25) shows slightly low signal intensity (arrow) in the right posterior brain.

병변의 SNR에서 정상 뇌실질의 SNR을 뺀 값을 정상 뇌실질의 SNR로 나누는 식 (lesion SNR -normal SNR/normal SNR)으로 병변의 대조잡음비(contrast-to-noise ratio, CNR)를 구하였다. 각 영상의 CNR간의 통계적 차이가 있는지는 Wilcoxon-Ranks test로 알아보았다.

결 과

주관적인 시각적 평가에서 출혈 후 2시간의 MR 영상에서는 10마리의 백서중 7마리가 EPI에서, 2마리가 FSE T2 강조영상에서, 1마리가 FLAIR에서 출혈병변을 좀 더 쉽게 발견할 수 있었으며 출혈병변은 모두 고 신호강도로 나타났다 (Fig. 1). SE T1 강조영상에서는 출혈병변이 주변의 정상 뇌와 거의 동등한 신호강도를 나타내어 출혈병변의 부위와 경계를 정확하게 그릴 수 없었다. GE 영상에서는 출혈병변이 정상 뇌 조직과 비교할때 낮게 저 신호강도로 나타나서 SE T1 강조영상보다는 병변이 잘 구별되었으나, 병변이 고 신호강도로 나타난 EPI, FLAIR및 FSE 영상들 보다는 뚜렷하게 식별되지 않았다. 출혈병변이 고 신호강도로 보였던 3가지 영상중 EPI는 특히 높은 신호강도로 나타나 제일 쉽게 병변이 구별되었으나 병변을 포함한 정상 뇌조직의 영상의 왜곡이 있어 병변의 경계가 명확히 보이지 않는 것도 있었다. FLAIR와 FSE 영상에서 출혈 병변은 비슷한 정도의 고 신호강도로 보였으나, FLAIR 영상에서는 병변 주위 조직이 FSE 영상에 비해 좀 더 낮은 신호강도로 보였다.

정량적인 평가에서는 EPI와 FLAIR 영상의 출혈 병변/정상 뇌실질의 CNR이 다른 세 영상 기법에 비해 통계적으로 유의하게 우월하였으며 이 두 영상간의 CNR은 p value가 0.1 이상으로 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 1). 다른 세 영상에서는 CNR의 크기는 FSE T2 강조영상, GE 영상, SE T1 강조영상의 순서로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

출혈 1시간과 30분 후의 EPI와 FSE T2 강조영상의 시각적 평가에서는 6마리중 5마리가, 3마리중 2마리가 EPI에서 병변이 보다 잘 발견되었다. 먼저 6마리의 백서에게 출혈후 1시간에서 촬영한 영상에서는 EPI와 FSE T2 강조영상은 주변 정상 뇌실질에 비하여 고신호강도를 보여 병변이 식별되었으며 특히 EPI에서 병변이 더 밝게 나타났다(Fig. 2). 그러나 두시간 영상

과 마찬가지로 병변의 경계와 크기는 FSE T2 강조영상에서 좀 더 분명하게 관찰되었다. 출혈 1시간 후 촬영한 영상의 정량적인 평가에서는 EPI 영상이 FSE T2 강조영상에 비해 p value가 0.10이하로 통계적으로 유의하게 CNR이 우월하였다. 출혈 30분 후 촬영한 3마리 백서의 촬영에서 출혈 병변은 EPI 영상과 FSE T2 강조영상에서 고신호강도로 나타났으나, 신호강도의 정도는 1시간 영상에 비해서 다소 낮게 보였다 (Fig. 3). 정량적인 평가에서 EPI 영상과 FSE T2 영상간에는 CNR에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (p)0.10).

고 찰

일반적으로 EPI 영상은 FSE T2강조영상에 비하여 전체적인 영상의 질이 떨어지며 그 이유로는 먼저 EPI 기법에서 상대적으로 SNR이 낮은 것을 들 수 있다 (3, 4). 이로 인하여 해부구조물과 병변에 대한 육안적 분별도가 낮은것으로 생각된다. SNR이 낮은 이유로는 기존의 SE 영상기법에 비해 EPI 기법에서는 90° RF 펄스와 180° 재초점 펄스 (refocusing pulse)의 수가 훨씬 적기 때문에 상대적으로 T2* 감쇄 효과가 보다 현저하며 또한 EPI 기법에서의 상대적으로 높은 채취 (sampling) 주파수 대역을 들 수 있다 (4). EPI는 기존의 통상적인 영상기법에 비해 영상의 왜곡이 심하고 자화율 인공음영 (magnetic susceptibility artifact)이 많이 나타나는데 그 이유는 고속 영상을 위한 기계적 이유로 인해 위상부호화경사(phase encoding gradient)가 FSE 기법에 비해 상대적으로 낮기 때문이고, 이

