

급성 뇌경색 진단을 위한 CT관류영상과 MR확산영상의 비교

김선희*, 은성종**, 임채평***

마산대학교 방사선과*, 한려대학교 방사선학과**, 광양보건대학 방사선과***

The functional imaging to Diagnose Acute Cerebral infarction Comparing between CT Perfusion and MR Diffusion Imaging

Seonhee Kim*, Sungjong Eun**, Chaepyeong Rim***

Dept. of Radiology, Masan University*, Hanlyo University**, Gwangyang Health college***

요약

급성 뇌졸중의 경우 빠른 시간 내의 진단과 치료가 예후에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 초급성기 뇌경색 환자에서 관류CT와 확산강조MRI의 영상을 비교하여 허혈 부위와 경색부위에 나타나는 차이점을 알아보려고 하였다. 뇌관류 CT와 확산강조 자기공명영상(diffusion weighted MR imaging, DW-MRI)을 시행한 12명의 급성뇌경색 환자를 대상으로 병변부위와 정상부위에서 각각의 CBF, CBV, MTT, TTP지도와 DW-MRI의 신호강도 값을 비교하고, 관류CT와 DW-MRI에서 병변의 크기 비교를 해보았다. CBF, CBV, MTT, TTP는 모두 관류결손을 보였고, 관류 결손이 인지되는 부위에서 MTT와 TTP시간의 현저한 지연이 있었다. 뿐만 아니라, MTT와 TTP 지도의 결손부위 면적은 DW-MRI 보다 크게 나타나 허혈성 반음영을 추측할 수 있었고, 일부 DW-MRI에서 경색부위를 나타내지 못하는 경우도 있었다. 결론적으로 관류 CT의 지도를 이용하면 뇌경색의 조기 진단뿐만 아니라 허혈 중심부, 그리고 허혈성 반음영을 예측하여 관류결손 부위의 혈류 역학적 상태를 평가 할 수 있어 보다 효과적인 치료계획을 세울 수 있다.

중심단어: 급성뇌경색, 관류, 확산

Abstract

It is very important for early diagnosis and therapy with ischemic cerebral infarction patients.

This study was to know the ischemic penumbra lesion which compared CT-perfusion and diffusion weighted MRI(DWMRI) with acute cerebral infarction patients. 12 acute cerebral infarction patients had performed perfusion CT and performed DWMRI. Perfusion images including cerebral blood volume(CBV), cerebral blood flow(CBF), time to peak(TTP) and mean transit time(MTT) maps obtained the values with defect lesion and contralateral normal cerebral hemisphere and DWMRI was measured by signal intensity and compared of lesion size between each perfusion map.

All perfusion CT maps showed the perfusion defect lesions in all patients. There were remarkable TTP and MTT delay in perfusion defect lesions. The lesions on CBF map was the most closely correlated with the lesions on DWMRI. The size of perfusion defect lesions on TTP and MTT map was larger than that of lesions on DWMRI, suggesting that MTT map can evaluate the ischemic penumbra. Perfusion CT maps make it

possible to evaluate not only ischemic core and ischemic penumbra, but also hemodynamic status in the perfusion defect area. These results demonstrate that perfusion CT can be useful to the diagnosis and treatment in the patients with acute cerebral ischemic infarction.

Key words: acute cerebral infarction, perfusion, diffusion

I. 서 론

뇌졸중은 우리나라 50대 이상 인구 사망 원인 중 악성 신생물 다음으로 높은 비율을 차지하는 질환으로 이환 후 높은 사망률뿐만 아니라 여생동안 심각한 후유증을 남기는 질환이다^[1]. 뇌졸중 중 허혈성뇌경색은 죽상 동맥경화증, 혈전증, 열공성 경색증, 색전증, 고혈압성 뇌출혈, 뇌동맥류 와 뇌동정맥기형 등의 원인으로 혈관이 좁아지거나 폐색된 경우 또는 다른 원인에 의한 뇌 관류 저하에 의해 뇌 조직이 손상되는 병변이다^[2].

허혈성뇌경색을 진단할 수 있는 도구로는 CT(Computed tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging), SPECT(Single Photon Emmission Computed Tomography), PET(Positive Emmission Tomography) 등이 있다. MRI의 경우는 방사선을 이용하지 않기 때문에 피폭은 없으나 CT에 비해 더 긴 영상획득 시간을 요하고 상태가 좋지 않은 환자의 경우는 scan에 제약을 받는다. 그러나 확산강조MRI(Diffusion-Weighted MRI, DW-MRI)의 경우는 비교적 빠르고 정확하게 뇌경색부위를 영상화할 수 있는 기법으로 현재 뇌경색을 진단하는 초기도구로 가장 많이 이용되고 있다.

