

급성 허혈성 뇌경색 환자에서 동맥스핀표지 관류자기공명영상의 유용성 — Clinical Usefulness of Arterial Spin Labeling Perfusion MR Imaging in Acute Ischemic Stroke —

한서대학교 방사선학과¹⁾ · 전북대학교병원 영상의학과²⁾ · 중앙대학교병원 영상의학과³⁾ · 서남대학교 방사선학과⁴⁾
오근택^{1,2)} · 정홍량¹⁾ · 임청환¹⁾ · 조영기²⁾ · 하본철³⁾ · 홍동희⁴⁾

— 국문초록 —

본 연구는 급성 허혈성 뇌경색 환자에서 동맥스핀표지 관류자기공명영상의 임상적 유용성을 평가하고자 하였다. 급성 허혈성 뇌경색 증상으로 응급실로 내원한 환자 중 확산강조영상(DWI)의 병변의 크기가 3 cm 이상이고 역동적 자화율대조 조영증강 관류자기공명(DSC)영상, 동맥스핀표지 관류자기공명(ASL)영상을 모두 시행한 22명과 정량적 분석을 위한 정상대조군 36명을 대상으로 하였다. 사용된 장비로는 Siemens Magnetom Verio 3.0 T이고 12 Chanel Head Coil을 사용하였다. 정성적 평가는 rMTT, TTP, rCBF, rCBV, ASL지도의 병변 인지도평가와 확산강조영상과 병변의 크기 비교평가를 하였고 정량적 평가는 각 관류영상의 평균 상대값을 Mann-Whitney U test를 사용하여 병변 그룹과 정상군 그룹의 유의성을 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 병변의 인지도평가에서 TTP(95.5%), rCBF(95.5%), 지도가 가장 높았고, 둘째, 최종 뇌경색부위 연관성은 rCBV와 rCBF지도가 높게 나타났다. 셋째, 정량적 분석에서는 병변그룹의 평균 상대값은 유의하게 나타났다(p<0.05). 동맥스핀표지 관류자기공명(ASL)영상은 높은 병변의 인지율을 보여 임상에서 적용가능하다 생각되며, 정량적 상대값은 제시하기 어렵지만 참고적 자료로 사용될 수 있을 것이며 향후 지속적 연구를 한다면 뇌경색의 조기진단, 허혈성 반영부의 존재여부와 범위, 혈류역동학적평가가 가능함으로써 치료방침을 정하고 예후를 파악하는데 ASL영상이 유용할 것으로 사료된다.

중심 단어: 자기공명영상, 뇌경색, 동맥스핀표지 관류자기공명(ASL)영상, 역동적 자화율대조 조영증강 관류자기공명(DSC)영상

I. 서 론

고령화 사회로 인하여 뇌졸중의 발병률도 함께 증가되어 뇌졸중의 초기진단과 치료의 방향 및 예후를 예측하는

데 의료영상진단의 역할이 매우 중요하게 인식되고 있다¹⁾. 뇌혈관 질환에 의한 사망은 우리나라의 경우 10만 명 당 73.2명으로 악성 신생물에 이어 두 번째의 사망원인으로 알려져 있다. 뇌졸중을 크게 출혈성과 허혈성 원인으로 나눌 때, 과거 우리나라는 출혈성 뇌졸중의 비율이 높았으나, 최근 허혈성 원인이 50% 이상을 상회하면서 그 비율이 서구화되어 가고 있다²⁾. 뇌졸중 중 급성 허혈성 뇌경색은 증상이 발현한지 4~6시간 내에 진단이 가능하고 혈전용해술로 치료할 수 있으며, 짧은 시간 내에

*접수일(2011년 10월 29일), 심사일(2011년 11월 10일), 확정일(2011년 12월 5일)
교신저자: 정홍량, (356-706) 충청남도 서산시 해미면 대곡리 360번지
한서대학교 방사선학과
TEL: 041-660-1057, C.P.: 010-6292-0433
E-mail: hrjung@hanseo.ac.kr

조기진단을 위하여 방사선학적 검사 및 임상적 검사가 시행되어야 한다³⁾. 그러나 일반적으로 전산화단층촬영(Computed Tomography; CT)은 24시간 이내, 그리고 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging; MRI)은 12시간 이내에 뇌경색의 조기 진단은 어렵다⁴⁾.

허혈성 뇌경색의 조기 진단을 위한 많은 방법들이 연구되고 있으며, 양전자 방출 단층촬영(Positron Emission Tomography; PET)은 이론적으로 대사 이상을 초기에 알아낼 수 있으나 비용이 비싸고 불편화 되어있지 않으며, 자기공명분광법(MR Spectroscopy; MRS)도 시간이 오래 걸리며 불편화되어 있지 않아 널리 이용이 어렵고, 단 광자 방출 전산화단층촬영(Single Photon Emission Computed Tomography; SPECT)은 영상을 얻는데 10~20분 정도의 긴 시간이 소요되므로 움직임에 의한 인공잡음(Artifact)을 유발하게 되어 정확한 영상을 얻기 힘들게 된다⁵⁾.