Table 1. Comparison of CNR in Various MR Sequences 2hours after hemorrhage

	FLAIR	EPI	FSE T2	GE	SE T1
(Lesion/normal) CNR	1.725	1.441	1.002	0.438	0.223
P value*	FLAIR	>0.10	<0.01	<0.01	<0.01
	EPI		<0.01	<0.01	<0.01
	FSE T2			<0.01	<0.01
	GE				<0.01

*: Wilcoxon-Ranks test

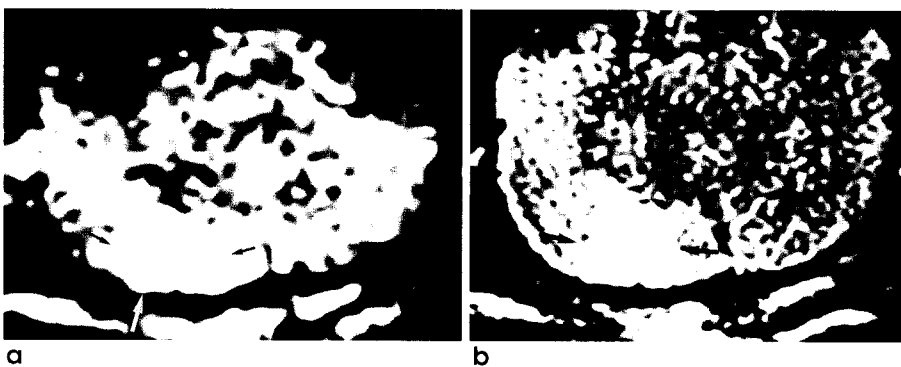


Fig. 2. MR imaging 1 hour after induced intracerebral hemorrhage on EPI and FSE T2

a. EPI **b.** FSE T2
EPI (a) and FSE T2 (b) show high signal intensities (arrows) in the right posterior brain.

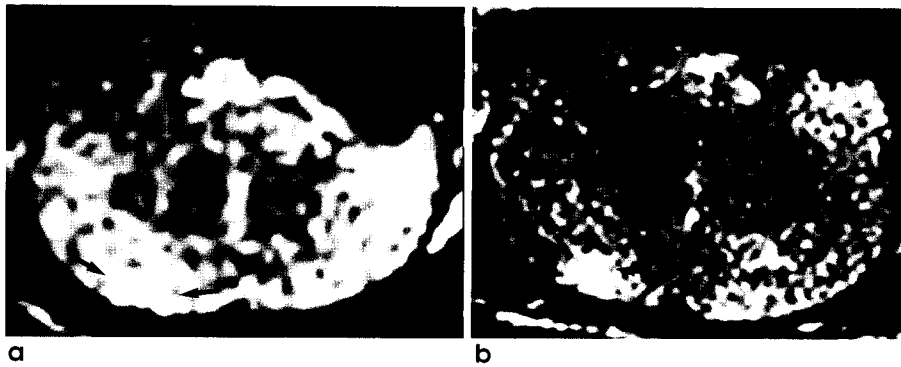


Fig. 3. MR imaging 30 min after induced intracerebral hemorrhage on EPI and FSE T2
a. EPI **b.** FSE T2
 EPI (a) and FSE T2 (b) show high signal intensity (arrows) in the right posterior brain.

로 인해 정적 자기장 (static magnetic field)의 불균질성의 영향에 매우 민감해지기 때문이다 (1). 자화율 인공음영은 주자기장의 세기에 비례하며, 따라서 고해상 자기공명영상일수록 더욱 그 효과가 현저해진다 (8). 그러나 이러한 강조된 자화율 인공음영은 반드시 부정적인 효과만 있는 것은 아니며, 강조된 자화율 효과로 인해 상자기성 혈액과 과산화물이 있는 매우 작은 미세출혈이 FSE에 비해 더 쉽게 발견될 수 있는 장점이 있다. 이 외에도 EPI 영상은 영상획득 시간이 매우 빨라서 FSE 등 기존의 MR 영상기법에 비하여 환자의 움직임에 따른 운동인공물 (motion artifact)이 상당히 감소된다 (3). 따라서 이런 EPI의 장점을 이용하면 응급을 요하는 환자나, 의식이 나빠서 검사에 협조가 잘 되지 않는 환자에서 EPI 기법을 시행하여 병변의 유무를 빠르게 판단할 수 있을 것으로 생각된다.