최근에는 MDCT(Multi Detector Computed tomography) 가 보급되면서 빠른 시간 내에 다단면 전산화단층 촬영기술을 이용하여 시간 흐름에 따른 역동적 혈류의 변화를 추적할 수 있는 관류(perfusion)CT 기법이 새로운 진단기법으로 각광받고 있다^[3]. 신속한 촬영과정 및 영상 후 처리 과정을 통해 뇌혈류량 cerebral blood flow,CBF, 뇌혈액량 cerebral blood volume,CBV, 조영제 평균통과시간 mean transit time,MTT, 조영제 최고 농도 도달시간 time to peak, TTP등을 정량화 할 수 있게 됨에 따라 관류 CT(Perfusion CT)가 치료 방침에 중요한 역할을 시작했다^[4-6].

일반적으로 뇌경색이 발생한 경우 길게는 24시간 정도 CT상은 정상으로 보일 수 있지만 경색이 진행되면서 부종이 발생하며 낮은 음영의 병변이 보이게 된다. 따라서 초기 경색의 CT소견을 알기는 많은 주의가 필요하다. 관류 CT는 조영제를 주입한 다음 고속으로 촬영된 단면 영상을 통해 시간에 따른 영상 밀도의 변화를 계측하여 관류영상의 정보를 얻을 수 있게 되었다.

확산강조MRI(Diffusion Weighted MRI:DW-MRI)는 뇌경색 발생 후 수 분 내에 뇌 허혈손상의 영역을 확인할 수 있다. 확산의 특성 때문에 DW-MRI은 급성허혈(acute ischemia)과 만성뇌경색(chronic infarction)을 구분하고 뇌졸중의 진행단계화 치유과정을 관측하는데 널리 이용되고 있다^[7].

Ashok^[8]등은 급성만구 뇌졸중에서 비정상영역은 MTT지도가 가장 민감하다고 하였고, Mayer^[9]등은 급성뇌경색환자에서 CBF의 경우 뇌경색의 범위정도를 93%의 민감도와 98%의 특이도를 예측할 수 있다고 보고 하였다.

1995년 Hacke^[10]등과 1997년 von Kummer^[11]등은 6시간 이내에 정맥 내 rt-PA(recombinant tissue plasminogen activator)를 투여한 환자 중 초기 CT에서 중대뇌동맥영역의 33%이하에서 저음영이 관찰되었던 환자는 예후가 좋았으나, 그 이상에서 저음영이 보였던 환자는 치명적인 뇌출혈의 위험이 있다고 하였다. 따라서 급성기 허혈성 뇌졸중의 치료에 있어서 허혈상태에 놓여 있는 뇌조직의 혈역학적 정보를 조기에 얻는 것이 매우 중요하다. 김준태^[12]등은 관류CT와 DW-MRI에서 병변의 차이를 통해 내원 시 보인 관류결손이 가역적인 허혈부위를 포함한다고 알 수 있었고, 실제 경색된 관류결손부위와 주변의 관류결손 부위의 값도 두드러진 차이를 보인다고 했다.

지금까지의 문헌이나 선행연구들을 살펴보면 허혈성뇌경색의 영상의학적 진단의 목적은 뇌경색부위의

빠른 진단과 함께 허혈성 뇌경색부위를 인지하여 불가역적 손상을 막는 것이 중요한 진단의 목표가 되고 있다. 본 연구에서는 뇌경색환자를 대상으로 관류CT 기법 중 CBF, CBV, MTT, TTP등의 지도와 확산MRI의 뇌경색부위 면적과 신호강도 등을 비교하여 뇌경색부위의 진단과 허혈성반응영부위의 진단 민감성을 알아 보는데 그 목적이 있다.

II. 연구대상 및 방법

1. 대상

2010년 5월부터 2010년 10월까지 경상대학교병원 응급실에 내원한 환자 중 허혈성 뇌경색 증상을 주 증상으로 하며 관류CT상에 이상 소견을 보인 환자 31명을 1차 대상으로 하였다. 이 중 뇌출혈 병변이 보이는 경우와 과거 뇌경색 소견을 보인 환자를 제외하고, 24시간 이내 DW-MRI를 시행한 12명을 최종 대상으로 하였다. 이들은 모두 증상 발현 후 6시간 이내에 관류CT 시행하였다.

2. 실험방법

1) CT

CT기기는 Light Speed VCT(GE Medical systems, Milwaukee, U.S.A)이용하여 관류CT를 시행하였다.

관류CT영상의 경우 중대뇌동맥이 가장 잘 나타나는 기저핵부위와 위아래 2cm씩 하여 total 4cm를 5mm 간격으로 잘라서 8slice얻었다. 조영제 주입 7초 후부터 촬영하여 각 단면 당 25번 scan을 하여 총 200개slice 영상을 얻었으며, 총 영상획득시간은 55.2초였다. 관류CT에서 얻어진 영상들은 AW 4.0 Workstation(GE Medical systems, Milwaukee, U.S.A)으로 전송하여 내장되어 있는 소프트웨어를 사용하여 관류CT 영상지도를 만들었다. 영상지도를 바탕으로 소프트웨어의 계산을 거쳐 CBF, CBV, MTT, TTP지도를 얻었다.