자기공명영상의 발달과 함께 확산강조영상기법은 초기의 허혈성 뇌경색의 발견에 상당히 민감하다는 것이 입증되었으며, 국내에서도 임상분야에서 뇌경색의 조기진단에 보편적으로 이미 이용되고 있다⁶⁻⁸⁾. 그러나 뇌혈류의 변화는 밝혀내지 못하고 있는데, 관류자기공명영상(Perfusion MR Imaging)은 허혈성 뇌경색의 조기 발견뿐만 아니라 뇌의 혈류 역학적 정보도 얻을 수 있기 때문에 임상적 연구가 활발히 이루어지고 있다⁹⁾. 특히 급성 뇌경색 환자에서 관류자기공명영상과 확산강조자기공명영상을 같이 시행할 경우 허혈성 경계부위(Ischemia Penumbra)의 평가에 도움을 주어 가역성 괴사와 비가역성 괴사의 구별에 도움을 주고 있다⁴⁾. 또한 허혈성 경계부위를 영상으로 나타내게 될 경우 뇌 혈전용 해술 같은 적극적인 치료의 대상이 되는 환자를 선별하고, 치료 효과를 평가하는데 유용하게 쓰일 수 있다는 연구가 보고되고 있다²⁾.

최근 고자기장 장치의 보급 확대와 기술이 향상되면서 조영제의 자화감수성효과 증가와 동맥스핀표지 관류자기공명영상을 임상에 사용하기에 매우 근접한 상태가 되었다. 허혈성 뇌경색의 진단에 있어서 역동적 자화율대조 조영증강 관류자기공명영상(Dynamic Susceptibility weighted Contrast enhanced perfusion MR imaging; DSC)은 일차 통과 관류영상으로 뇌의 관류를 평가할 수 있는 진단 방법으로 이미 많은 선행 연구논문에서 증명해 왔다. 그러나 동맥스핀표지 관류자기공명영상(Arterial Spin Labeling perfusion MR imaging; ASL)과 함께 평가한 선행 연구는 많지 않다. ASL영상은 조영제를 사용하지 않고 혈액을 자화시켜 상대적 뇌혈류(Cerebral Blood Flow; rCBF) 지도를 얻어서 뇌혈류를 정량적으로

평가하는 방법이다⁸⁾.

본 연구에서는 확산강조영상에서 병변 크기가 3 cm 이상 급성 허혈성 뇌경색 환자를 대상으로 ASL과 DSC영상의 각 지도에서 병변 인지도평가와 확산강조영상과 병변의 크기를 비교평가 하여 허혈성 반음영 부위평가에 민감한 지도와 최종 경색에 적합한 지도를 제시하고, 정량적 평가에서는 정상그룹과 비교하여 평균 상대값의 유용성을 평가하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2010년 1월부터 2010년 9월까지 3차 의료기관 J병원 응급실로 내원한 급성 허혈성 뇌경색 환자 중에 확산강조영상(DWI)의 병변의 크기는 장축을 기준으로 3 cm 이상이고, 역동적 자화율대조 조영증강 관류자기공명(DSC)영상, 동맥스핀표지 관류자기공명(ASL)영상을 모두 시행한 22명(남: 12 여: 10, 평균연령: 67.7세)과 정량적 분석을 위한 정상대조군 DSC-21명(남: 7 여: 14, 평균연령: 57.5세)과 ASL-15명(남: 11 여: 4, 평균연령: 53세), 총 58명을 대상으로 검사를 시행하여 비교분석하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용된 기기는 3.0T MRI장비(Magnetom Tim Verio, Siemens, Germany)와 12 Channel Head Coil을 사용하였으며, 확산강조영상은 Spine Echo-Echo Planner Imaging(SE-EPI) 기법을 이용하여 확산경사자계를 X, Y, Z축 세 방향으로 가한 후, 등방향 영상을 얻었다. 영상을 얻기 위한 영상변수로는 TR/TE는 5,700/97 msec, matrix 162×162, FOV 220×220, 절편 두께 4 mm, 절편간격 1.4 mm, 4 NEX, b factor=1,000 sec/mm²의 영상변수를 사용하였다. 역동적 자화율 대조 조영증강(DSC) 관류영상은 Gradient Echo EPI기법으로 TR/TE는 1,900/30 msec, matrix 128×128, FOV 230×230, flip angle 90°, 절편두께 4 mm, 절편간격 1.4 mm, 1 NEX의 영상변수를 사용하였다. 25개의 절편 위치를 정한 후 6번의 기준 스캔(baseline scan)을 하고 나서 1.0 mmol/ml 농도의 조영제(Gadovist, Schering AG, Germany) 10 cc 정맥주사를 자동주입기를 통해 초당 3 cc의 주입속도로 주입하였다.