FLAIR 영상기법은 90-180° 고주파 펄스를 주기전에 180° 역전펄스를 사용함으로써 뇌척수액의 신호를 없애거나 매우 약화시켜 부분용적 효과 및 운동인공물을 감소시킴으로써 병변과의 대조도를 높여 지금까지 고식적인 스핀에코 영상으로는 구별하기 힘들었던 뇌실주위의 병변을 구별하는데 유용하다 (6, 7). 즉 FLAIR 영상은 역전펄스를 이용하여 뇌척수액의 강도를 낮춘 중 T2 강조영상 (heavily T2 weighted image)이므로 뇌출혈 결국 T2 강조영상과 같은 신호강도를 보여서 고신호강도로 보인다 (6, 7).

GE 영상은 뇌출혈시 생성되는 상자기성 혈액과 과산화물 (paramagnetic blood breakdown product)에 의해 나타나는 정적 자기장의 불균질성이 야기하는 자기화율에 대해 민감하여, 이들 병변의 발견에 유용하다고 알려져 있다 (7, 8). 따라서 뇌의 상자기성 혈액 과산화물이 있는 출혈성 병변이 의심되는 경우, FSE 방법을 이용한 자기공명영상에서는 병변이 상대적으로 낮은 자기화율을 보이므로 GE 영상을 추가로 얻는 것을 권장하고 있다.

본 연구에서는 백서에 인위적으로 뇌출혈을 유발시켜서 초급성기에 해당되는 2시간 이내의 출혈에 국한하여 통상적인 SE T1 강조영상, FSE T2 강조영상과 FLAIR, GE, EPI 기법으로 영상을 얻어서 각각에서 출혈의 신호강도, 주위조직과의 식별 정도 및 경계의 명확도등을 관찰하였다. 초급성기 출혈의 응고물은 주로 oxyhemoglobin이며 이것은 반자성 입자로 결국 영상

에서의 신호강도는 단백질이 풍부한 물의 함량에 의해서 좌우되게 된다 (9). 따라서 T1 강조영상에서는 oxyhemoglobin의 물의 함량이 많은 것을 반영하여 뇌실질과 비교하여 동등하거나 낮은 신호강도를 보이며, T2 강조영상에서는 T2 단축을 초래하지 않아서 높은 신호강도로 보이게 된다 (10). 본 연구에서 SE T1 강조영상에서의 초급성 출혈 병변은 시각적 평가로 거의 병변을 확인할 수 없었으며, 정량적인 분석으로도 CNR이 제일 낮았는데 이는 위에서 언급한 이유때문으로 생각된다.

GE 영상에서의 출혈 병변은 정상 뇌실질에 비해서 저 신호강도로 보였으며 이는 oxyhemoglobin내에 소량 섞여 있는 deoxyhemoglobin이 T2 단축을 일으키고 그 효과가 GE 영상에서 크게 나타나기 때문이다. 이러한 신호강도는 출혈의 모든 단계에서 동일하게 보이는데 이는 GE영상이 출혈의 응고물내에 포함되어 있는 소량의 상자기성 혈액과 과산화물에도 민감하게 자화율 인공음영을 나타내기 때문이라고 생각된다 (8). 따라서 GE영상에서는 T1 강조영상보다 병변을 구별하기가 용이하지만 출혈시간 경과에 따른 단계별 신호강도의 차이가 없다는 단점이 있다. FLAIR 영상도 위에서 언급한대로 결국은 T2 효과를 나타내는 영상이므로 신호강도는 FSE T2 강조영상과 같은 고신호강도로 나타나며 FLAIR 영상에서는 주변의 물의 신호강도를 억제시키기 때문에 CNR은 FSE T2 강조영상보다 높다. 그러나 FLAIR 영상기법은 영상획득 시간이 FSE T2 강조영상에 비하여 오래 걸리고 더욱이 EPI 기법보다 6배 이상 걸려서 신속한 촬영을 요하는 응급 환자에게는 적합하지 않다.

EPI는 구조물들에 대한 시각적 구별도가 낮기때문에 다른 영상 기법을 대치할 수는 없을 것으로 생각되어 왔다. 본 연구에서도 EPI는 다섯 가지의 영상기법에서 영상의 왜곡이 심하여 영상의 질은 가장 나빴다. 그러나 초급성기의 출혈 병변을 찾는다는 CNR이 가장 높아서 시각적 평가에서도 병변 자체는 찾기가 가장 쉬웠다. 그러므로 해부학적인 연관 관계를 보는데 제한점이 있지만 CNR이 높고 영상획득 시간이 매우 빨라서 출혈 여부를 신속하게 진단 하여야 하는 응급환자에게 유용할 수 있고, 환자의 움직임에 따른 운동인공물을 줄일 수 있어 의식상태가 나쁜 환자에게도 역시 유용하게 적용할 수 있을것으로 여겨진다. 이에 따라 향후 이와 관련된 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

