

뇌실질내 출혈의 확산강조영상 소견

박창숙¹ · 최순섭¹ · 오증영¹ · 박병호¹ · 김기욱² · 김재우³ · 남경진¹ · 이영일¹

목적: 뇌실질내 혈종의 시기별 확산강조영상 소견을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 임상적으로 뇌출혈의 시기가 분명한 환자 17명을 대상으로 하였다. 확산강조영상은 1.5 tesla 자기공명영상 기기를 이용하였으며, b 값은 세 방향 모두 1000 sec/mm²으로 하였다. 출혈 시기는 12시간 이하인 초급성기 5예, 3일 이하인 급성기 4예, 3주 이하의 아급성기 4예, 3주 이후의 만성기 4예였다. 확산강조영상에서 혈종의 중심부와 주변부의 신호강도를 뇌실질 신호와 비교하여 bright, high, iso, low, dark 신호로 분류하여 분석하였으며, 각 시기의 T2강조영상과 T1강조영상에서의 신호강도와 비교 관찰하였다.

결과: 확산강조영상에서 초급성기 혈종의 중심부와 주변부는 각각 high와 dark 신호를 보였고, 급성기는 중심부와 주변부가 각각 dark와 high-bright 신호강도를 보였다. 아급성기와 만성기는 중심부와 주변부가 high-bright와 dark 신호강도를 보였다. 시간 경과에 따른 혈종의 신호 변화는 전체적으로 T2강조영상에서의 신호 변화와 비슷하나, T2강조영상에 비해 빠르고 현저한 신호 변화를 보였다.

결론: 뇌실질내 혈종은 확산강조 자기공명영상에서 중심부와 주변부의 신호강도가 시기별로 특징적으로 변하며, 중심부는 초급성기, 아급성기와 만성기에 high-bright 신호를, 급성기에는 dark 신호를 보였고, 주변부는 초급성기, 아급성기와 만성기에 dark 신호를, 급성기에는 high-bright 신호를 보였다.

서 론

확산강조영상은 T2강조영상으로는 진단에 어려움이 있는 조기의 초급성 경색의 진단이나 급성 경색과 만성 경색의 감별에 유용하며, 스캔 시간이 아주 짧아서 상태가 좋지 않은 환자의 움직임에 의한 인공물을 줄일 수 있는 유용한 검사법이다 (1-3). 뇌졸중시 경색과 출혈의 구별은 필수적인데, 특히 출혈성 뇌경색의 경우는 혈전 용해를 위한 치료의 적용 대상이 아니므로 이들의 감별은 중요하다. 전산화단층촬영(Computed tomography)은 뇌출혈 진단의 표준 검사법이나 초급성기 뇌경색의 진단에는 충분하지 않은 검사법이며 (4, 5), T2강조영상도 뇌경색의

조기진단에는 만족할만하지 않다. 최근에는 물분자의 확산운동장에 상태를 민감하게 알 수 있는 확산강조영상을 이용하여 조기에 경색부위를 확인할 수 있게 되었다. 그러나 뇌출혈의 확산강조영상 소견은 잘 알려져 있지 않아서 출혈성 뇌경색 환자에서 뇌경색 부위의 고신호강도 외에 다양한 저신호 강도를 보일 때 이를 이해하는데 많은 어려움이 있었다. 이에 본 연구는 확산강조영상에서 뇌출혈의 신호강도를 시기별로 분석하여 출혈을 동반하는 뇌질환들의 확산강조영상 소견을 이해하는데 도움을 얻고자 시작하였다.