조영제가 처음 뇌조직을 통과하는 96초 동안 25개의 단면 당 각각 60개씩 총 1,200개의 영상을 얻었다. 데이터를 장비에 내장되어 있는 영상처리프로그램(3.0T Siemens Magnetom Verio Syngo software)을 사용하여 rMTT, TTP, rCBF, rCBV의 혈류역학적 지표에 의한 네 가지 후처리영상을 만들었다. ASL 관류자기공명영상은 Gradient Echo EPI기법으로, Pulsed ASL방법을 사용 하였으며, Pefusion mode PICORE Q2T, TR/TE는 2,800/20 msec, Inversion time 1(TI1) 700ms, Saturation stop time (TIs) 1,600ms, Inversion time 2(TI2) 1,800ms, Flow limit 100 cm/s, matrix 100× 100, FOV 250×250, flip angle 90°, 절편두께 6 mm, 절편간격 1.4 mm, 1 NEX의 영상변수를 사용하였으며, 12개의 영상위치를 정한 후 91번 측정하였고, 총 검사시간은 4분 12초였다. 획득한 데이터는 내장된 영상처리프로그램을 사용하여 뇌혈류(rCBF) 후처리 영상을 얻었다.

3. MR영상의 평가

1) 정성적 평가

정성적인 평가는 1명의 영상의학전문의와 방사선사 3명이 영상처리프로그램(3.0T Siemens Magnetom Verio Syngo software)과 영상저장 및 전송체계(Picture Archiving and Communication System, PACS; Maroview version 5.3, Marotech, Seoul, Korea)를 통하여 다음과 같이 분석하였다.

확산강조영상의 병변의 장축을 기준으로 3 cm 이상 그룹을 대상으로 관류영상의 병변의 인지도평가를 인지하지 못함(Undetectable), 의심스러움(Suspicious), 인지함(Detected) 3단계로 평가하였으며, 확산강조영상의 병변크기와 각 그룹별 관류영상 병변의 크기를 비교한 평가는 평가불가(No visible), 확산영상의 병변크기보다 적다(Smaller), 같다(Same), 크다(Larger) 4단계로 평가하였다.

2) 정량적 평가

역동적 자화율대조 조영증강 관류자기공명(DSC)영상의 각 지도(rMTT, TTP, rCBF, rCBV)와 동맥스핀표지 관류자기공명(ASL)영상의 지도(rCBF)에서 확산강조영상의 병변과 일치하는 부위에 관심구역(region of interest: ROI)을 설정하고, 반대측 정상부위에도 관심구역을 설정하여 정상측에서 측정한 값을 반대측에서 측정한 값으로 나누어 상대값을 구하였다($p < 0.05$). 정상군 그룹에서는 기저핵이 잘 보이는 단면을 선택해서 회백질과 백질부분

이 모두 포함되게 관심구역을 설정하여 동일한 방법으로 상대값을 구해 평가하였다($p < 0.05$).

3) 통계학적 분석

통계처리는 SPSS 12.0 version for Window를 이용하여 측정값의 평균±표준편차로 표시하였다. 병변의 인지도 평가와 병변면적의 비교 평가는 Chi square test, Kruskal-Wallis test로 하였다. 정량적 분석에서 정상군 그룹과 병변그룹의 차이를 알아보기 위해 각각의 관류지도의 평균값을 Mann-Whitney U test($p < 0.05$)를 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 연구대상 분석

본 연구 대상자는 남자 30명(51.7%), 여자 28명(48.3%)이고, 병변이 있는 22명(37.9%)과 정상대조군 36명(62.1%)으로 총 58명이었다. 정상대조군은 DSC-21명(남: 7 여: 14, 평균연령: 57.5세)과 ASL-15명(남: 11 여: 4, 평균연령: 53세)이었다(Table 1), (Table 2), (Table 3).

Table 1. study subjects (n=58)

		n	%
sex	male	30	51.7
	female	28	48.3
lesion	be	22	37.9
	no	36	62.1

Table 2. patient group study subject (n=22)

		n	%
sex	male	12	54.5
	female	10	45.5

Table 3. normal comparion group (n=36)

	DSC		ASL	
	n	%	n	%
male	7	33.3	11	73.3
female	14	66.7	4	26.7
Total	21	100.0	15	100.0

2. 정성적 평가

1) 병변의 인지도 평가

3 cm 이상 그룹의 병변의 인지도 평가에서 병변 발견

율은 TTP(95.5%)와 rCBF(95.5%)가 높았고, rMTT (90.9%), ASL(90.9%), CBV(86.4%) 순으로 나타났으며, 병변이 의심스러운 경우는 rMTT(9.1%), TTP(4.5%), rCBF(4.5%), rCBV와 ASL(0%) 나타났고, 병변을 인지할 수 없는 경우는 rCBV(13.6%)와 ASL(9.1%)으로 나타났다 (Table 4).

영상을 살펴보면 확산강조영상에서 오른쪽 중대뇌 영역에 급성 뇌경색이 있는 환자로 DSC 관류영상의 rMTT, TTP지도에서 병변의 인지와 관류지연소견을 명확히 확인할 수 있었으며, rCBF와 rCBV지도에서도 병변의 인지와 관류결손소견을 확인할 수 있었다. ASL 관류영상에서도 마찬가지로 병변의 인지와 관류결손소견을 보이는 것으로

Table 4. Evaluated recognition on each maps(DSC, ASL) Compare with Diffusion Weighted Imaging in group more than 3 cm (n=22)

	DSC						ASL			
	rMTT		TTP		rCBF		rCBV		rCBF	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Undetectable	-	-	-	-	-	-	3	(13.6)	2	(9.1)
Suspicious	2	(9.1)	1	(4.5)	1	(4.5)	-	-	-	-
Detected	20	(90.9)	21	(95.5)	21	(95.5)	19	(86.4)	20	(90.9)
Total	22	(100.0)	22	(100.0)	22	(100.0)	22	(100.0)	22	(100.0)