2) DW-MRI

MRI는 1.5T 초전도형 MR기기(Magnetom Sonata,

Siemens, Erlangen, Germany)와 두부코일을 이용하였다. DW-MRI는 초고속영상획득 펄스 시퀀스인 EPI(Echo Planner Image)기법을 이용하여 x,y,z 셋방향으로 가한 후에 등방성 영상을 얻었다. 영상지표는 TR/TE를 3500/93msec, matrix 256×256, b값 1000sec/mm², 절편두께 5mm, 간격 2mm로 하였다.

획득된 DW-MR영상을 image J 프로그램(NIN, USA)에서 비정상부위와 정상부위에 직경10mm로 하여 평균 신호강도 값을 얻어 비교해 보았다

3) DW-MR영상과 관류CT지도의 병변크기 및 신호강도 비교

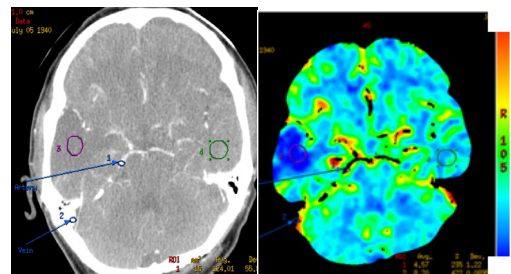
Image J 프로그램에서 DW-MRI와 관류CT영상에서 병변부위의 크기를 측정해 보았다. 이때 두 영상은 width pixel수:639, height pixel수:474로 일치시킨 후 면적을 측정하였다. 관류CT 후 24시간 이내로 DW-MRI를 시행한 환자를 대상으로 두 영상의 병변부위의 크기와 신호강도(signal intensity)를 비교하였다.

III. 결과

1. Patients information

증상 발현 후 관류CT촬영까지 소요된 시간은 35분에서 6.30시간까지였고, 평균 2.44시간이었다. 그 중 남성이 7명이었으며, 여성이 5명이었고, 환자의 연령은 48세부터 92세까지, 평균 71.9세였다.

2. CT-Perfusion



(a) source image of CT

(b) CBF

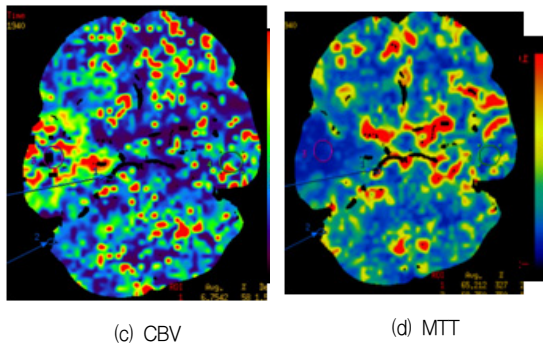


Fig. 1. These pictures showed CT perfusion maps (a) source image with ROI at artery and vein, (b) cerebral blood flow, (c) cerebral blood volume, (d) mean transit time

각각의 perfusion지도의 측정값은 table 1과 같았다 (Table 1). 각 지도의 병변부위와 정상측 부위의 측정값을 비교한 결과이다.

CBV의 정상부위의 평균값은 $17.5 \pm 5.5 \text{ mL}/100\text{g}/\text{min}$ 이며, 경색부위의 평균값이 $7.6 \pm 4.2 \text{ mL}/100\text{g}/\text{min}$ 였다.

Table 1. Perfusion value between infarcted area and normal area

NO	CBF(ml/100g/m in)		CBV(ml/100g)		MTT(sec)		TTTP(sec)	
	N.A	I.A	N.A	I.A	N.A	I.A	N.A	I.A
1	8.6	2.2	1.4	0.7	15.5	22.5	29.3	34.6
2	14.7	11.0	2.1	3.4	10.4	21.0	22.5	27.4
3	19	11.9	1.7	1.6	8.0	16.0	30.4	31.0
4	11.2	9.9	1.3	1.6	10.8	11.0	28.5	29.5
5	26.4	7.4	1.9	2.5	5.9	22.7	21.6	36.0
6	21.0	9.0	3.0	2.2	10.6	15.6	27.1	30.0
7	18.8	3.5	1.6	1.0	15.3	24.8	30.0	38.0
8	23.7	7.3	1.7	2.4	11.9	24.0	21.4	32.0
9	21.8	1.1	1.4	0.5	7.5	28.4	25.3	36.8
10	8.6	4.7	0.8	0.9	6.0	16.2	25.4	35.2
11	18.0	16.1	1.5	2.7	9.1	10.9	21.1	21.1
12	18.4	7.2	2.0	1.3	7.7	12.3	25.5	33.2
mean	17.5	7.6	1.7	1.7	9.9	18.8	25.7	32.1
SD	5.5	4.2	0.5	0.9	3.1	5.6	3.3	4.5

N.A: normal area, IA: infarcted area

CBV의 정상부위의 평균값은 $17 \pm 0.5 \text{ mL}/100\text{g}$ 이며, 경색부위의 평균값이 $17 \pm 0.9 \text{ mL}/100\text{g}$ 였다.