대한자기공명의과학회지 6:21-27(2002)

¹동아대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²동아대학교 의과대학 신경외과학교실

³동아대학교 의과대학 신경과학교실

접수 : 2001년 10월 31일, 채택 : 2002년 1월 10일

통신저자 : 최순섭, (602-103) 부산시 서구 동대신동 3가 1, 동아대학교 의과대학 진단방사선과학교실

Tel. (051)240-5368 Fax. (051)253-4931 E-mail: sschoi@damc.or.kr

대상 및 방법

임상적으로 뇌실질내 출혈의 시기가 분명하고, 중심부와 주변부가 충분히 구별되도록 최소 폭이 2 cm 이상인 큰 혈종 환자 17명의 확산강조영상을 대상으로 하였다. 원인 뇌질환은 모야모야병, 동정맥루와 정맥 혈관종이 각각 1예, 동정맥 기형이 2예였으며, 나머지 12예는 혈관 이상이 발견되지 않은 자발성(idiopathic) 뇌실질 출혈로 생각되었다. 환자의 나이는 12세에서 75세로 평균 55세이고 남녀비는 11:6이었다. 출혈 후 검사까지의 시간이 12시간 이하인 초급성기 5예(각각 2.5, 4, 7, 9, 11 시간), 3일까지의 급성기 4예(각각 14, 19시간, 2, 3일), 3주까지의 아급성기 4예(각각 7, 8, 15, 18일)이고, 3주 이후의 만성기 4예(각각 24, 34, 58, 67일)이었다.

자기공명영상은 1.5 tesla의 Magnetom Vision(Siemens, Erlangen, Germany)을 이용하였으며, T2강조영상(TR/TE, 4800 msec/120 msec)과 T1강조영상(TR/TE, 513 msec/12 msec)을 얻고, 확산강조영상은 Echo Planar Image(EPI) 방법으로 TR/TE, 5000/110, 시야 220×220 mm, 화소수 96×128, 절편두께 6 mm, 위상 부호화는 전후방향, 영상획득은 2회, 확산 경사 b값은 1000 sec/mm²로 하여, 세 방향의 확산 영상을 합한 trace영상을 얻었다.

확산강조영상에서 뇌혈종 부위의 신호강도를 중심부와 주변부

로 나누어 육안적으로 분석하였다. 신호강도가 현저히 밝은 경우는 bright, 주변 뇌실질보다 높은 경우를 high, 주변과 비슷한 신호는 iso, 주변보다 낮은 경우는 low, 현저히 낮은 경우는 dark로 분류하여 각 시기별로 신호 양상을 비교 관찰하였고, 또한 이들 영상의 신호 양상을 T2, T1강조영상에서의 신호 변화와 비교 관찰하였다.

결 과

확산강조영상에서 초급성기 혈종의 중심부와 주변부는 각각 high와 dark 신호를 보였고 (Fig. 1), 급성기는 중심부와 주변부가 각각 dark와 high-bright 신호강도를 보였다 (Fig. 2). 아급성기와 만성기는 중심부와 주변부가 각각 bright와 dark 신호강도를 보였다 (Fig. 3, 4). T2강조영상에서 혈종내부는 초급성기에 high, 급성기에는 iso-dark, 이후에 high-bright 신호를 보이고, 주변부는 초급성기에 low-dark, 급성기에는 dark-high-bright, 이후에는 low-dark 신호를 보여서 전체적으로 확산강조영상에서의 각 시기별 신호양상과 비슷하나, T2 강조영상에 비해 확산강조영상에서 빠르고 현저하게 신호 변화를 보였다 (Table 1).

