대한영상의학회지 2007;57:7 - 14

중뇌동맥 영역의 허혈성 뇌경색의 확산강조영상:
반정량적 방법을 이용한 신속한 병변 크기 평가법의 고안[1]

고명수 · 이덕희 · 박성호 · 편해욱 · 이정현 · 최충곤 · 김상준 · 서대철

목적: 급성 허혈성 뇌경색 환자의 치료 방침의 결정에서 경색부의 범위는 중요한 고려 사항 중의 하나이다. 확산강조영상은 병변을 잘 보여주나, 실제 임상적으로 신속하게 병변의 범위를 평가하기 쉽지 않다. 이 연구 목적은 특별한 체적 측정법을 사용하지 않고도 신속하게 병변 크기 평가하는 방법을 제시하는 것이다.

대상과 방법: 확산강조영상에서 분명하게 병변이 보이는 중뇌동맥 영역 급성 뇌경색 환자 20명을 대상하였다. 임의로 고안한 네 종류의 반정량법은 각각 중뇌동맥 영역을 25, 20, 10 영역으로 나누어 산출하는 25, 20, 10 구역법과 10구역법을 변형한 변형 10 구역법이며, 두 명의 영상의학과 전문의가 주어진 방법에 따라 병변의 체적을 평가하였다. 각각의 평가법과 실제 용적과의 일치도와 관찰자 간의 일치도를 검사자간 신뢰도에 관한 등급 내 상관계수(intraclass correlation coefficient)를 이용하여 평가하였고 신뢰구간을 95%로 하였다.

결과: 참값과의 상관도는 변형 10 구역법에서 0.8981, 0.8090(판독자1, 2)로 가장 높았고, 관찰자간의 일치도는 25 구역법과 변형 10 구역법이 각각 0.9212(95% CI: 0.8123 - 0.9681)와 0.9063(95% CI: 0.7790~0.9618)으로 높게 나왔다.

결론: 변형 10 구역법이 간편하면서 비교적 실제 경색 크기와 가까운 값을 제시하는 방법으로 나타났다.

고속영상기법인 에코평면영상(echo planar imaging, EPI) 기법이 상용화되면서 확산강조영상(diffusion - weighted imaging, DWI)이 성공적으로 임상적용이 가능해졌고, 그 결과 DWI는 관류 영상(perfusion - weighted imaging, PWI), 혈관조영술(MR angiography, MRA), 경사에코(gradient - echo image, GE) 영상 등과 함께 허혈성 뇌경색의 진단에 없어서는 안 될 검사로 자리잡았다(1). 이러한 자기공명영상(Magnetic Resounace imaging: MRI)을 이용한 급성 허혈성 뇌경색의 최초 영상 검사는 전산화단층촬영법(Computed tomography: CT)과 비교하여 우월하거나 비슷한 임상 성적을 보여주었고(2), 센터에 따라서는 CT를 대치할 방법으로 점점 그 이용률이 높아지고 있다(3, 4). 그러나 아쉽게도 아직까지 급성 허혈성 뇌경색 환자의 치료 방침의 결정에 DWI를 비롯한 각종 MRI 병변의 정량적인 평가가 기여하는 바에 대한 구체적인 연구는 발표되어 있지 않다(5). 그 결과 대부분의 MRI를 이용한 급성 허혈성 뇌경색의 재개통에 관한 연구들이 임시적인 절대 혹은 상대적인 양적 지표를 치료군의 선택과 배제에 이용하고 있는데, 이러한 방법이 치료의 효과를 높임과 동시에 안전성도 증대시키는 것으로 보고하고 있다(6 - 8).

그러나 급성기 환자의 치료 방침을 신속히 결정하여야 하는 상황에서 정량적인 병변의 평가를 수행하는 것은, DWI 병변과 같이 시각적으로 그 병변의 존재와 그 범위가 상당히 명료한 경우라도, 후처리 과정이나 영상 판독 과정에서 적용 가능한 특별한 체적 평가 방법을 통하지 않고는 힘들다. 이런 이유로 대부분 센터에서는 DWI 병변이나 관류 병소와의 불일치 병변의 크기의 평가를 관찰자의 눈대중(eye - balling)에 의존하고 있다.

이에 저자들은 MRI를 이용한 급성기 허혈성 뇌경색의 평가에 좀 더 객관적이고, 신속한 병변 크기 평가 방법 개발의 필요성을 느끼고, 그 목적으로 먼저 DWI 병변의 반정량적 평가에 관한 연구를 수행하게 되었다. 이 연구의 목적은 신속한 DWI 병변의 크기 측정을 위하여 저자들이 고안한 네 가지의 간단한 반정량적인 방법(semi - quantitative methods) 중 어떤 것이 가장 정확하고 간편하게 병변의 크기를 보여주는지 알아보는 데 있다.

[1]울산의대 서울아산병원 영상의학과, 영상의학 연구소
이 논문은 2007년 3월 8일 접수하여 2007년 5월 2일에 채택되었음.

대상과 방법

대상 환자의 선택과 영상 획득

2003년 3월부터 2004년 3월까지 허혈성 뇌경색으로 증상 발현 6시간 이내에 ' Acute stroke MRI '규약에 따라 영상을 얻은 환자 중, 중뇌동맥 영역에 DWI에서 분명한 허혈 손상에 의한 고신호 강도의 병변이 보이는 환자 20명(남: 여=15: 5)을 대상으로 하였다. DWI는 스핀에코 EPI기법으로 b 값을 1,000 s/mm^2, TR/TE=7000/89.9 msec, FOV=250 mm, matrix=256×256 mm로 횡단면상을 얻었고, 총 20 단면을 slice thickness=5 mm, interslice gap=2 mm로 재구성하였다.