MTT의 정상부위의 평균값은 $9.9 \pm 3.1 \text{ sec}$ 이며, 경색부위의 평균값이 $18.8 \pm 5.6 \text{ sec}$ 였다.

TTP의 정상부위의 평균값은 $25.7 \pm 3.3 \text{ sec}$ 이며, 경색부위의 평균값이 $32.1 \pm 4.5 \text{ sec}$ 였다 (Table 2).

3. DW-MRI

12명 환자의 DW-MRI 신호 값들은 정상부위의 평균 신호강도는 94.7 ± 26.0 이고, 비정상부위의 평균 신호강도값은 140.6 ± 34.0 이었다 (Fig. 2, Table 2).

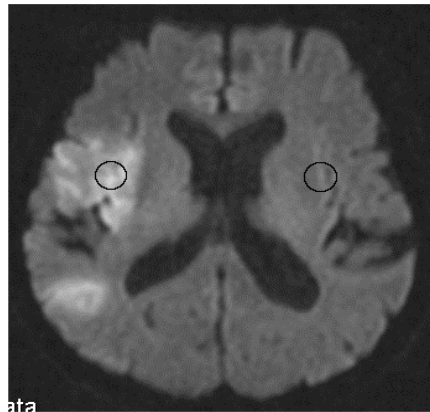


Fig. 2. Measurement of signal intensity with image J program

Table 2. DW-MRI graye value from normal and abnormal side.

patient	normal	abnormal (SI)
1	96.9	169.1
2	101.5	145.2
3	114.2	151.3
4	118.0	118.0
5	92.2	188.0
6	103.3	158.7
7	33.3	65.4
8	115.3	169.5
9	81.8	165.3
10	85.5	93.8
11	59.6	109.5
12	134.6	153.4
mean	94.7	140.6
SD	26.3	34.7

*SI: Signal intensity

4. 관류CT와DW-MRI영상에서병변의크기비교

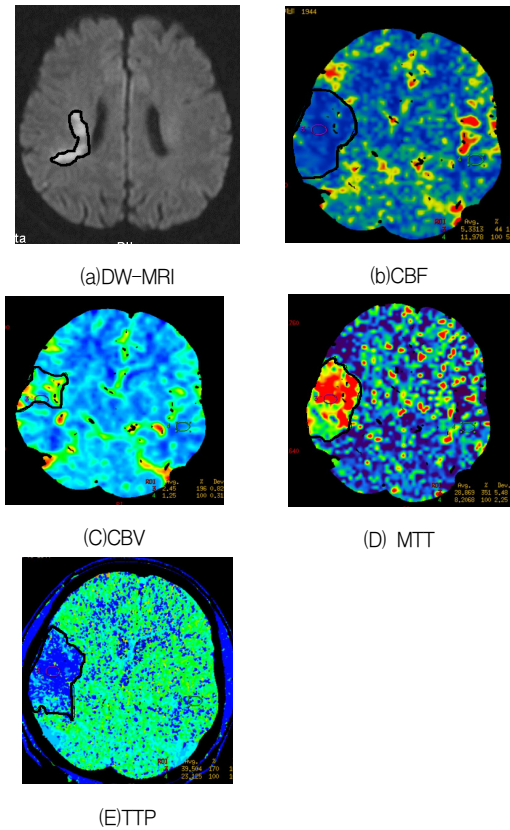


Fig3. measured lesion size using image j program

Table 3. Area of lesion which is aquaired with image J

patient	CBF	CBV	MTT	TTP	DWMRI
1	5549	4008	9436	14682	4221
2	7569	12903	16702	13992	2054
3	3139	4676	5195	8380	895
4	X	X	10427	5018	X
5	8009	X	8133	14257	12789
6	8090	X	14164	6827	3572
7	20140	11689	27429	33463	25631
8	10012	4245	9362	9073	2025
9	9479	5088	8728	10572	8439
10	16760	10759	13244	16503	12862
11	10489	8782	16825	16687	X
12	4632	X	5675	20155	X

Table 4. Infarction size of methods of perfusion CT Maps compared with DW-MRI

	CBF	CBV	MTT	TTP(%)
Lager	9 (75)	4(33.3)	11(91.7)	12(100)
Same	1(8,3)	1 (8.3)	0	0
Smaller	2(16.7)	4(33.3)	1(8.3)	0
Total	12	9	12	12

Table 3에서 DW-MR영상과 관류CT영상을 비교했다. 영상이 가장 작게 나타난 경우가 DW-MR영상 7에 나타났고, CBV가 4에 나타났으며, CBF지도는 1에 가장 작게 측정되었다.(Fig. 3, Table 3).