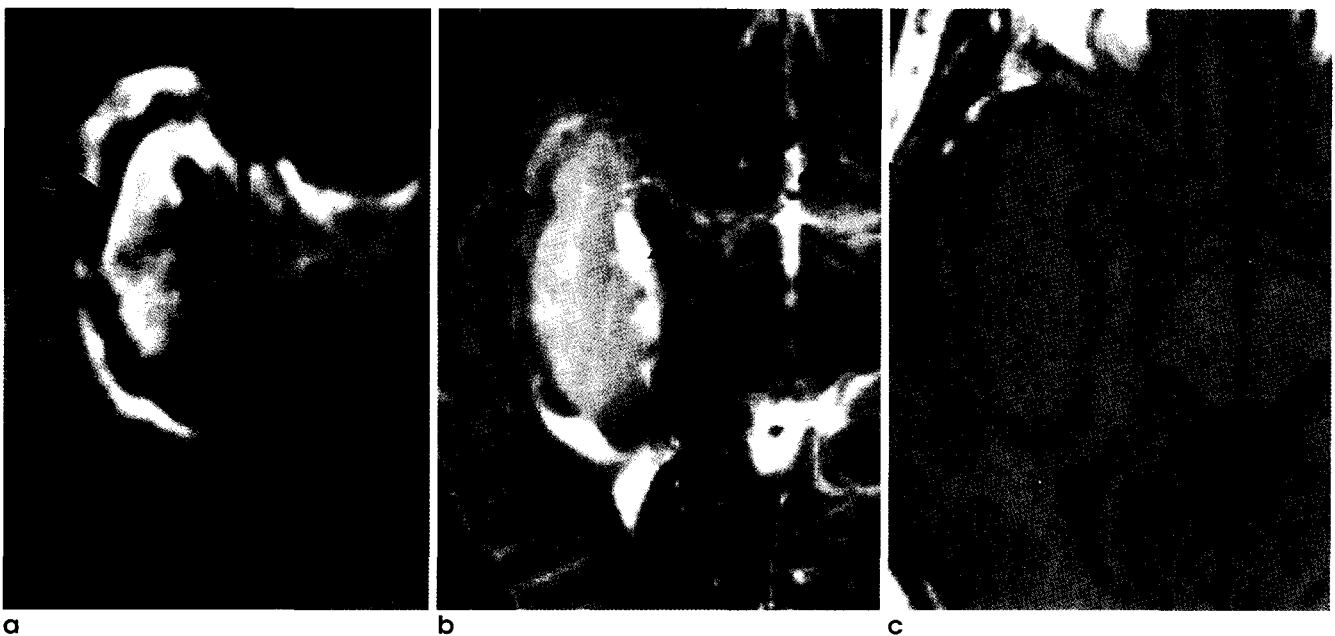


Fig. 1. Hyperacute intracerebral hematoma of the right temporal lobe (9 hours after symptom onset) in a 42-year-old man.
a. Diffusion-weighted image shows central high and peripheral dark signal intensity (arrow). **b.** T2-weighted image shows central high and peripheral low signal intensity at lateral margin (arrow). Medial peripheral portion of the hematoma still shows high signal intensity (arrowhead). **c.** T1-weighted image shows central iso signal and peripheral low signal intensities (arrow).



Fig. 2. Acute intracerebral hematoma of the left basal ganglia (3 days after symptom onset) in a 73-year-old woman. **a.** Diffusion-weighted image shows central dark and peripheral bright signal intensity (arrow). **b.** T2-weighted image shows central dark and peripheral bright signal intensity (arrow). **c.** T1-weighted image shows central iso signal intensity and thin peripheral high signal rim (arrow).



Fig. 3. Subacute hematoma of the left parietooccipital area (8 days after symptom onset) in a 75-year-old woman. **a.** Diffusion-weighted image shows central bright and peripheral dark signal intensity (arrow). **b.** T2-weighted image shows central bright signal intensity except most inner part and peripheral thin low signal intensity rim (arrow). **c.** T1-weighted image shows central iso and peripheral high signal intensity (arrow).



Fig. 4. Chronic hematoma of the left occipital lobe (34 days after symptom onset) in a 19-year-old man with small arteriovenous malformation.

a. Diffusion-weighted image shows central bright and peripheral dark signal intensity (arrow). **b.** T2-weighted image shows central high to bright and peripheral dark signal intensity (arrow). **c.** T1-weighted image shows inhomogeneous central high to bright and peripheral high signal intensity (arrow).