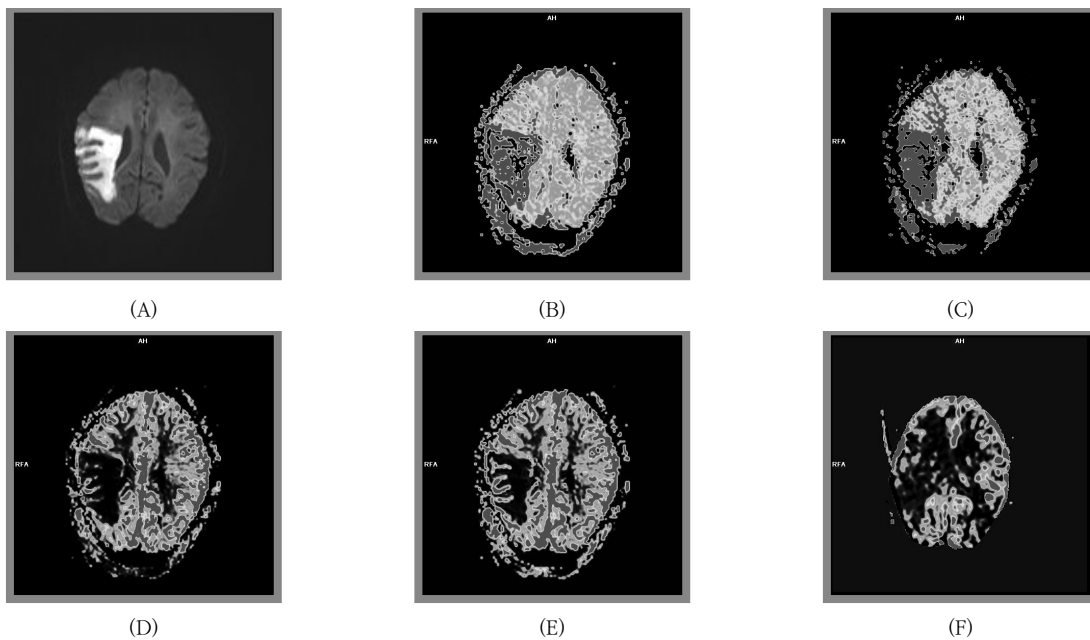


Figure 1. Acute cerebral infarction in Rt middle cerebral artery territory
 (A): Diffusion weighted image shows a bright high signal intensity in infarcted lesion
 (B): rMTT. (C): TTP. (D): rCBF. (E): CBV. (F): ASL maps depict decreased perfusion

Table 5. Lesion size of Four Methods of perfusion 4maps, ASL compared with DWI in >3 cm infarction group (n=22)

	DSC								ASL	
	rMTT		TTP		rCBF		rCBV		rCBF	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
No Visible	-	-	-	-	-	-	4	(18,2)	-	-
Smaller	3	(13,6)	4	(18,2)	13	(59,1)	14	(63,6)	3	(13,6)
Same	8	(36,4)	5	(22,7)	6	(27,3)	4	(18,2)	5	(22,7)
Larger	11	(50,0)	13	(59,1)	3	(13,6)	-	-	14	(63,6)
Total	22	(100,0)	22	(100,0)	22	(100,0)	22	(100,0)	22	(100,0)

Table 6. Comparison of the average between >3 cm infarction group and normal comparison group

	DSC				ASL
	rMTT	TTP	rCBF	rCBV	rCBF
infarction group	1,69±0,48 .000*	1,72±2,09 .000*	0,26±0,19 .000*	0,50±0,45 .000*	0,47±5,43 .000*
normal comparison group	0,98±0,04	0,99±0,02	1,02±0,07	0,99±0,05	1,09±0,16

*p< 0,05

*Mann-Whitney U test was performed.

나타났다(Figure 1).

2) 확산강조영상과 관류지도 병변의 크기 비교평가

병변의 크기 비교평가에서 확산강조영상보다 작은 경우는 CBV(63,6%), rCBF(59,1%), TTP(18,2%), rMTT(13,6%), 같은 경우는 rMTT(36,4%), rCBF(27,3%), TTP(22,7%), ASL(22,7%), rCBV(18,2%), 큰 경우는 TTP(59,1%), ASL(63,6%), rMTT(50,0%), rCBF(13,6%) 순으로 나타났다(Table 5).

3. 정량적 평가(정상그룹과 관류영상의 비교)

정량적 분석에서 정상그룹의 평균 상대값은 각각 rMTT(0,98±0,04), TTP(0,99±0,02), rCBF(1,02±0,07), rCBV(0,99±0,05), ASL(1,09±0,16)로 나타났고, 병변그룹의 평균 상대값은 rMTT(1,69±0,48), TTP(1,72±2,09), rCBF(0,26±0,19), rCBV(0,50±0,45), ASL(0,47±5,43)로 나타났다. 정상그룹에 비해 rMTT와 TTP 지도에서는 각각 1,69초 1,72초 지연된 시간을 보였으며, 통계적으로 유의하였다(p<0,05). rCBF, rCBV, ASL 지

도에서는 rCBF=0,26, rCBV=0,50, ASL=0,47의 혈류량 감소 소견을 보였고, 통계적으로도 유의하였다(p<0,05), (Table 6).