병변 크기의 측정

병변의 크기는 체적으로 나타냈으며, 크기의 비교를 위하여 체적비(volume percentage)의 개념을 사용하였다. 표준(Gold standard)으로서의 병변의 체적비는 중뇌동맥 영역의 크기에 대한 DWI상의 병변의 크기의 비를 말하며, 다음과 같은 방법으로 얻었다.

중뇌동맥 영역의 체적은 T2 - 강조영상(b=0 영상)을 이용하여 판독용(영상 저장 및 전송 체계(picture archiving and communicating system: PACS) (Petavision, Seoul, Korea)상에 내장된 체적 측정용 프로그램을 이용하여 측정하였다. 이는 각 단면에서 중뇌동맥 영역에 해당하는 부위를 해부학적인 지식을 이용하여 경계를 그려 해당 영역의 면적으로 구한 뒤, 해당 절편의 두께를 곱해서 각 단면에서의 병변의 부피를 얻고서, 총 20 단면에서 얻은 결과를 합하는 방법이다.

DWI상 고신호 강도를 보이는 병변 부분의 체적도 기본적으로 위와 같은 방법을 이용하여 계산하였다. 병변의 경계가 모호한 경우를 대비하여, DWI 영상의 대조도를 높여 병변의 고신호 강도가 더 드러나도록 조정하고, 고신호 강도의 병변이 보이는 단면에서 병변의 경계를 그려서 면적을 구한 뒤, 절편의 두께를 곱하는 방법으로 단면에서의 병변의 체적을 계산하고, 전체 단면에서의 결과를 합하는 형식으로 구하였다.

이러한 방법으로 얻어진 전체 병변의 체적을 중뇌동맥 영역의 체적으로 나눈 값의 백분율을 병변의 체적비로 정의하고, 각 반정량적인 방법을 통해서 얻은 결과와 비교할 gold standard로 하였다(Table 1).

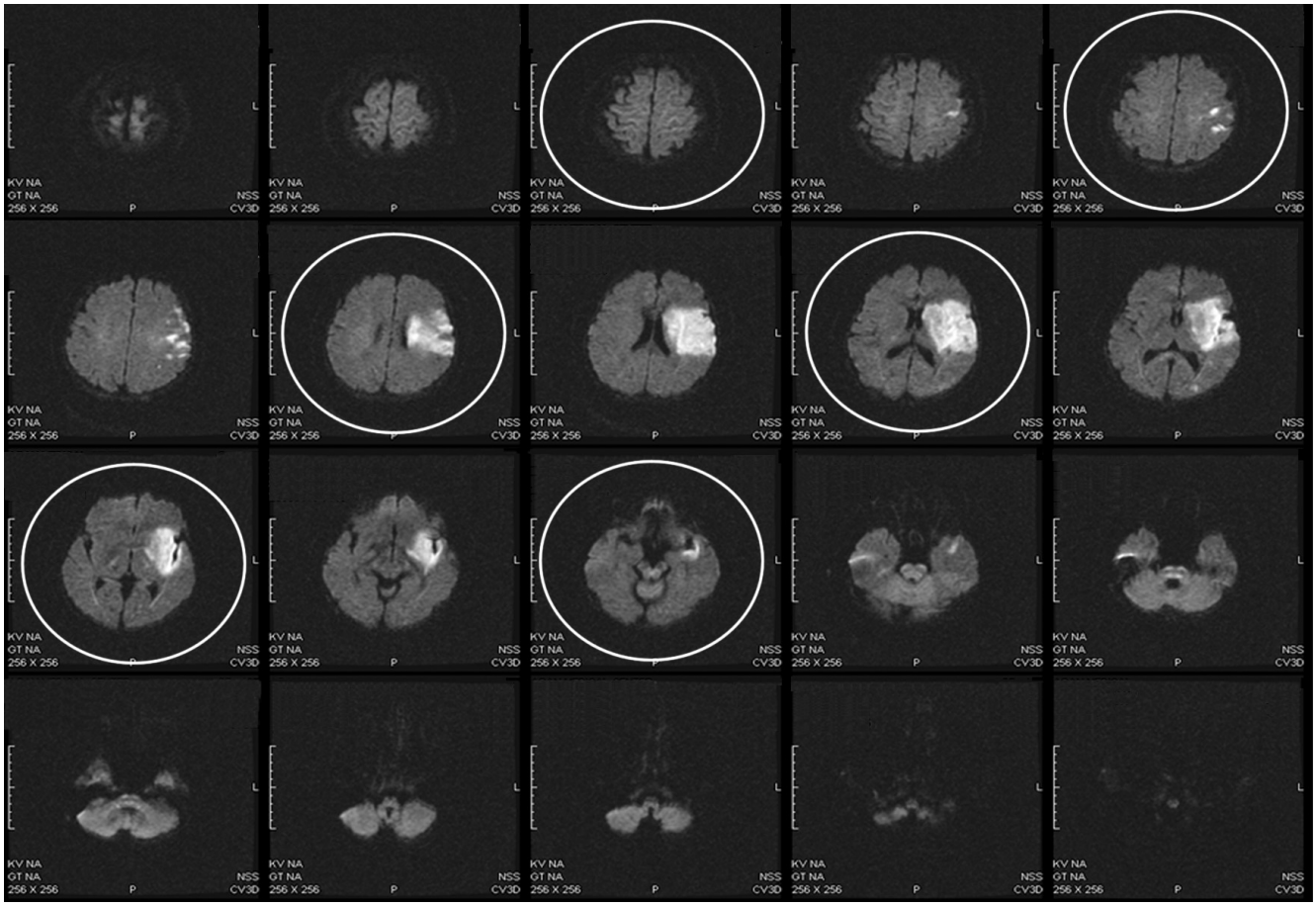

Fig. 1. Two slices at the level of the basal ganglia and the insular ribbon were selected at an interval of one slice. And then, three slices of the upper part and one slice of the lower part at an interval of one slice were added. Total six slices were selected. Two slices of the upper part and one slice of the lower part at an interval of one slice were added. Total six slices were selected.

$$\text{Volume \%} = (\text{Volume}_{\text{DWI high signal}} / \text{Volume}_{\text{total MCA territory}}) \times 100\% \quad \text{식 1.}$$

고안한 반정량법

CT에서 이미 사용된 적이 있는 방법에 착안하여(9), 그 방법을 좀 더 확대한 형태의 다음 네 가지 방법을 고안하였다. 중뇌동맥 영역을 대표하는 몇 개의 단면을 선택하고나서, 10 - 25개의 구역으로 나누어, 병변이 그 중 몇 개의 구역을 침범했는가를 계산하는 기본적인 아이디어이며, 각각의 실행 방법은 다음과 같다.