Table 1. Summary of the Cases

Case No.	Age/Sex	Underlying Disease	Stage	Time after Attack	DWI	T2WI	T1WI
					C/P	C/P	C/P
1.	73/M		Hyperacute	2.5 hours	H/D	H/D	I/I
2.	75/M		Hyperacute	4 hours	H/D	H/D	I/L
3.	17/F	Moyamoya	Hyperacute	7 hours	H/D	H/L	I/L
4.	42/M		Hyperacute	9 hours	H/D	H/L	I/L
5.	35/M	AVF	Hyperacute	11 hours	H/D	H/L	L/L
6.	72/F		Acute	14 hours	D/H	I/H	I/L
7.	67/M		Acute	19 hours	D/H	I/D	I/I
8.	69/M		Acute	2 days	D/B	D/H	I/I
9.	73/F		Acute	3 days	D/B	D/B	I/H
10.	66/M		Subacute	7 days	B/D	B/D	I/H
11.	75/F		Subacute	8 days	B/D	B/L	I/H
12.	59/F		Subacute	15 days	H/D	B/L	L/B
13.	12/M	AVM	Subacute	18 days	B/D	B/L	I/H
14.	27/M		Chronic	24 days	B/D	B/L	I/H
15.	19/M	AVM	Chronic	34 days	B/D	B/D	H/H
16.	40/M	VA	Chronic	58 days	B/D	H/D	I/H
17.	64/F		Chronic	67 days	B/D	B/D	I/H

DWI: Diffusion weighted image, T2WI: T2 weighted image, T1WI: T1 weighted image, C: Central portion, P: Peripheral portion, AVF: Arteriovenous fistula, AVM: Arteriovenous malformation, VA: Venous angioma, B: Bright signal intensity, H: High signal intensity, I: Iso signal intensity, L: Low signal intensity, D: Dark signal intensity

고찰

자기공명영상에서 혈종의 신호강도는 출혈의 시기에 따른 혈종의 모양, 헤모글로빈 상태, 적혈구의 모양, 단백질 농도, 혈종의 수분 포함 정도, 혈종의 크기와 위치, 부종등의 내적 요인과, 자장세기나 펄스열 종류 등에 의해 결정된다 (6). 본 연구는 혈종의 전형적인 신호 변화를 관찰하고자, 뇌실질내의 최소 폭이 2 cm 이상인 큰 혈종들만을 대상으로 하였다. 혈종의 시기는 각 문헌마다 차이가 있는데, Bradley 등은 초급성기(24시간 이내), 급성기(1-3일), 초기 아급성기(4일 이상), 후기 아급성기(8일 이상), 만성기(15일 이상)로 나누어 관찰하였다 (7). 저자들은 12시간 이하의 초급성기, 12시간 이후 3일까지의 급성기, 그 이후에서 3주까지의 아급성기, 3주 이후의 만성기로 나누어 관찰하였으며, 최소 2.5시간부터 최고 67일된 혈종까지를 대상으로 하였다. 혈종의 시간 경과에 따른 조직 소견과 자기공명 영상소견은 Boyer (6)에 따르면 출혈 직후 수초 내에 적혈구, 혈소판 응집으로 섬유소 덩어리를 형성하며, 4-6시간 정도의 초급성기부터 주변부의 뇌조직에는 부종이 발생하기 시작하고, 혈종은 적혈구의 농축과 섬유소의 응괴, 수축이 일어나고, 시간이 지나면서 주변부부터 적혈구의 모양이 변하기 시작한다. 이 시기에 T1 강조영상에서 등신호거나 저신호강도를 보이고, T2 강조영상에서는 고신호강도로 보인다. 12-48시간 정도의 급성기에는 산화 헤모글로빈의 탈산화반응으로 데옥시헤모글로빈이 형성되어, T1 강조영상에서 약간 저신호강도로 보이고 T2 강조영상에서도 저신호강도로 보인다 (8). 초기 아급성기에는 메트헤모글로빈이 혈종의 가장자리부터 생기기 시작하여 T1 강조영상에서 고신호강도를 보이고, T2 강조영상에서 세포내 메트헤모글로빈으로 인해 저신호강도를 보인다. 후기 아급성기에는 부종은 점점 감소하고 혈종 주변에 염증반응이 발생하므로 조영증강시 테두리 증강 소견을 보이고, 적혈구의 용혈이 일어나기 시작하여 T1 강조영상에서 메트헤모글로빈 때문에 고신호 강도를 보이며, T2 강조영상에서는 세포의 메트헤모글로빈에 의해 고신호강도로 보인다. 만성기에는 혈종 주변에 반응성 성상세포증식이 동반되고, 시간이 경과할수록 혈종이 헤모시테인과 페리틴을 함유한 대식세포와 혈관증식성 섬유질로 대체되어, 주변부는 T1 강조영상과 T2 강조영상에서 모두 저신호강도로 보이고, 내부는 뇌척수액과 같은 액체 신호를 보인다 (6, 7).