관류CT의 네 가지 지도와 DW-MR영상의 병변 면적 비교에서 CBF는 12예 중에 9(75%)예가 DW-MRI보다 크게 나타났고, 1(8.3%)예가 같게, 2(16.7%)예가 작게 나타났다. CBV는 4(33.3%)예가 크게 나타났고, 1(8.3%)예가 같게, 4(33.3%)예가 작게 나타났다. MTT는 11(91.7%)예가 크게 나타났고, 1(8.3%)예가 작게 나타났으며, TTP는 12(100%)예가 크게 나타났다(Table 4).

IV. 고찰

관류CT는 고식적 CT를 먼저 시행한 후 출혈여부를 판단한 후 바로 시행할 수 있으며 검사시간이 적게 걸리고 검사를 위해 CT 외에 특별한 장치가 필요하지 않는 장점이 있다^[13]. 관류CT검사는 동일한 뇌 단면을 조영제 주입하기 전과 그 이후에 짧은 시간동안 연속적으로 스캔하여 동적영상 데이터는 물론 시간경과에 따라 영상강도의 변화 정보를 얻어 관심구역의 시간에 따른 조영증강 곡선을 얻을 수 있다. 얻어진 데이터는 후처리 소프트웨어를 이용하여 CBF(Cerebral Blood Flow), CBV(Cerebral Blood Volume), MTT(Mean Transit Time), 그리고 TTP(Time to Peak)에 대한 정확한 평가를 할 수 있게 되었다^{[4]-[8],[14]-[16]}.

본 연구에서 대상 환자의 관류CT에서는 관류결손 부위는 중대뇌동맥 영역 전반에 걸쳐 있지만, DW-MRI는 중대뇌 동맥영역의 일부에 국한되어 있는 경우에 해당한다. 서로 비교하여 일치하는 부분은 경색이 된 부위 (infarcted area), 일치하지 않는 부분은 경색이 되지 않은 부위, 즉 가역적인 허혈부위(reversible

ischemic area)로 볼 수 있다. 허혈 중심부 주위에 뇌혈류는 감소되었으나 아직 생존하는 조직부위를 허혈성 반음영(ischemic penumbra)라고 한다^{[9],[17]-[21]}.

Koenig.M^[22] 등과 Mayer.T.E^[9] 등의 연구에서 CBF 지도는 관류결손을 직접적으로 반영함으로써 뇌경색의 범위를 예측할 수 있는 믿을 수 있는 방법으로 알려져 있다고 하였는데^[21], DW-MRI의 병변 면적 보다 크게 나타난 이유는 일치하지 않는 부위가 허혈 반음영을 나타내거나, CBF지도의 민감함에 의한 것으로 생각된다고 했다^{[14],[9],[21],[22]}. 본 연구 Fig.3에서 DW-MRI영상 크기의 경색부위를 제외한 나머지부분의 관류CT는 허혈 부위의 반음영으로 추정할 수 있다. Nabavi^[23] 등의 연구에서는 CT관류 지도와 허혈조직의 위치 간에 밀접한 연관성이 있음을 보여주었으며, CBF지도가 허혈성 병변과 잘 연관될 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 12예의 관류CT에서 병변부위를 관찰하였고, 이를 DW-MRI영상 12예와 비교한 것이다. 1예는 DW-MRI의 병변 면적에 가까웠고, 2예가 작게 나타났으며, 9예는 크게 나타남으로서 관류결손을 직접적으로 반영한다고 할 수 있다. CBF는 평균 7.6mL/100g/min으로 나왔다. 그리고 신호강도 값을 비교해 본 결과 경색부위 주변은 경색부위와 정상부위 사이에 위치했다. CBF지도가 허혈성 병변과 잘 연관된다고 할 수 있으며 이런 결과는 김준태 등의^[12] 기존 연구 결과와 일치한다고 볼 수 있다.

CBV는 Mayer.T.E^[9] 등의 연구에서 CBV지도는 관류결손에 의한 혈용적의 감소부위를 반영하나 관류결손의 심한 정도와 자동보상조절기전에 의해 영향을 받으므로 그 범위가 크거나 작게 나타날 수 있고 했다^{[5],[6]}. 또한 CBV지도는 측부 혈류량을 아주 잘 반영하며, 최종 뇌경색크기와 일치율이 상당히 높은 것으로 알려져 있다고 보고한 바도 있다^[24].