25구역법: 그림과 같이(Fig. 1) 기저핵(basal ganglia)과 뇌섬(insular)이 보이는 단면을 각각 1개의 절편 간격을 두고 선택한 후, 위로(cranial) 3개의 단면, 아래로 1개의 단면을 선택한다. 이때 단면 선택 시에 항상 1개의 절편간격을 띄워 두고 선택함을 원칙으로하며, 그 결과로 선택된 6개의 단면을 그림과 같이(Fig. 2) 25구역으로 나눈 후, 각 구역 중, 고신호 병변이 있는 구역을 병변의 크기를 고려하지 않고 각각 1점을 부여한다. 얻어진 총점에 4를 곱한 값을 경색 비율로 하였다.

20구역법: 기본적으로 25구역법과 같은 방법으로 총 6장의 단면을 얻은 후, 이들을 총 20구역으로 나누고(Fig. 3), 총점에 5를 곱하는 방법으로 경색 비율을 얻었다.

10구역법: 기저핵이 보이는 대표 단면 하나를 선택한 후, 위로 2개의 단면, 아래로 1개의 단면을 선택하되, 각각 2개의 절편간격을 두고 선택하며 총 4 장의 단면을 얻는 방법으로, 그림과 같이 4장의 단면을 10구역으로 나누고(Fig. 4) 총점에 10을 곱하는 방법으로 경색 비율을 얻었다.

변형 10 구역법: 10 구역법의 경우 병변의 크기가 작은 경우 너무 과대 평가할 수 있음을 고려하여, 기본적으로 10 구역법과 같은 방법으로 단면을 선택하고 병변이 있는 구역에 점수를 부과하되, 각각의 구역에서 고신호 강도의 병변의 범위가 50% 이하를 차지하는 경우는 점수를 0.5점으로 처리하는 변형된 방법을 사용하였다. 병변이 각 구역의 범위의 50%를 초과한 경우에는 1점을 부여한 후 총점에 10을 곱하여 경색 비율을 얻었다.

Table 1. Measured Value

	Reader 1	Reader 2
	Mean±SD (%)	Mean±SD (%)
25-Area Method	21.850±11.33	20.050±8.476
20- Area Method	24.400±8.127	30.400±10.410
10- Area Method	35.650±13.800	40.650±10.733
m10- Area Method	30.150±9.505	32.400±11.914