EPI 방법은 자기공명영상 중 영상 획득 시간이 가장 짧은 gradient echo 방법으로서, 이를 이용하면 분자의 움직임에 민감한 탈위상대조(dephasing contrast)를 척도(parameter)로 하는 확산강조영상을 얻을 수 있으며, 확산강조영상은 조직내의 물분자의 미세운동인 확산의 정도나 방향등의 특성의 차이를 영상화할 수 있다 (9, 10, 11). 조직내 물분자의 확산 방향과 정도는 매질의 점도, 확산장애물의 분포와 투과성, 미세혈관내의 혈류나 세포막의 물의 능동이동 등의 다양하고 복잡한 요인들에 의해서 영향을 받는다. 거대분자나 세포막내에 존재하는 물분자나

수소원자는 상대적으로 확산에 제한을 받고 극히 짧은 T2 이완 시간을 갖고 있으며, 생체내 물은 약 70% 정도는 세포밖 공간에 위치하고 30% 정도만이 세포내에 있어서 물의 확산운동은 주로 세포밖 공간에서 일어나게 되므로, 확산강조영상의 신호에 영향을 끼치는 수소원자는 간질에 포함된 물분자이다 (10). 급성 뇌경색의 경우 신경세포막의 ATP 합성 감소로 Na⁺/K⁺ 펌프의 기능이 상실되어 세포외 물이 세포내로 유입되는 세포독성 부종이 발생한다. 따라서 조직내의 전반적인 물 분자의 확산이 감소하여, 확산강조영상에서 주변 정상 뇌실질에 비해서 매우 높은 신호강도를 보이게 된다 (11). 확산강조영상은 현재 주로 뇌 영상에 이용되는데, 기존의 자기공명영상으로는 진단에 어려움이 있는 초급성기 경색을 조기에 진단 가능하게 하며, 고신호 강도를 보이는 급성 경색과 등신호 또는 저신호강도를 보이는 아급성 및 만성 경색의 감별에도 유용하다 (1-3, 12, 13). 그 외에도 확산강조영상은 농양, 일부 종양등의 특징 관찰에도 유용함이 알려져 있으며, 표피양 종양과 지주막 낭종의 감별에 유용하고 (14), 축외 뇌종양(extraaxial brain tumor)의 감별, 재발성 종양과 방사선 조사에 의한 손상의 구분에도 이용된다 (15). 그리고 EPI 방법은 자화율(susceptibility)을 강조하므로 아주 작은 출혈의 경우도 스핀 에코 T2 강조영상보다 민감하게 발견할 수 있으며 (16), 뇌 이외에 늑내장 같은 안구의 액체 순환의 장애나 맥락막의 혈액 순환 관찰이나, 신장의 수분 교류와 관류의 관찰에도 이용되고 있다 (9).