본 연구에서는 CBV는 1예는 DW-MRI의 병변 면적에 가까웠고, 4예는 DW-MRI의 병변 면적보다 작게, 4예는 DW-MRI의 병변 면적보다 크게 나타났지만, 나머지 3예는 병변부위와 정상부위의 지도경계가 불분명하여, 면적을 비교하기에는 어려움이 있었다. 그러나 CBV지도의 경색부위의 크기는 CBF, MTT, TTP의 면적보단 작게 나타난 예가 많았다. 그리고 CBV는 경

색주위와 정상부위의 신호강도 값이 큰 차이가 나지 않았고, 이 두 부위는 경색부위의 값과의 차이를 보였다. 따라서 허혈성부위 보단 경색부위를 잘 반영한다고 생각된다.

Barber^[25] 등의 연구에서는 MTT지도는 관류 결손 크기와 거의 일치하여 CBV 지도의 관류결손이 보인다면 그 부위는 유의한 측부 혈류량이 없고 모두 최종 경색임을 예측할 수 있다고 하였다. 반대로 MTT지도에서의 관류결손 부위가 CBV 지도에서 관류가 정상 또는 오히려 증가된 것으로 나타난다면 그것은 측부 혈류량이 잘 발달되어 있다는 것을 의미하며, 때로는 이미 재개통된 경우에도 볼 수 있다고 했다^{[14],[26]}. 또한 최준호^[26] 등에 따르면 MTT지도는 다른 지도에 비해 가장 넓은 면적의 관류결손 범위를 나타내어 최대 관류 장애의 부위 즉 허혈중심부를 포함한 허혈 반음영까지 반영한다고 보고되고 있다^{[14],[27]}. 또한 MTT는 매우 예민하게 비정상 관류를 보여주고 있어 허혈조직을 민감하게 찾을 수 있다. 또한 MTT지도의 특성상 관류 이상 영역을 명확하게 보여주기 때문에 객관성이 높기 때문에 임상에서 폭 넓게 사용되고 있다^[28].

본 연구의 12예 중 11예가 DW-MRI의 병변 면적보다 크게, 1예가 DW-MRI의 병변 면적보다 작게 나타났다. 정상부위와 비정상부위의 평균통과시간차가 9.2초로 비정상부위가 지연되었다. MTT의 병변부위, 주위부와 반대편 정상측 신호강도 값을 비교에서 병변부위가 가장 높게, 가장 낮은 값이 정상부위로 나타났고, 주변부위가 가운데 위치했다. 따라서 DW-MRI 보다 크게 나타난 부위에서 DW-MRI 크기를 제외한 나머지 부분은 허혈부위로 볼 수 있다. 즉 MTT는 허혈 반음영을 나타내는데 DW-MRI 나 CBV, CBF 보다 더 민감하다고 생각된다.

Mayer^[9] 등에 따르면 TTP지도는 관류지연이 있는 부위를 나타내고 뇌혈류 장애가 있을 때 매우 민감하게 반응하며 MTT지도에서의 관류결손 부위와 비슷하게 나타난다^[22]. TTP지도의 장점은 영상을 얻기가 쉽고 후처리 과정에 시간이 적게 걸리며 병변부위와 정상부위의 구별이 명확하게 드러난다는 점이다^[9]. 그러나 단점으로는 뇌관류의 간접적인 측정방법으로 급성 허혈 없이 만성적인 경동맥 협착환자에서 TTP의 지연이 나타날 수 있어 급성허혈의 위험지역을 과대측정 할

수 있다^{[9],[22],[24]}. CBF지도에서 정상을 보이거나 MTT 또는 TTP지도에서 관류지연으로 나타나는 경우는 조영제의 평균통과시간이나 최대농도 도달시간이 지연되어 있지만, 측부순환의 발달로 인하여 정상부위와 비슷한 정도의 뇌혈류량을 갖고 있는, 아직 경색에까지 이르지는 않은 부위로 해석할 수 있다^{[22],[24]}. 급성뇌경색 환자에서는 TTP가 경색이 아니라 주로 뇌의 허혈 상태를 반영하는 뇌의 허혈변화, 즉 허혈 반음영(ischemic penumbra)을 의미하고, CBV가 경색의 중심부를 반영한다고 알려져 있다^{[29],[30]}. 본 연구에서 12예가 DW-MRI의 병변 면적보다 크게 보였다. 정상부위와 비정상부위의 시간차가 7.8초로 비정상부위의 지연으로 나타났다. TTP에서 신호강도 값을 비교해 본 결과 경색부위가 가장 낮게, 정상부위가 가장 높게, 경색부위 주변은 중간에 놓여 있었다. 경색중심에서 그 주변은 허혈상태를 반영한다고 볼 수 있다.