SD: Standard Deviation , m10- Area Method: Modified 10- Area Method

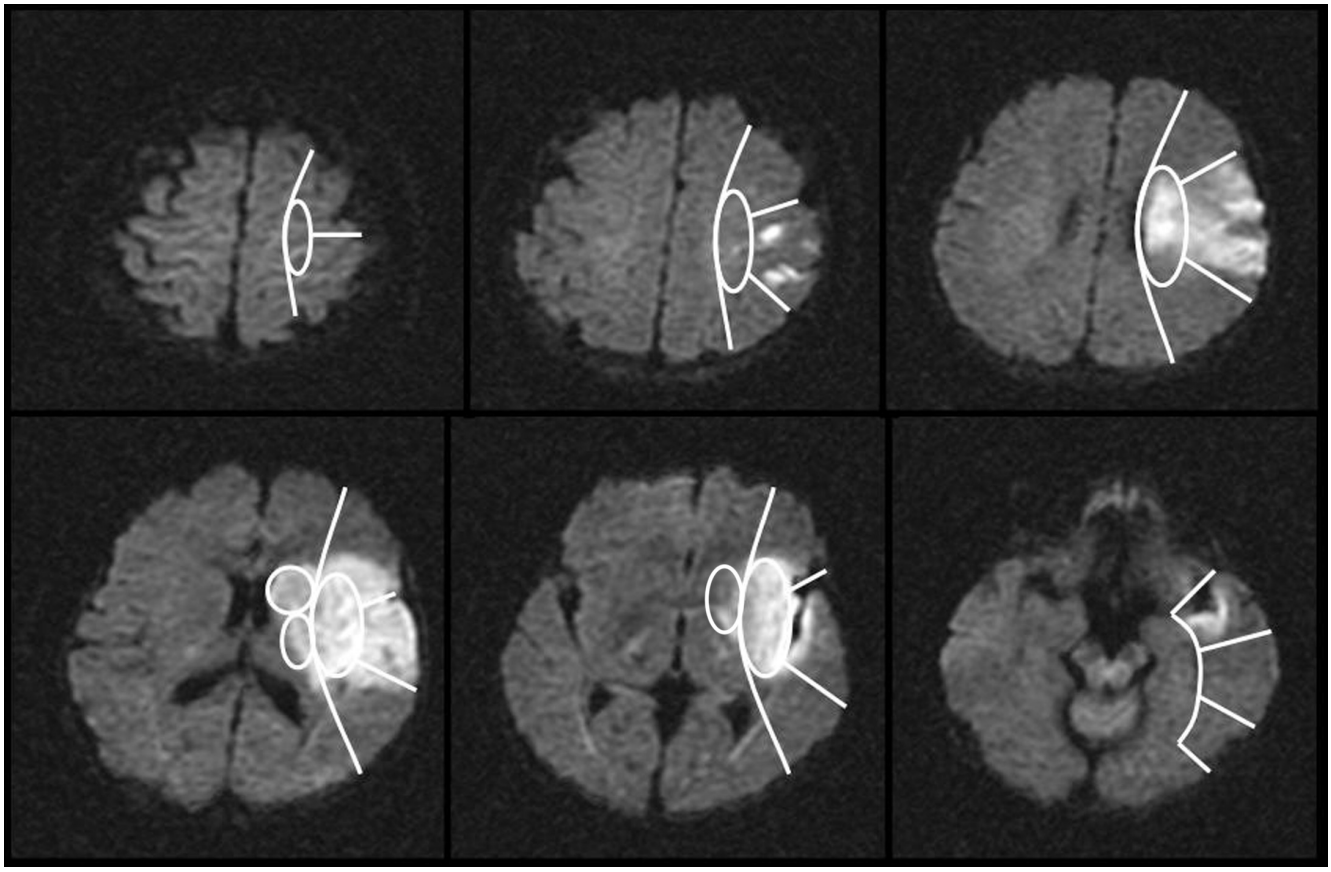

Fig. 2. The MCA territory was subdivided into 25 areas composed of the centrum semiovale, the caudate nucleus, the putamen, the insular ribbon and the MCA cortex.

측정 실행과 결과의 분석

전체 20예에서의 병변의 실제 체적비를 얻기 위한 PACS상에서의 작업은 영상의학과 3년차 전공의 1인이 시행하였다. 영상의학과 전문의 2명이 고안된 네 가지 반정량법에 대하여 구체적인 시행 방법에 관한 설명과 연구에 포함되지 않은 DWI영상을 이용하여 훈련을 받은 후, 1일 간격으로 총 4회에 걸쳐 각각의 방법으로 병변의 크기를 측정하였다.

각 방법을 통해 얻은 값과 참값과의 상관관계와 관찰자간 일치도는 상관내 계수(Intracorrelation coefficient (ICC)를 사용하여 분석하였다. 각 방법의 정확도 비교는 반복측정 변량분석법(repeated measure analysis of variance: ANOVA)을 이용하였고, 그 사후 분석은 Bonferroni 다중 비교법을 이용하여 서로 비교하였다.

결 과

실제 병변의 체적비와 비교하였을 때, 25구역법이 가장 근소한 차이를 보였다(Table 1). 각 방법의 실제 병변 크기와의 상관도는 판독자 1인 경우 변형 10구역법이, 판독자 2인 경우 25구역법이 높았다(Table 2). 각각 방법의 관찰자간 일치도는 25구역법과 변형 10구역법이 비교적 높았다(Table 3).

고 찰

최근 급성 허혈성 뇌경색 환자의 최초 검사로 자기공명영상

Table 3. Interobserver Agreement

	ICC	95% C.I.
25- Area Method	0.9212	0.8123 - 0.9681
20- Area Method	0.8715	0.7044 - 0.9471
10- Area Method	0.8370	0.6339 - 0.9322
m10- Area Method	0.9063	0.7790 - 0.9618

ICC: IntraClass Correlation Coefficient, C.I.: Confidence Interval, m10- Area Method: Modified 10- Area Method

Table 2. Correlation between the Measured Value and the Reference Value

ICC	25- Area Method	20- Area Method	10- Area Method	m10- Area Method
Reader 1	0.7642	0.8340	0.7040	0.8981
Reader 2	0.8791	0.8393	0.7959	0.8090

ICC: IntraClass Correlation Coefficient, m10- Area Method: Modified 10- Area Method