Ebisu 등 (4)은 3일 이내의 급성기 혈종은 적혈구의 농축, 섬유소 응괴의 형성 등에 의한 혈종의 고점도와 세포독성 부종에 의해 물분자의 확산이 저하되어 확산강조영상에서 고신호강도를 보이고, 만성기에는 염증세포의 침윤과 혈종의 높은 점도 때문에 고신호강도를 보일 것으로 생각하였다. 본 연구의 초급성기 혈종의 중심부가 high 신호를 보인 것은 역시 농축된 혈종의 고점도와 세포독성 부종에 의해 확산이 저하된 때문으로 생각되며, 주변부의 dark 신호는 데옥시헤모글로빈의 자화율 효과에 의한 것으로 생각된다. 급성기 혈종은 적혈구 농축과 섬유소 응괴형성이 더 진행되어 확산이 저하되어 신호가 증가될 수 있을 것 같으나, 본 연구에서 중심부가 dark 신호를 보인 것은 혈종의 헤모글로빈이 데옥시헤모글로빈으로 변하여 자화율 효과가 더 강조되었기 때문으로 생각된다. 주변부는 적혈구의 농축과 섬유소 응괴로 인한 확산 저하 효과에 의해 high-bright 신호를 보이는 것으로 생각된다. 아급성기 혈종의 중심부는 용혈이 진행되어 세포의 메트헤모글로빈 단계가 되어 자화율 효과가 소실되므로 high-bright 신호가 나타나고, 주변부는 파괴된 적혈구의 헤모시테인에 의한 자화율 효과에 의해 얇은 띠모양의 dark 신호를 보인 것으로 생각된다. 만성기에는 아직 세포의 메트헤모글로빈으로 인하여 확산강조영상에서 bright 신호를 보이며, 주변부는 헤모시테인과 페리틴에 의한 자화율 효과 때문에 dark 신호가 더 두껍게 보인 것으로 생각된다.

T1 강조영상에서 초급성기 혈종은 중심부 등신호강도와 주변부에 약간 낮은 신호강도를 보이고, T2 강조영상에서는 중심부

박창숙 외

고신호강도와 주변부 low-dark 신호를 보였다. 급성기에는 T1 강조영상에서 중심부와 주변부의 구분이 되지 않고 등신호강도나 약간 낮은 신호강도를 보이고, 후기에는 주변부의 high 신호가 시작되었으며, T2강조영상에서 중심부는 iso-dark 신호를 보이고, 주변부는 dark-high-bright 신호를 보였다. 아급성기 혈종은 T1강조영상에서 혈종의 중심부는 low-iso 신호, 주변부는 high-bright 신호를 보였으며, T2강조영상에서는 중심부 bright 신호와 주변부 low-dark 신호를 보였다. 만성기의 혈종은 아급성기와 유사한 신호 양상을 보였으며, T1강조영상에서는 중심부로 high 신호가 더 진행되었고, T2강조영상에서 주변부의 dark 신호가 더 증가되어 보였다 (Table 1). 본 연구에서는 전형적인 큰 혈종을 대상으로 하였으므로 T1 및 T2강조영상에서 만성기에도 아급성기의 신호 양상과 유사하게 느린 신호변화를 보인 것으로 생각된다. T2강조영상의 신호양상은 확산강조영상의 신호 양상과 시기별로 거의 일치하였으나, 확산강조영상이 더 빨리, 더 현저한 신호 변화를 보였다. T1강조영상의 신호양상은 시기에 따라 독특하였으며, 확산강조영상이나 T2 강조영상에 비해 신호 변화가 느리게 진행하였다. 본 연구에서 중심부와 주변부로 나누어 신호양상을 관찰하였으나 이들의 경계가 분명하지 않은 경우도 있었고, 두께도 다양하였으나 이들을 더 자세히 구별하지는 않았으며, 혈종의 크기가 작은 경우는 특별히 중심부와 주변부를 구별할 수 없기도 하며, 대개 불균일한 bright와 dark 신호가 섞여있는 소견을 보였다. 확산강조영상과 T2 및 T1강조영상의 주변부 신호는 위치나 모양, 두께가 동일하지 않아서 주변부 신호 변화 기전을 정확히 이해할 수는 없었으며, 다양한 영상 척도가 복잡하게 신호 표현에 기여하였기 때문으로 생각된다. 확산강조영상에서 중심부나 주변부의 저신호는 단순한 경색에는 관찰되지 않는 특이한 소견으로써, 특히 초급성기의 경색과 출혈은 여러 펄스열에서 구별이 곤란한 경우가 있으나, 이 시기의 주변부 dark 신호는 출혈에 의한 소견임을 시사하는 중요한 소견이다. 기존의 T1, T2강조영상 등 많은 펄스열 외에 확산강조영상을 추가하는 것이 시간적, 경제적으로 부담스럽다는 의견들이 있었으나, 확산강조 영상방법은 자기공명영상 장치에 이미 보편적으로 부가된 기능이며, 짧은 스캔 시간으로 인해 쉽게 이용 가능하며, 출혈과 연관된 질환 중에서 초기 경색에 소량의 점상 출혈이 동반되어 T1, T2강조영상에서 전형적인 출혈 소견을 보이지 않거나, 뇌경색과 출혈이 여러번 발생한 경우, 환자의 움직임에 의한 인공물이 심해 작은 출혈을 관찰하기 곤란한 경우, 뇌의 정맥동 혈전의 발견과 치료방침 결정 등에 도움을 줄 것으로 생각된다. 초급성기와 급성기의 신호 변화는 빠르게 진행하지만, 아급성기와 만성기는 서서히 지속적으로 신호 변화가 진행되어, 최종적으로 혈종은 확산강조영상에서 전체가 dark 신호로 변하고, T2강조영상에서는 내부에 bright, 주변부에 dark 신호를 보이며, T1강조영상에서는 전체가 low 신호로 변하나, 해당 펄스 열마다 신호 변화 시기가 다르며, 그 시기는 주변부 혈류나 혈종의 크기 등에 따라서 1년 이상이 걸리기도 하여, 정확하게 병리학적인 시간 분류(chronological time)와는 일치하지