V. 고 찰

급성기 뇌경색의 치료의 목적은 막힌 혈관을 재개통하여 가역적 뇌허혈 부위를 되살려서 최종 뇌경색의 크기를 줄여 신경학적 결손을 최소화하는데 목적이 있으며, 초기에 가역적 뇌허혈 부위를 알아낼 수 있는 뇌관류 영상은 예후 예측과 치료의 결정에 있어 중요하다¹⁰⁻¹¹⁾. 성인의 정상 뇌혈류는 약 50~55 ml/100g/minute로 알려져 있다. 뇌혈류가 정상의 35% 이하로 감소하여 조직의 대사적 요구량에 미달되면 신경세포의 구조적인 손상은 나타나지 않으나 뇌허혈이 일어나기 때문에 신경세포의 신호 전달 기능에 문제가 생겨 뇌파 이상과 함께 뇌기능 장애가 발생한다. 그러나 뇌혈류가 20% 이하로 더욱 감소하면 비가역적인 신경세포의 손상, 즉 뇌경색이 초래된다¹²⁻¹³⁾. 뇌혈류 감소에 의해 산소공급이 감소되면 세포벽

에 위치한 세포막 평형을 유지하는데 필수적인 Na^+/K^+ 펌프에 장애가 생긴다. 그리하면 세포막을 중심으로 이온 경사가 없어져 물이 세포외 구역에서 세포내 구역으로 이동하여 세포의 안쪽으로 물과 Na^+ 가 축적되어 세포 독성 부종이 초래되는 것으로 보고하고 있다¹⁴⁾. 혈류량이 정상인 20~35%(10~20 ml/100 g/minute) 사이에 있는 뇌조직은 최소한의 대사에 필요한 혈류량은 유지되어 있는 부위로서 허혈성 반음영부(Ischemic Penumbra)라 한다⁴⁾. 즉 허혈성 반음영부는 허혈상태를 보상하기 위하여 혐기성 포도당 대사율이 증가되어 있고, 혈류가 정상으로 회복되면 그 기능도 회복되는 가역적인 손상을 받은 부위로 정의된다. 이러한 허혈성 반음영부의 뇌조직은 시간에 따라 매우 역동적으로 변하여 혈류 차단 초기에는 뇌경색의 주위를 둘러싸며 비교적 넓은 영역을 차지하나 시간이 지남에 따라 내측부터 서서히 경색으로 이행되어 그 영역이 점차 감소하는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 뇌혈관 폐색의 초기에 비가역적인 손상의 정도를 예측하고, 혈전용해 치료 후에 살릴 수 있는 뇌조직을 식별할 수 있게 해 주는 여러 가지 지표들을 필요로 하게 되었다. 이 중에 허혈성 반음영부가 임상적으로 가장 중요하다 할 수 있고, 이러한 실험적 혹은 임상적인 연구들은 허혈성 반음영부를 찾는 데 많은 주안점을 두고 있다. 급성 뇌경색 환자에서 관류자기공명영상과 확산강조영상을 같이 시행할 경우 병변을 조기에 발견할 뿐 아니라 허혈성 경계부위(Penumbra)의 평가에 도움을 주어 가역성 괴사부위와 비가역성 괴사부위를 구별할 수 있다고 하였고¹³⁾, 허혈성 경계부위는 관류영상에서는 관류결손으로 나타나고, 확산강조영상에서는 정상으로 보이기 때문에 허혈성 경계부위를 가진 초급성 또는 급성 뇌경색 환자에서는 확산강조영상보다 관류자기공명영상에서 병변의 크기가 크다고 보고하고 있다¹⁶⁾. 본 연구 결과에서는 확산강조영상의 병변의 크기와 발생 시기, 혈관폐색위치 따라 병변의 인지도와 병변의 크기 비교평가에서 각 관류자기공명영상 지도에서 다양하게 나타났다고 할 수 있다. rMTT는 혈류 혹은 조영제가 동맥으로 들어와 정맥으로 나가는데 걸리는 평균 시간이다. rMTT 지도는 다른 지도에 비해 가장 크게 결손범위를 나타내어 최대 관류장애의 부위 즉 허혈중심부를 포함한 허혈성 반음영(penumbra)까지 반영한다고 보고되고 있다¹⁷⁻¹⁸⁾. 본 연구의 결과 중 22예 중 11예가 확산강조영상 보다 크게 나타났고, 인지도는 20예(90.9%), 정량적 평가에서도 rMTT 평균 상대값이 1.69 ± 0.48 로 정상측과 유의한 차이를 보였다. 이는 rMTT지도가 허혈성 반음영을 반영하는 지표가 될 수 있다고 할 수 있다.