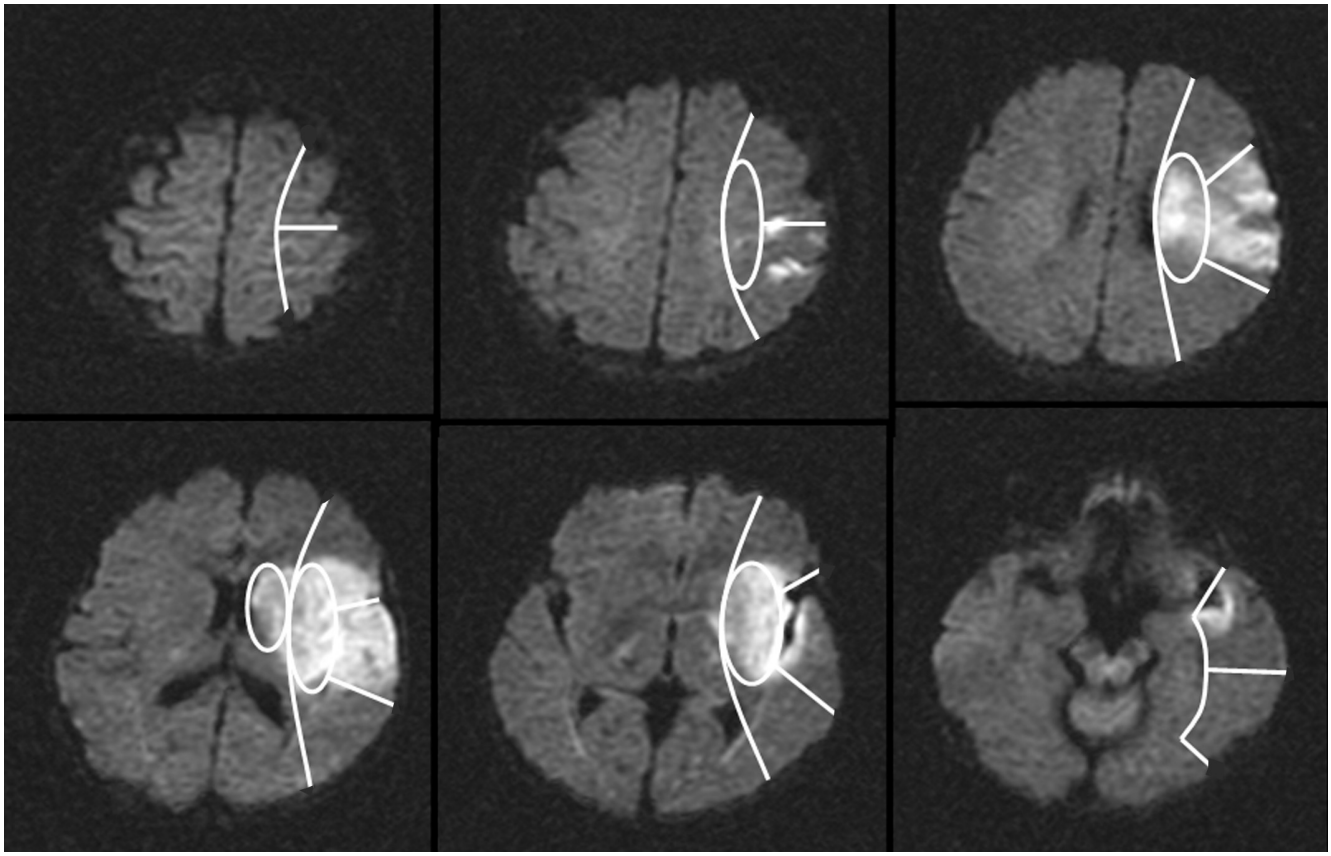

Fig. 3. The MCA territory was subdivided into 20 areas composed of the centrum semiovale, the basal ganglia (a combination of the caudate nucleus and the putamen), the insular ribbon and the MCA cortex.

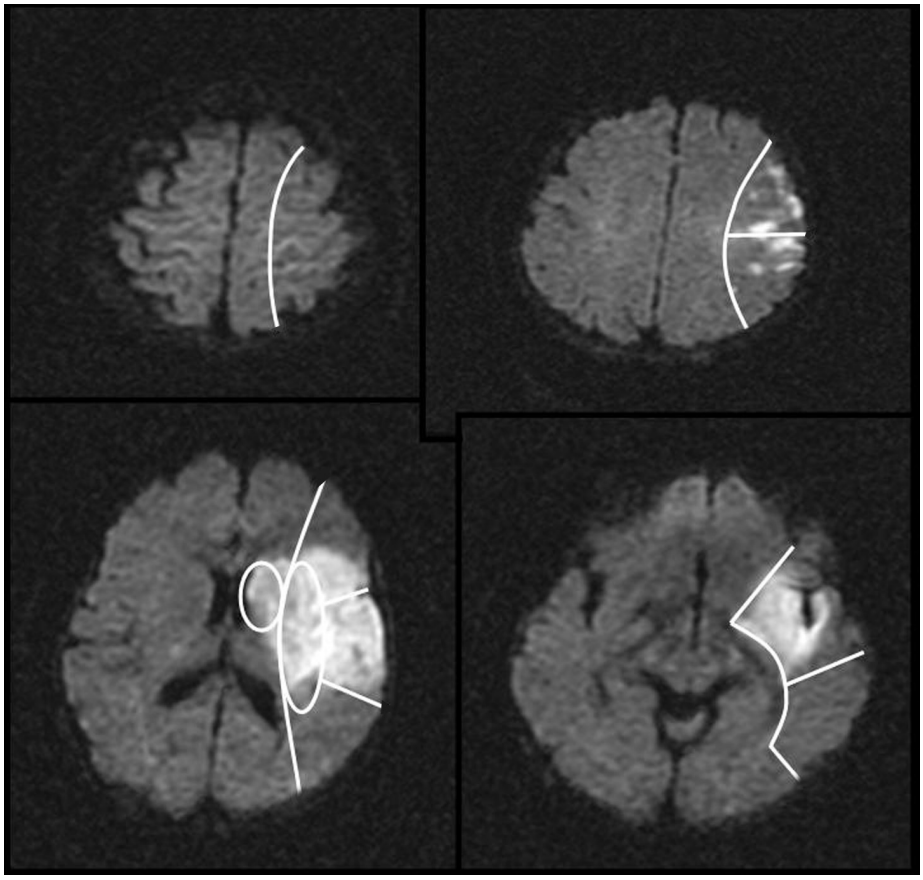

Fig. 4. The MCA territory was subdivided into 10 areas composed of the basal ganglia (a combination of the caudate nucleus and the putamen), the insular ribbon and the MCA cortex.

을 이용하는 센터가 점점 더 증가하는 추세에 있고, 실제 여러 가지 검사를 포함하는 자기공명영상(multimodal MR imaging)은 허혈성 뇌경색 환자의 치료 방침의 결정에 큰 역할을 하고 있는데, 이러한 추세는 국내도 예외는 아니다(4 - 6). MRI 검사의 구성은 가장 기본적으로 출혈 여부를 보기 위한 GE 영상, 급성 허혈성 병변에 의한 세포독성 부종의 정도와 범위를 관찰하기 위한 DWI, 혈관성 부종 동반 여부를 확인하기 위한 T2 강조영상(또는 fluid attenuated inversion recovery: FLAIR 영상)을 포함하여, 추가로 허혈 범위와 허혈 반영대를 확인하기 위해 PWI와 혈관의 폐색 여부와 위치를 확인하기 위한 MRA를 행함으로써 많은 정보를 신속하게 얻을 수 있다(1, 5).