않는다. 본 연구에서 67일 이상 된 혈종은 출혈 시기가 분명하지 않아서 연구 대상에 포함하지 않았으므로 추후 이후의 신호변화에 대한 관찰이 필요할 것이다.

결 론

뇌실질내 혈종은 확산강조영상에서 각 시기별로 중심부와 주변부가 특징적인 신호 변화를 보였으며, 전체적으로 혈종 내부는 초급성기에 high, 급성기에는 dark, 이후에는 high-bright 신호를 보이고, 주변부는 급성기의 high-bright 외에는 전 기간 dark 신호를 보였으며, 이 소견은 T2강조영상에서의 신호변화 양상과 유사하나 T2강조영상에 비해 빠르고 현저하게 변하였다.

참 고 문 헌

1. Moseley ME, Kucharczyk J, Mintorovitch J, et al. Diffusion-weighted MR imaging of acute stroke: correlation with T2-weighted and magnetic susceptibility-enhanced MR imaging in cats. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990;11:423-429
2. Sevick RJ, Kanda F, Mintorovitch J, et al. Cytotoxic edema: assessment with diffusion-weighted MR imaging. *Radiology* 1992;185:687-690
3. Chien D, Kwong KK, Gress DR, Buonanno FS, Buxton RB, Rosen BR. MR diffusion imaging of cerebral infarction in humans. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:1097-1102
4. Ebisu T, Tanaka C, Umeda M, et al. Hemorrhagic and non-hemorrhagic stroke: diagnosis with diffusion-weighted and T2-weighted echo-planar imaging. *Radiology* 1997;203:823-828
5. Poustchi-Amin M, Mirowitz SA, Brown JJ, McKinstry RC, Li T. Principles and applications of echo-planar imaging: a review for the general radiologist. *Radiographics* 2001;21:767-779
6. Boyer RS. Intracranial hemorrhage. In: Osborn AG. *Diagnostic neuroradiology* 1st ed. St Louis: Mosby-Year Book, 1994;154-173
7. Bradley WG. MR appearance of hemorrhage in the brain. *Radiology* 1993;189:15-26
8. Atlas SW, Thulborn KR. MR detection of hyperacute parenchymal hemorrhage of the brain. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998;19:1471-1477
9. Bihan DL, Turner R, Douek P, Patronas N. Diffusion MR imaging: clinical applications. *AJR Am J Roentgenol* 1992;159:591-599
10. 신성욱, 나동규, 변홍식, 변용선 등. 두개강내 종양의 확산 자기공명영상. *대한방사선의학회지* 2000;43:387-394
11. 김영준, 장기현, 송인찬, 김홍대 등. 다양한 두개강내 질환의 확산강조 자기공명영상: 임상적 유용성. *대한자기공명의과학회지* 1998;2:104-112
12. Matsumoto K, Lo EH, Piore AR, Wei H, Garrido L, Kowell NW. Role of vasogenic edema and tissue cavitation in ischemic evolution on diffusion-weighted imaging: comparison with multiplanar MR and immunohistochemistry. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995;16:1107-1115
13. Marks MP, Crespigny A, Lentz D, Enzmann DR, Albers GW,