TTP지도는 rCBF가 최고치에 도달하는 시간으로 이는 다시 조영제가 최고 농도에 도달하는 시간과 같다. TTP지도는 관류지연이 있는 부위를 나타내고 뇌혈류 장애가 있을 때 매우 민감하게 반응하며 rMTT지도에서의 관류결손 범위와 비슷하게 나타난다¹⁹⁻²⁰⁾. 본 연구에서도 rMTT지도와 유사한 결과를 보였으며, 이는 뇌혈류 장애가 있을 경우 최고농도에 도달하는 시간이 지연되면 평균 이동시간도 따라서 지연되기 때문으로 생각된다. 단점으로는 뇌관류의 간접적인 측정방법으로 급성 허혈없이 만성적인 경동맥 협착환자에서 TTP의 지연이 나타날 수 있어 급성 허혈의 위험지역을 과대측정 할 수 있다. rCBF는 동맥, 소동맥, 모세혈관, 소정맥, 정맥, 정맥동에서 일어나는 저항을 포함하는 혈관계를 지나는 혈류의 흐름으로 그 단위는 ml/100g/min으로 나타내며, 이는 조직 100g 당 1분간 지나는 혈류량 혹은 조영제 양을 말한다. CBF 지도는 관류결손을 직접적으로 반영함으로써 뇌경색의 범위를 예측할 수 있는 방법으로 알려져 있으며, rCBF지도에서 정상으로 보이나 rMTT 또는 TTP지도에서 관류지연으로 나타나는 경우는 조영제의 평균 통과시간이나 최대농도 도달시간이 지연되어 있지만 측부 순환의 발달로 인하여 정상부위와 비슷한 정도의 뇌혈류량을 갖고 있는 아직 경색에까지 이르지 않은 부위로 해석할 수 있다¹⁰⁾. 본 연구에서는 병변인지도평가에서 22예 중 21예(96.5%)로 TTP지도와 함께 가장 높게 나타났고, 병변크기 비교평가에서 같거나(27.3%) 작은 경우(59.1%), 정량적 평가에서는 rCBF=0.26으로 혈류감소 소견을 보였다. 병변이 커질수록 측부순환은 상대적으로 적어짐으로써 민감도가 높아지는 결과를 가져오게 된다. 이는 조직생존력이나 최종 뇌경색의 범위를 예측할 수 있으며 믿을 수 있는 지도로 평가되었다고 생각된다. rCBV는 동맥, 소동맥, 모세혈관, 소정맥, 정맥, 정맥동에서 일어나는 저항을 포함하는 혈관계를 지나는 혈액의 양을 말하며, 그 단위는 ml/100g으로 나타내며 이는 조직 100g당 혈류량 혹은 조영제 양을 말한다. rCBV지도는 관류결손에 의한 혈용적 감소 부위를 반영하나 관류결손의 심한 정도와 자동보상조절기전에 의해 영향을 받으므로 그 범위가 크거나 작게 다양하게 나타날 수 있다. 또한 측부혈행을 잘 반영하여 최종 경색범위와 상당히 일치율이 높은 것으로 알려져 있다. 특히 rMTT지도와 거의 일치하여 rCBV지도의 이상이 보인다면 그 부위는 유의한 측부혈행이 없는 상태로 볼 수 있으며 모두 최종 경색을 초래할 것을 예측할 수 있다. 반대로 rMTT지도에서의 관류결손부위가 rCBV지도에서 관류가 정상 또는 오히려 증가된 것으로 나타난다면, 그

것은 측부 혈류량이 잘 발달되어 있다는 것을 의미하며, 때로는 이미 재개통된 경우에도 볼 수 있다²⁾. 확산강조영상에서 고신호를 보이는 부분 중 일부는 정상으로 회복될 수 있다는 것과 일반적으로 관류지도와 최종 경색의 크기는 rCBV지도, 최종경색, rCBF지도, rMTT지도 순으로 알려져 있다²¹⁻²³⁾고 보고한 내용에 비춰 rCBV지도가 최종 경색과 연관성이 높다고 할 수 있겠다. 본 연구에서도 병변 인지도평가는 22예 중 19예(86.4%)로 가장 낮았고, 병변의 크기 비교평가에서 같거나 4예(18.2%), 적은 경우 14예(63.6%), 정량적 평가에서 rCBV=0.47로 측부혈류를 잘 반영하며 최종경색범위와 상당히 일치율이 높은 것으로 생각된다.