이처럼 여러 영상을 얻는 것은 필연적으로 검사 시간의 연장 때문인 문제점을 수반하고 있으나, 검사를 위한 환자 준비나 검사 자체에 걸리는 시간을 다 합쳐서 20분 내외로 이루어질 수 있다는 점을 감안할 때 실질적인 문제는 아닌 것으로 알려졌다(3). 그러나 최근 다검출 CT를 이용한 때도 같은 문제가 제기될 수 있겠지만, 영상의 분석이나 평가에 많은 시간이 소요된다면 신속하게 검사를 수행하는 것의 의미가 퇴색될 수밖에 없다. 일련의 잘 계획된 연구들의 경우 MRI를 이용한 치료 방침의 결정에 DWI나 PWI 상의 병변의 크기나 불일치 영역의 크기의 절대적인 값이나 상대적인 값에 대한 정량적인 분석이 동원되고 있지만, 임상적으로 환자의 치료 방침의 결정에 그러한 분석적인 과정을 개입시키는 것은 어려움이 있으며, 관찰자의 눈대중에 따른 판단에 의존할 수 밖에 없는 것이 현실이다. 본 연구는 이러한 현실적인 어려움에 대한 문제 제기와 더불어, 초보적이나마 반정량적인 방법들을 고안하고, 그들 중 가장 좋은 방법을 제시하고자 노력하는데 그 의의가 있다고 생각된다.

이 연구의 한계를 벗어나기는 하지만, 급성 허혈성 뇌경색 환자의 DWI 병변과 PWI 병변의 크기가 환자의 치료 방침의 결정에 어떤 결과를 미치는가 하는 점은 고찰의 가치가 있다고 본다. 급성 허혈성 뇌경색 환자의 급성기 재개통 치료의 목표는 폐색 혈관의 신속한 재개통을 통하여 허혈부와 허혈 반영대의 뇌경색을 방지하고 회복을 도모하고 동시에 재개통으로 말미암은 허혈 부위의 재관류 손상이나 출혈 전환을 최소화하는 데 있다고 할 수 있다. 이러한 치료의 목표를 수행하려면 임상적으로 중요한 인자는 허혈 경과 시간이라고 할 수 있고, 정맥내 혈전용해술의 경우 3시간 이상 지난 경우는 득보다 실이 큰 것으로 알려졌다(10). 그 이후 치료의 시간창(treatment time window)를 6시간까지 확장하고자 하는 노력을 하였으나 성공하지는 못하였다(11). 그러나 이 연구를 통하여 강조된 것이 소위 ' one - third ' 원칙을 적용하여 영상검사를 통해서 급속히 뇌경색이 진행된 군을 제외하는 노력이 치료의 성적을 향상시킬 수 있을 것이라는 점인데(12, 13), 이를 좀 더 구체적으로 실현한 연구가 소위 ASPECT(Alberta Stroke Program Early CT) 점수를 산정하는 방법이며(9), 기존의 one - third 원칙이 가지는 주관적인 부분을 배제하기 위한 노력의 하나로 평가된

다. 이 방법은 저자들이 고안한 각 구역법의 모델이 된 방법이기도 하다.

이러한 영상 소견에 기반을 둔 치료 방침의 결정에 반대하는 목소리가 없는 것은 아니지만(14), 임상적인 허혈 경과 시간과 함께 영상 소견상 관찰되는 병변의 진행 정도를 평가하는 과정은 급성기 재개통술을 시행함에 있어서 혈전용해술을 시행하는 것은 생각하기 어렵게 되었다고 볼 수 있으며 나아가 여러 가지 정보를 제공하는 MRI를 이용함으로써, 급성기 허혈성 뇌경색 환자의 영상 평가가 더 자세하게 이루어질 수 있게 됨을 볼 수 있다(5). 최근 일련의 임상 경험에 입각한 연구 결과들을 보면 CT와 비교하여 비슷하거나 우월한 급성기 검사법으로 알려졌다(2, 3). 그러나 MRI가 제공하는 풍부한 정보가 급성기 환자의 재개통술의 효과와 안전성에 관련되어 어떤 의미가 있는가에 대한 이해가 불충분한 상황으로 많은 연구가 진행 중이며(8, 15) 질환 자체의 역동성과 교정하거나 조절하기 어려운 인자들 때문에 일관성있는 연구 결과가 도출되고 있지 못한 상황이어서 구체적으로 영상 소견에 따른 치료 지침이 세워져 있지는 못한 실정이다. 그런 관계로 연구의 목적이나 치료자의 결정에 의해 나름의 경험에 준한 기준들을 적용하거나, 어떤 근거가 제시될 때까지 MRI의 이용을 유보하는 입장을 보이기도 한다(5).

현실적인 한계가 있지만, DWI 병변의 크기와 DWI/PWI 불일치 병변에 국한하여 그 경향을 살펴보면 다음과 같다. CT에서와 같이 ‘ one - third ’ 원칙을 적용하면서 PWI병변의 크기가 DWI병변의 크기의 120% 이상으로 불일치 병변이 존재할 때 치료의 대상으로 하는 경우는 치료의 효과와 안전성을 극대화하기 위한 연구나 보수적인 접근을 하는 경우로 생각되며(7, 16), 경험적으로 3시간 이내라도 DWI 병변의 크기가 중뇌동맥 영역의 반 이상이면 치료 대상에서 제외하기도 한다(17). 또한, 불일치 병변이 120% 이상으로 관찰되는 경우 치료의 시간창이 허락하는 범위라면 혈전용해제 투여의 대상으로 하는 경우도 있으며(5), 불일치 병변이 없는 경우는 치료의 대상에서 제외함으로써 치료의 시간창을 3시간 이상으로 넓힐 수 있었다는 연구도 있다(18). 그러나 어떤 파라미터의 PWI가 가장 정확한 PWI 병변을 보여주는지에 대한 논란과 함께 MRI 상에서 보이는 불일치 병변의 의미에 대해서는 논란이 있다(15).