DW-MRI에서는 신호강도 값을 비교해 본 결과 병변부위의 값은 높게 나타났고, 주변과 정상측 값은 크게 차이가 나지 않았다. 따라서 DW-MRI는 경색부위를 나타내는 것으로 생각된다. 또한 관류CT에서 결손부위가 나타났지만, DW-MRI영상에서는 정상으로 보이는 경우가 3예가 있었다. 혈관의 협착으로 혈류공급이 순조롭지 못한 상태에서 DW-MRI에 이상이 생기기 이전에, 관류CT에서 인지가 더 빠르게 반응하는 것과 또는 경색이 아급성기를 지나면서 만성으로 접어들면서 확산계수가 증가하여 정상부와 구별이 어려울 경우가 있다. 전자는 증상 발현 후 39분에 관류CT를 시행하였고, 촬영 후 5시30분에 DW-MRI를 시행한 경우이며, 후자는 증상 발현 후 5시30분에 관류CT를 시행했으며, 촬영 후 24시간에 DW-MRI를 시행한 경우로 Lt MCA 폐색으로 발현 후 시간이 많이 흐른 후 만성기로 접어든 것으로 생각된다. 즉 DW-MRI가 모든 초기 허혈을 영상화하지 못한 문제점을 갖고 있지만, 다른 MRI보다 일찍 병변의 크기와 위치를 명확히 나타내는 장점을 가지고 있다

본 연구의 결과들을 요약해보면 경색부위를 나타내는 것은 DW-MRI가 더 정확하며, 허혈부위를 예측하는 관류상태를 보기엔 관류CT 특히 MTT지도가 허혈성 반음영을 잘 포함한다고 볼 수 있다. 따라서 DW-MRI와 관류CT는 경색부위뿐 아니라 허혈부위를

나타내며, 상호 보완적으로 시행하여 환자에게 보다 빨리 신속하게 처치함으로써 환자의 예후를 개선시킬 수 있을 것으로 본다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 대상 환자의 수가 적어 분산분석과 같은 정확한 통계처리를 할 수 없었으며, 둘째, DW-MRI와 관류CT를 시행한 시간의 차이가 최고 24시간까지 있었고, 관류영상의 결과를 분석하는데 정량적인 방법을 사용하지 않은 점이 결과를 분석하는데 한계로 작용하였다. 셋째, 환자들의 임상경과의 충분한 추적검사가 이루어지지 못했다는 점이다.

V. 결론

본 연구에서는 급성 뇌경색을 진단하는데 사용되는 관류CT의 CBF, CBV, MTT, TTP 지도를 분석하고 이를 DW-MRI 뇌경색부위와 비교하여 서로의 연관성을 알아보고, 다음과 같은 결론을 이끌었다.

1. 관류CT상에서 모두 관류 결손부위를 나타냈다.
2. DW-MRI와 비교해서 CBV가 병변부위가 가장 크게 나타났고 다음이 CBF, MTT와 TTP가 가장 큰 병변부위를 나타내었다.
3. DW-MRI와 관류CT지도들의 영역별 신호강도를 측정된 결과 MTT지도가 뇌경색부, 허혈성반음영부, 정상부위와의 차이를 가장 확실하게 나타내었다.

참고문헌

- [1] 사망원인통계, 통계청, 2000.
- [2] 한 대회. 뇌혈관질환의 종류와 진단방법. 월간의학정보 1, 2009.
- [3] 이승구. 폐쇄성 뇌혈관질환의 진단과 치료. 대한 의사회지, Vol. 7, pp.612-617, 2004.
- [4] Reichenbach JR, Rother J, Jonetz-Mentzel L, et al. Acute stroke evaluated by time to-peak mapping during initial and early follow up perfusion CT Studies. AJNR Am J Neuroradiol Vol. 20, pp.1842-1850, 1999.
- [5] Nabavi DG, Cenic A, Craen RA, Gelb AW, Bennett JD, Kozak R, Lee TY. CT assessment of cerebral perfusion: experimental validation and initial clinical experience. Radiology, Vol. 213, pp.141-149, 1999.
- [6] Schaefer PW, Roccataglate L, Ledezma C, Hoh B, Schwamm