ASL영상은 DSC영상과는 다르게 조영제를 사용하지 않고 인체 내에 존재한 혈액에 있는 수분 양성자의 자기화에 기초하여 첫 번째 영상의 혈액은 자화없이 영상을 얻고, 두 번째 영상은 혈액을 자화시켜 영상을 얻은 두 영상의 차가 혈류에 비례한 뇌혈류 영상을 얻는 것이며, 조영제를 주입하지 않기 때문에 현재 FDA에서 신장에 문제가 있는 환자에게는 조영제 사용을 제한하라는 시점이라 이들 환자나 소아환자 또는 뇌경색과 같이 병의 진행을 추적 연구하는데 유용하게 사용할 수 있다²⁴⁾. 병변의 인지도는 rMTT와 마찬가지로 22예 중 20예(90.9%)로 높게 인지하였고, 정량적 평가에서 rCBF=0.47, 병변의 크기 비교에서는 큰 경우가 22예 중 14예(63.6%)로 다른 지도에 비해 가장 높게 나왔다. 이러한 결과는 첫째, 인지도 평가에서 높게 나온 것과 일치하는 소견이라 생각된다. 둘째, 뇌혈관 질환에서 근위부 동맥폐색에 따른 측방부 혈류 때문에 뇌혈류가 매우 늦게 뇌조직에 도달하는 경우 혈류가 과소 추정된 결과라 생각되며, 따라서 동맥표지관류영상은 최종 경색부위와 반응영역이 함께 존재한다고 할 수 있으며, 최종 경색 평가에는 적합하지 않고 병변 인지도평가와 반응영역 평가에는 도움이 된다고 생각된다. DSC, ASL 모든 관류지도의 정량적 평가에서 모두 유의성 있는 결과가 나와(p<0.05), 정성적 평가가 어려운 경우 상대값을 구해 평가하면 병변의 인지도평가에 도움을 줄 것으로 기대된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 병변그룹의 수와 정상군 그룹의 대상자 수가 통일되지 못한 점이다. 둘째, 영상평가에 있어서 병변의 발생시점 및 검사시간, 치료시기, 추적검사, 자동조절기전에 의한 측부혈류를 고려하지 못한 점이다. 셋째, 병변영역별, 부위별(피질회백질, 심부백질), 관류량 평가가 없었던 점과 시각적 평가에서 주관적인 평가가 있을 수 있는 점이다.

VI. 결 론

본 연구에서 확산강조영상(DWI)에서 급성 허혈성 뇌경색으로 진단받은 환자 중 동맥스핀표지 관류자기공명(ASL)영상과 역동적 자화율 대조 조영증강 관류자기공명(DSC)영상을 시행한 22명과 정량적 분석을 위한 정상대조군 36명을 대상으로 비교분석한 결과는 다음과 같이 나타났다.

첫째, 병변의 인지도평가에서 정성적 분석결과 TTP와 rCBF지도가 가장 높은 병변의 인지율을 보였고, ASL지도에서도 높은 인지율(90.9%)로 나타났다.

둘째, 확산강조영상과 관류영상의 면적을 비교한 결과 큰 경우가 ASL(63.6%), TTP(59.1%), rMTT(50.0%)로 허혈성 반응영역 예측에 도움을 주는 것으로 나타났다.

셋째, rCBV지도가 같거나(18.2%), 작은 경우는(63.6%)로 나왔고, rCBF지도는 같은 경우(27.3%), 작은 경우(59.1%)로 최종 뇌경색부위 연관성은 rCBV와 rCBF지도가 높게 나타났다.

넷째, 정량적 분석에서는 병변그룹의 평균 상대값은 rMTT(1.69 ± 0.48), TTP(1.72 ± 2.09), rCBF(0.26 ± 0.19), rCBV(0.50 ± 0.45), ASL(0.47 ± 5.43)로 나타났고, 검사장비나 측정방법 등에 따라 관류량이 달라 부위별 평균 관류량이나 경계치를 제시하기는 어렵지만, ASL, DSC, 관류지도 모두 유의성이 있는 것으로 나타났다(p<0.05).

본 연구 결과 ASL영상은 높은 병변의 인지율을 보였으며, 정량적 상대값은 참고적 자료로 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 지속적 연구를 하다면 추후 뇌경색의 조기 진단, 허혈성 반응부의 존재여부와 범위, 치료방침을 정하고 예후를 파악하는데 ASL영상이 임상적으로 매우 유용할 것으로 사료됩니다.

참 고 문 헌

1. National Institute of Neurological Disorders and Stroke(NINDS) rt-PA Stroke Study Group. Tissue plasminogen activator for acute ischaemic stroke: *N Engl J Med* 333, pp.1581-1587, 1995
2. 이덕희, 이정현: 급성기 허혈성 뇌경색의 자기공명영상, 대한방사선의학회지 제50권, pp.1-17, 2004
3. Mayer Te, Homann GF, Baranczyk J: Dynamic CT perfusion imaging of acute stroke, *AJNR Am J Neuroradiol* 2, pp.1441-1449, 2000