최근의 한 전향적 연구에서는 MRI소견에 따라 크게 세 가지 군으로 나누어 혈전용해제 치료 결과를 분석하였는데, PWI 병변이 10 mL 이하의 소병변, DWI, PWI 병변의 크기가 10 mL 이상인 병변, DWI 병변 또는 PWI 병변(Tmax 지연 8초 이상)이 100 mL 이상으로 매우 큰 악성 병변으로 구분한 점은 의미 있게 보인다(8). 이들 구분의 기준은 여전히 경험에 입각한 것이며 앞으로 병변의 크기가 가지는 구체적인 의미의 연구 결과가 나올 것이라고 기대된다.

이처럼 MRI 상의 병변의 크기의 평가는 치료 방침의 결정에 꼭 필요한 과정이며, 질환의 특성상 신속하면서도 재현성이 뛰어난 방법을 적용함으로써, 의사들 간의 의사소통에도 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 정확성을 강조하여 PACS상이나 후처리 과정에서 적용 가능한 체적 측정법을 사용하는 것은 현실적이지 않고, 눈대중에 의존하는 방법은 검사와 동시에 병변의 크기를 평가할 수는 있으나 정확성에 의문이 있을 수밖에 없다. 이와 같은 의문은 이미 CT에서 제기된 문제이며, CT를 이용한 ‘ one - third ’ 원칙도 관찰자의 경험과 숙련도에 따라 주관적인 판단을 하는 경향이 강한 것이 문제로 드러나(19), ECASS (European Cooperative Acute Stroke Study) 이후의 연구에서는 나름대로 반정량적인 방법을 동원하고 있는 것을 알 수 있다(20). 앞에서 언급한 ASPECT 점수 산정법은 더 객관성을 부여한 연구라고 보이며(9), 저자들은 그 방법을 빌려 DWI 변병의 크기의 평가에 이용하고자 하였으며, DWI 병변의 크기가 가지는 의미에 관한 연구의 초석이 될 수 있을 것으로 생각된다.

반정량적인 방법을 고안하면서 가장 중요하게 생각한 것은 간편하고 신속하여야 한다는 것이 있는데, 예에서는 20 단면이 모두 보인 상태에서 해당 단면을 선택하는 형태로 설명하고 있지만, 몇 번의 실습으로 같은 방법을 영상 획득을 위한 스캔과 동시에 장비 모니터에서 볼 수 있는 영상에서도 바로 적용할 수 있는 방법이다.

임시로 고안한 네 가지 방법 중에서 연구자들은 변형 10 구역법이 가장 실시하기 쉽고 정확한 방법이라는 결론을 얻게 되었는데, 그 이유는 정확도라는 측면만을 볼 때는 구역을 세분화한 25 구역법이 가장 우수하였지만, 임상적으로 신속하게 병변의 크기를 평가할 수 있어야 한다는 점을 고려할 때, 변형 10 구역법이 두 가지 필요성을 다 충족시켜줄 수 있는 결과를 보인 것으로 판단하였기 때문이다. 그러나 결과에서 볼 수 있듯이 변형 10 구역법의 문제점은 병변의 범위를 실제보다 약간 과장할 수 있는 소지가 있다는 점을 고려하고 사용하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

이 연구의 제한점으로는 먼저 ASPECT 점수와 같이 DWI 병변의 크기를 측정하는 것의 임상적인 의미에 대한 연구가 병행되지 못했다는 점을 들 수 있겠다. 또한, 연구 수행의 방법적인 측면에서 gold standard로 사용한 PACS상에 내장된 체적 측정 프로그램을 이용한 체적측정 결과의 정확성에 의문이 있을 수 있다는 점, 중뇌 동맥영역을 그릴 때 해부학적인 지식에만 의존하였다는 점, 구역을 나누는 방법에 어떤 기준이 있는 것이 아니라 잠정적으로 기하학적인 구성에 맞추기만 하였다는 점 등을 들 수 있겠다.

이 방법은 눈대중에만 의존하여 병변의 크기를 평가했던 관행을 불식시키는 하나의 새로운 시도로서의 의미도 있을 것으로 생각되나, 방법적인 개선의 여지를 남겨둔 상태라고 생각되며, 나아가 앞으로 간단한 조작으로 수행할 수 있는 일괄 전산작업 프로그램(batch program)을 적용한다면 환자별 중뇌동맥 영역의 체적과 병변의 체적으로 정확히 계산할 수 있는 방법으로 이어질 수 있을 것으로 기대된다.