결 론

백서에서 뇌출혈을 유발시키고 2시간이내의 초급성기에서 시행한 SE T1강조영상, FSE T2 강조영상, GE 영상, FLAIR 영상 및 EPI 중 EPI가 영상획득 시간이 가장 빠르면서 시각적 평가와 정량적 평가에서 출혈의 발견율이 가장 높았다. 따라서 EPI가 아직까지는 출혈과 주위의 해부학적인 연관 관계를 보는데는 영상의 질이 떨어진다는 제한점이 있으나 출혈의 신속한 진단을 요하는 응급 환자나 의식상태가 나빠서 검사에 협조가 안되는 환자에게 유용할 수 있을것으로 생각되며 이에 관한 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다. FLAIR 영상도 출혈의 발견율이 높았으나 영상획득 시간이 제일 길다는 단점이 있었다.

참 고 문 헌

1. Yoon HC, Lufkin RB, Vinela F, et al. MR of Acute subarachnoid hemorrhage. AJNR 1988; 9:404-405
2. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al. Acute subarachnoid hemorrhage : MR imaging with fluid-attenuated inversion re-

- covery pulse sequences. Radiology 1995;196:773-777
3. Edelman RR, Wielopolski P, Schmdtt F. Echo-planar MR imaging. Radiology 1994;192:600-612
4. DeLaPaz RL. Echo-planar imaging. Radiographics 1994;14:1045-1058
5. Kim SG, Hu X, Adriany G, Ugurbil K. Fast interleaved echo-planar imaging with navigator: high resolution anatomic and functional images at 4 Tesla. Mag Reson Med 1996;35: 895-902
6. Coene BD, Hajanal JV, Gatehouse P, et al. MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. AJNR 1992;13:1555-1564
7. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al. MR of acute subarachnoid hemorrhage : a preliminary report of fluid-attenuated inversion-recovery (FLAIR) pulse sequences. AJNR 1994;15:1940-1943
8. Pauling L, Coryell CD. The magnetic properties and structures of hemoglobin, oxyhemoglobin, and carbonmonoxyhemoglobin. Proc Natl Acad Sci 1996;22:210-216
9. Osborn AG. Diagnostic Neuroradiology. St.Louis: Mosby, 1994:166
10. Bradley WG. MR appearance of hemorrhage in the brain. Radiology 1993;189:115-116

Hyperacute Intracerebral Hemorrhage : Comparison of EPI and Other MR Sequences

Jeong Hee Kim, Ok Hwa Kim, Jung Ho Suh, Yong Sung Park

Department of Radiology, Ajou University Medical school

Purpose : To evaluate the detection rate of hyperacute intracerebral hemorrhage in echo planar imaging (EPI) and other MR sequences.

Materials and Methods : Intracerebral hemorrhage was experimentally induced in ten rats. EPI, fast spin-echo (FSE) T2 weighted images, fluid attenuated inversion recovery (FLAIR), spin-echo (SE) T1 weighted images and gradient echo (GE) T1 weighted images of rat's brains were obtained 2 hours after onset of intracerebral hemorrhage. EPI and FSE T2 images were additionally obtained 30 min and 1 hour after onset of hemorrhage in 3 and 6 rat, repeatedly. For objective visual assessment, discrimination between the lesion and normal brain parenchyma was evaluated on various MR sequences by three radiologists. For quantitative assessment, contrast-to-noise ratio (CNR) was calculated for hemorrhage-normal brain parenchyma. Statistical analysis was performed using the Wilcoxon - Ranks test.

Results : EPI, FLAIR, and FSE T2 images showed high signal intensity lesions. The lesion discrimination was easier on EPI than on other sequences, and al. EPI showed higher signal intensity for the subjective visual assessment. In quantitative evaluation, CNR of the hemorrhagic lesion versus normal brain parenchyma were higher on EPI and FLAIR than in other MR sequences ($p < 0.01$). There was no difference in CNR between EPI and FLAIR images ($p > 0.10$). On MR images obtained 30 minutes and 1 hour after the onset of intracerebral hemorrhage, the lesion detection was feasible on both EPI and FSE T2 images showing high signal intensity.

Conclusion : EPI showed higher detection rate as compared with other MR sequences and could be useful in early detection and evaluation of intracerebral hemorrhage.

Index words : EPI, MR

Address reprint requests to : Jeong Hee Kim, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Ajou University Medical school.
San # 5, Wonchun-dong, Paldal-gu, Suwon, 442-749 Korea.
Tel. 82-331-219-5826 Fax. 82-331-219-5862