4. Reichenbach JR, Rother J, Jonetz-Mentzel L, et al: Acute stroke evaluated by time-to-peak mappiingn during initial and early follow up perfusion CT studies. *AJNR Am J Neuroradiol* 20, pp.1842-1850, 1999
5. 최준호, 서정진, 김재규 등: 급성 허혈성 뇌경색 환자에서 관류 전산화단층촬영의 유용성, 대한방사선의학회지 제49권, pp.7-14, 2003
6. 이준원, 변상진, 김은주: 급성기 허혈성 뇌졸중 환자에서 관류자기공명영상과 확산강조 자기공명영상의 비교. *대한신경과학회지*, 제18권 pp.535-543, 2000
7. Barbier EL, Lamalle L, Decorps M: Methodology of brain perfusion imaging. *J Magn Reson Imaging* 13, pp.496-520, 2001
8. Brown GG, Clark C, Liu TT: Measurement of cerebral perfusion with arterial spin labeling: Part 2. Applications. *J Int Neuropsychol Soc* 13, pp.526-538, 2007
9. Moulin T, Cattin F, Crepin-Leblond T, et al: Early CT signs in acute middle cerebral artery infarction: Predictive value for subsequent infarct locations and outcome. *Neurology* 47, pp.366-375, 1996
10. 제한준, 장기현, 송인찬: 급성 뇌경색 환자에서 관류 MR 영상-T2 강조영상과 확산강조영상과의 비교, 대한방사선의학회지 제43권, pp.1-8, 2000
11. Liu Y, Karonen JP, Vannien RL, Nuutinen J, Koskela A, Soimakallio S, Aronen HJ: Acute ischemic stroke; predictive value of 2D phasecontrast MR angiography-serial study with combined diffusion and perfusion MR imaging *Radiology* 231, pp.517-527, 2004
12. 김준태, 신대수, 남태승: 급성기 허혈성 뇌경색에서 Perfusion CT의 임상적 유용성, 대한신경과학회지, 제20권 제6호, pp.585-591, 2002
13. 이영한: 급성 중대뇌동맥 뇌경색 환자에서 일차 통과 관류 CT 영상의 유용성, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2004
14. 서정진: 확산과 관류자기공명영상의 임상적 적용-방사선과적 견해, 대한 뇌졸중 학회지 제2권, pp.14-17, 2000
15. 장기현, 김인원, 한문희: 신경방사선과학, 일조각, 2000
16. Sorensen Ag, Tievsky AL, Ostergaard L, Weisskoff RM, Rosen BR: Contrast agents in functional MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 7, pp.47-55, 1997
17. Sorrensen AG, Buonanno FS, Gonzalez RG, et al: Hyperacute stroke: evaluation with combined multisection diffusion-weighted and hemodynamically weighted echo-planar MR imaging. *Radiology* 199, pp.391-401, 1996
18. Barber PA, Darbu DG, Desmond PM, Yang Q, Gerraty RP, Jolley D, et al: Prediction of stroke outcome with echo planar perfusion-diffusion weighted MRI. *Neurology* 51, pp.418-426, 1998
19. 최준호, 서정진, 김재규 등: 급성 허혈성 뇌경색 환자에서 관류 전산화단층촬영의 유용성, 대한 방사선의학회지 제49권, pp.7-14, 2003
20. 조광호, 배성진: 모야모야병에서 펄스 동맥 스핀표지 영상과 고식적인 관류자기공명영상의 비교, 방사선기술과학 제30권 4호, pp.427-433, 2007
21. 김상준: Acute Stroke Imaging Protocal, 방사선과학 연수강좌, 2004
22. 허미옥, 김상준, 이덕희, 최중근: 급성 뇌경색에서 확산 및 관류 MR 영상을 이용한 허혈성 반영부의 소생가능성 평가, 제56권, pp.423-430, 2007
23. Beauchamp NJ Jr, Bryan RN: Acute cerebral ischemic infarction: a pathophysiologic review and radiologic perspective. *AJR Am J Roentgenol* 171, pp.73-84, 1998
24. 대한자기공명의과학회: 자기공명영상학, pp.243-275, 일조각, 2008

• Abstract

Clinical Usefulness of Arterial Spin Labeling Perfusion MR Imaging in Acute Ischemic Stroke

Keun-Taek Oh^{1,2)} · Hong-Ryang Jung¹⁾ · Cheong-Hwan Lim¹⁾ · Young-Ki Cho²⁾ ·
Bon-Chul Ha³⁾ · DOUNG-HEE HONG⁴⁾

¹⁾Department of Radiological Science, Hanseo University

²⁾Department of Diagnostic Radiology Chonbuk National University Hospital

³⁾Department of Diagnostic Radiology Chungang University Hospital

⁴⁾Department of Radiological Science, Seonam University

We evaluated clinical usefulness of Arterial spin labeling perfusion MR imaging on the acute ischemic cerebral infarction patients through this study.

We compared 22 patients who were done with DSC imaging and ASL imaging in admitted emergency room with acute ischemic cerebral infarction, with 36 normal comparison persons (DSC image on 21persons, ASL images on 15persons). Siemens Magnetom Verio 3.0T with 12 channel head coil was used for this study. DSC image obtained 4 maps(rCBV, rCBF, rMITT, TTP) through post-processing. For qualitative analysis we compared the area of lesion macro-diagonal with the size of diffusion weighted MR image for rMITT, TTP, rCBF, rCBV, ASL maps. For Quantitative analysis we analyzed significant correlations between less than 3 cm infarction group and normal comparison group using mean relative value of flowing image with Mann-Whitney U test. TTP(95.5%) and rCBF(95.5%) maps showed high recognition rate in qualitative analysis for >3cm infarction group. The rCBF and rCBV map tests were highly related with final stage stroke areas. Mean relative value of infarction group showed a significant correlations in quantitative analysis($p < 0.05$). As a conclusion, arterial spin labeling image showed high lesion recognition rate in the >3cm infarction group. Mean relative values in quantitative evaluation were used for reference data. If we do more sustainable researches, ASL image will be useful for an early diagnosis of cerebral infarction, determination of the range of ischemic penumbra and effective treatments.

Key Words : MRI, Cerebral Infarction, Arterial Spin Labeling (ASL)perfusion MR imaging, Dynamic Susceptibility weighted Contrast enhanced(DSC) perfusion MR imaging