결론적으로 급성 허혈성 중뇌동맥 영역 뇌경색 환자의 DWI 영상에서의 병변의 크기를 평가함에서, 새로 고안한 네 가지 방법 중, 변형 10 구역법이 비교적 정확하면서 간편한 반정량적 체적 측정법으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 이덕희, 이정현 급성기 허혈성 뇌경색의 자기공명영상. *대한방사선의학회지* 2004;50:1-17
2. Chalela JA, Kidwell CS, Nentwich LM, Luby M, Butman JA, Demchuk AM, et al. Magnetic resonance imaging and computed tomography in emergency assessment of patients with suspected acute stroke: a prospective comparison. *Lancet* 2007;369:293-298
3. Kang DW, Chalela JA, Dunn W, Warach S, NIH-Suburban Strok Center Investigators. MRI screening before standard tissue plasminogen activator therapy is feasible and safe. *Stroke* 2005;36: 1939-1943
4. Lee DH, Na DG, Ihn YK, Kim DJ, Kim EY, Kim YS, et al. Review of the Current Status of Intra-Arterial Thrombolysis for Treating Acute Cerebral Infarction: a retrospective analysis of the data from multiple centers in korea. *Korean J Radiol* 2007;In Press
5. Hjort N, Butcher K, Davis SM, Kidwell CS, Koroshetz WJ, Rother J, et al. Magnetic resonance imaging criteria for thrombolysis in acute cerebral infarct. *Stroke* 2005;36:388-397
6. Schellinger PD, Jansen O, Fiebach JB, Pohlers O, Ryssel H, Heiland S, et al. Feasibility and practicality of MR imaging of stroke in the management of hyperacute cerebral ischemia. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:1184-1189
7. Hacke W, Albers G, Al-Rawi Y, Bogousslavsky J, Davalos A, Eliasziw M, et al. The Desmoteplase in Acute Ischemic Stroke Trial (DIAS): a phase II MRI-based 9-hour window acute stroke thrombolysis trial with intravenous desmoteplase. *Stroke* 2005;36:66-73
8. Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, Kemp S, Schlaug G, Skalabrin E, et al. Magnetic resonance imaging profiles predict clinical response to early reperfusion: the diffusion and perfusion imaging evaluation for understanding stroke evolution (DEFUSE) study. *Ann Neurol* 2006;60:508-517
9. Pexman JH, Barber PA, Hill MD, Sevick RJ, Demchuk AM, Hudon ME, et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001;22:1534-1542
10. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. *N Engl J Med* 1995;333:1581-1587
11. Hacke W, Kaste M, Fieschi C, von Kummer R, Davalos A, Meier D, et al. Randomised double-blind placebo-controlled trial of thrombolytic therapy with intravenous alteplase in acute ischaemic stroke (ECASS II). Second European-Australasian Acute Stroke Study Investigators. *Lancet* 1998;352:1245-1251
12. von Kummer R, Allen KL, Holle R, Bozzao L, Bastianello S, Manelfe C, et al. Acute stroke: usefulness of early CT findings before thrombolytic therapy. *Radiology* 1997;205:327-333
13. von Kummer R, Bourquain H, Bastianello S, Bozzao L, Manelfe C, Meier D, et al. Early prediction of irreversible brain damage after ischemic stroke at CT. *Radiology* 2001;219:95-100
14. Hamann GF. Early ischemic signs should not be used as exclusion criteria in thrombolysis trials. *Stroke* 2004;35:e3-4
15. Butcher KS, Parsons M, MacGregor L, Barber PA, Chalk J, Bladin C, et al. Refining the perfusion-diffusion mismatch hypothesis. *Stroke* 2005;36:1153-1159
16. Furlan AJ, Eyding D, Albers GW, Al-Rawi Y, Lees KR, Rowley HA, et al. Dose Escalation of Desmoteplase for Acute Ischemic Stroke (DEDAS): evidence of safety and efficacy 3 to 9 hours after stroke onset. *Stroke* 2006;37:1227-1231
17. Schellinger PD, Fiebach JB, Hacke W. Imaging-based decision making in thrombolytic therapy for ischemic stroke: present status. *Stroke* 2003;34:575-583
18. Rother J, Schellinger PD, Gass A, Siebler M, Villringer A, Fiebach JB, et al. Effect of intravenous thrombolysis on MRI parameters and functional outcome in acute stroke <6 hours. *Stroke* 2002;33:2438-2445
19. Kalafut MA, Schriger DL, Saver JL, Starkman S. Detection of early CT signs of >1/3 middle cerebral artery infarctions : interrater reliability and sensitivity of CT interpretation by physicians involved in acute stroke care. *Stroke* 2000;31:1667-1671
20. Clark WM, Wissman S, Albers GW, Jhamandas JH, Madden KP, Hamilton S. Recombinant tissue-type plasminogen activator (Alteplase) for ischemic stroke 3 to 5 hours after symptom onset. The ATLANTIS Study: a randomized controlled trial. Alteplase Thrombolysis for Acute Noninterventional Therapy in Ischemic Stroke. *JAMA* 1999;282:2019-2026

J Korean Radiol Soc 2007;57:7 - 14

Diffusion-Weighted MR Images for Hyperacute Cerebral Infarction:
Design of a Quick Volume Estimation Method for Hyperintensities[1]

Myung Su Ko, M.D., Deok Hee Lee, M.D., Seong Ho Park, M.D., Hae Wook Pyun, M.D.,
Jeong Hyun Lee, M.D., Choong Gon Choi, M.D., Sang Joon Kim, M.D., Dae Chul Suh, M.D.

[1]*Department of Radiology and Research Institute of Radiolgogy, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center*

Purpose: To design a reliable and quick lesion volume estimation method for hyperintensities on diffusion-weighted images (DWI) for the evaluation of hyperacute stroke.

Materials and Methods: Twenty patients with obvious high signal lesions seen on DWI in the middle cerebral artery territory due to acute ischemia were enrolled to evaluate the performance of four tentatively designed semi-quantitative methods: the 25-area method, the 20-area method, the 10-area method, and the modified 10-area method. Two radiologists performed the volume analyses using these methods. Intraclass correlation coefficients were calculated to compare the correlation between the reference values and the measured values and to evaluate the interobserver agreement of each method.

Results: For the correlation between the measured value and the reference value, the performance of the modified 10-area method was the most powerful, with a value of 0.8981 and 0.8090 for observer 1 and 2, respectively. The interobserver agreement was satisfactory for both the 25-area method and the modified 10-area method, with a value of 0.9212 (95% CI: 0.8123 - 0.9681) and 0.9063 (95% CI: 0.7790 - 0.9618), respectively.

Conclusion: The performance of the modified 10-area method was satisfactory for both lesion volume estimation and interobserver correlation in the evaluation of an acute cerebral infarction by the use of DWI.

Index words : Brain, ischemia
Magnetic resonance (MR), diffusion study
Brain, infarction

Address reprint requests to : Deok Hee Lee, M.D., Department of Radiology and Research Institute of Radiolgogy Asan Medical Center,
388-1 Poongnap-2dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel. 82-2-3010-4352 Fax. 82-2-476-0090 E-mail: dhlee@amc.seoul.kr