- Moseley ME. Acute and chronic stroke: navigated spin-echo diffusion-weighted MR imaging. *Radiology* 1996;199:403-408
14. Tsuruda JS, Chew WM, Moseley ME, Norman D. Diffusion-weighted MR imaging of the brain: value of differentiating between extraaxial cysts and epidermoid tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990;11:925-931
15. Kim YJ, Chang KH, Song IC, Kim HD, et al. Brain abscess and necrotic or cystic brain tumor: discrimination with signal intensity on diffusion-weighted MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1998;171:1487-1490
16. Liu HM, Wang YH, Chen YF, Huang KM. Hemorrhage on diffusion images. *AOCNHNR 2001 Seoul, program & abstract book* 2001:118-119

J. Korean Soc. Magn. Reson. Med. 6:21-27(2002)

Diffusion-weighted MR imaging findings of intracerebral hematoma

Chang-Suk Park¹, Sun-Seob Choi¹, Jong Young Oh¹, Byeong Ho Park¹,
Ki-Uk Kim², Jae Woo Kim³, Kyung Jin Nam¹, Young-Il Lee¹

¹*Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Dong-A University*

²*Department of Neurosurgery, College of Medicine, Dong-A University*

³*Department of Neurology, College of Medicine, Dong-A University*

Purpose : To evaluate diffusion-weighted imaging findings of intracerebral hematoma according to the time sequence.

Materials and methods : Seventeen patients with intracerebral hematoma were studied. Diffusion weighted images using 1.5 tesla MRI machine were obtained with b-value of 1000 sec/mm². The patients were grouped as hyperacute stage (within 12 hours, 5 patients), acute stage (within 3 days, 4 patients), subacute stage (within 3 weeks, 4 patients), and chronic stage (after 3 weeks, 4 patients). The signal intensities were analysed as bright, high, iso, low and dark at the central and peripheral portions of the hematoma in each stage, and compared with those of T2 and T1 weighted images.

Results : The signal intensities of the central and peripheral portion of the intracerebral hematoma on diffusion-weighted images were high and dark in hyperacute stage, dark and high-bright in acute stage, and high-bright and dark in subacute and chronic stages. The patterns of signal change of hematoma on diffusion-weighted image according to the time sequence were similar to those on T2-weighted image, but changed early and prominently.

Conclusion : The intracerebral hematoma on diffusion-weighted image showed unique central and peripheral signal intensity according to the time sequence. Central portions show high to bright signals in hyperacute, subacute and chronic stage, and dark signal in acute stage, and peripheral portions show dark signals in hyperacute, subacute and chronic stage, and high to bright signal in acute stage.

Index words : Brain, hematoma
Brain, MR studies
Hemorrhage, MR studies

Address reprint requests to : Sun-Seob Choi, M.D., Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Dong-A University, 1, 3-Ga, Dongdaesin-Dong, Seo-Gu, Busan 602-103, Korea.
Tel. 82-51-240-5368 Fax. 82-51-253-4931 E-mail : sschoi@damc.or.kr