- LH, Koroshetz W, Gonzalez RG, Lev MH. First pass quantitative CT perfusion identifies thresholds for salvageable penumbra in acute stroke patients treated with intra-arterial therapy. *AJNR Am J Neuroradiol*, Vol. 27, pp.20-25, 2006.
- [7] 자기공명영상기술연구회(강세식 외 22명). *TEXT Book of Magnetic Resonance Imaging*. 청구문화사, pp.299-314, 2008.
- [8] Ashok Srinivasam, Mayank Goyal, Faisal Al Azri, Cheemum Lum. State-of-the Art Imaging of Acute Stroke. *Radio Graphics*, Vol. 26, pp.11-37, 2006.
- [9] Mayer TE, Hamann GF, Baranczyk J, et al. Dynamic CT perfusion imaging of acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*, Vol. 2, pp.1441-1449, 2000.
- [10] Hacke W, Kaste M, Fieschic, et al. Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. The European Cooperative Acute Stroke Study(ECASS). *JAMA*, Vol. 274, pp.1017-1025, 1995.
- [11] Von Kummer R, Allen KL, Holle R, et al. Acute stroke: Usefulness of early CT findings before thrombolytictherapy. *radiology*, Vol. 205, pp.327-333, 1997.
- [12] 김준태, 신대수, 남태승, 정은성 등. 급성기 허혈성 뇌경색에서 perfusion CT의 임상적 유용성, *대한신경과학회지*, Vol. 20, No. 6, pp.585-591, 2002.
- [13] 박찬익, 이일형, 이동현, 이재민. 급성 허혈성뇌졸중 환자에서 perfusionCT임상적 유용성. *대한 뇌졸중학회지*, Vol. 6, pp.63-67, 2004.
- [14] Klotz E, Koenig M. Perfusion measurement of the brain: using dynamic CT for quantitative assessment of cerebral ischemia in acute stroke. *Eur J Radiol*, Vol. 30, pp.170-184, 1999.
- [15] Axel L. cerebral blood flow determination by rapid sequence computed tomography: a theoretical analysis. *Radiology*, Vol. 137, pp.679-686, 1980.
- [16] Cenic A, Nabavi DG, Craen RA, Gelb AW, Lee TY. Dynamic CT measurement of cerebral blood flow: a validation study. *AJNR Am J Neuroradiol*, Vol. 20, pp.63-73, 1999.
- [17] 오영택, 김동익, 정은기, 서재승, 허용민, 천영직 등. Single shot EPI기법을 이용한 뇌경색 환자의 확산강조영상. *대한방사선의학회지* Vol. 39, pp.7-13, 1998.
- [18] Sorensen AG, Buonanno FS, Gonzalez RG, et al. Hyperacute stroke, evaluation with combined multisection diffusion-weighted and hemodynamically weighted echoplanar MR imaging. *Radiology*, Vol. 199, pp.391-401, 1996.
- [19] Schwamm LH, Koroshetz WJ, Sorensen AG, et al. Time course of lesion development in patients with acute stroke:serial diffusion and hemodynamically weighted magnetic resonance imaging. *Strok*, Vol. 29, pp.2268-2276, 1998.
- [20] Rother J, Gsckel F, Neff W, Schwartz A, Hennerici M. Assessment of regional cerebral blood volume in acute human stroke by use of single-slice dynamic susceptibility contrast-enhanced magnetic resonance imaging *Stroke*, Vol. 27, pp.1088-1093, 1996.
- [21] Warach S, Dashe JF, Edelman RR. Clinical outcome in ischemic stroke predicted by early diffusion-weighted and perfusion magnetic resonance imaging; a preliminary analysis. *J Cereb Blood Flow Metab*, Vol. 16, pp.53-59, 1996.
- [22] Koenig M, Ernst K, Barbara L, Venderink DJ, et al. perfusion CT of the brain: diagnostic approach for early detection of ischemic stroke. *Radiology*, Vol 209, pp.85-93, 1998.
- [23] Nabavi DG, Cenic A, Henderson S, Gelb AW, Lee T-Y. Perfusion mapping using computed tomography allow accurate prediction of cerebral infarction in experimental brain ischemia. *Stroke*, Vol. 32, pp.175-183, 2001.
- [24] Sorensen AG, Copen WA, Ostergaard L, et al. Hyperacute stroke: Simultaneous measurement of relative cerebral blood volume, relative cerebral blood flow and mean tissue transit time. *Radiology*, Vol. 210, pp.519-527, 1999.
- [25] Barber PA, Darby DG, Desmond PM, et al. Prediction of stroke outcome with echoplanar perfusion and diffusion-weighted MRI. *Neurology*, Vol. 51, pp.418-426, 1998.
- [26] 최준호, 서정진, 김재규, 등. 급성 허혈성 뇌경색 환자에서 관류 전산화단층 촬영의 유용성. *대한방사선의학회지*, Vol. 49, pp.7-14, 2004.
- [27] Neumann-Haefelin TN, Wittsack HJ, Wenserski F, et al. Diffusion and perfusion weighted MRI : the DWI/PWI mismatch region in acute stroke. *Stroke* Vol. 30, pp.1591-1597, 1999.
- [28] 이덕희, 이정현. 급성기 허혈성 뇌경색의 자기공명영상. *대한방사선의학회지*, Vol. 50, pp.1-17, 2004.
- [29] 제환준, 장기현, 송인찬 등. 급성 뇌경색환자에서 관류MR영상: T₂ 강조영상과 확산강조영상의 비교. *대한방사선의학회지*, Vol. 43, pp.1-8, 2000.
- [30] Hellier KD, Hampton JL, Guadagno JV, Higgins NP, Antoun NM, Day DJ, et al. Perfusion CT helps decision making for thrombolysis when there is no clear time of onset. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* Vol. 77, pp.417-719, 2006.