

뇌동맥류파열에 의한 지주막하 출혈환자의 예후평가에 있어서 아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT의 유용성

한양대학교병원 핵의학과, 신경외과¹, 한양대학교 구리병원 신경외과², 관동대학교 명지병원 신경외과³
최윤영, 김재민², 김광명¹, 최일승³, 조석신

Utility of Acetazolamide-Enhanced Brain Perfusion SPECT in Predicting Outcome of the Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage

Yun-young Choi, M.D., Jae-min Kim, M.D., Kwang-Myung Kim, M.D., Il-Seung Choe, M.D., Sukshin Cho, M.D.

Departments of Nuclear Medicine and Neurosurgery¹, Hanyang University Hospital, Seoul, Korea

Department of Neurosurgery, Hanyang University Kuri Hospital², Kuri, Korea

Department of Neurosurgery, Kwandong University Myeongy Hospital, Koyang, Korea

Abstract

Purpose: Vasospasm is a complication of aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH). We assessed the role of acetazolamide-enhanced brain perfusion SPECT (ACZ-SPECT) with Tc-99m ECD for predicting the prognosis of patients with aSAH. **Materials and methods:** Two SPECT studies (baseline with 740 MBq and ACZ-SPECT with 1480 MBq) with image subtraction were performed in 21 patients with aSAH. All patients had brain CT and angiogram. Vasoreactivity on ACZ-SPECT, perfusion defect on baseline SPECT, and vasospasm on angiogram were correlated with Hunt-Hess grading, extent of SAH (unilateral or bilateral) on CT, and clinical outcome. Vasoreactivity was considered decreased when cerebral/cerebellar uptake ratio difference from baseline SPECT to ACZ-SPECT was greater than 2SD of normal control values. **Results:** Decreased vasoreactivity was observed in 38% (8/21), perfusion defect in 81% (17/21), and vasospasm in 38% (8/21). The preserved vasoreactivity group showed better outcome scale (92%, 12/13) and the decreased vasoreactivity group showed poorer outcome scale (62.5%, 5/8) (p=0.014). Extensive SAH was more frequently seen in the decreased vasoreactivity group (87.5%, 7/8) than in the preserved vasoreactivity group (30.7%, 4/13)(p=0.017). The perfusion defect and vasospasm did not show good correlation with outcome scale, extent of SAH, and Hunt-Hess grading (p=ns). Vasoreactivity represented the patient's outcome better than the vasospasm in all of the vasoreactivity/vasospasm-mismatched cases (6 cases). **Conclusions:** Our data show that decreased vasoreactivity on ACZ-SPECT does not always represent vasospastic condition. But patients with decreased vasoreactivity reveal poorer outcome than patients with angiographic vasospasm do. Therefore ACZ-SPECT is a valuable, noninvasive test for predicting the prognosis of patients with aSAH. (Korean J Nucl Med 2001;35:241-250)

Keywords: Tc-99m ECD, Brain SPECT, Acetazolamide, Vasoreactivity, Subarachnoid Hemorrhage, Vasospasm

Corresponding Author: Suk shin Cho

Received Jul. 23, 2001; accepted Aug. 18, 2001

Corresponding Author : Yun-young Choi

Department of Nuclear Medicine, Hanyang University Hospital, 17, Haengdang-dong, Seongdong-ku, 133-792, Seoul, Korea

Tel: 82-2-2290-9263 Fax: 82-2-2281-0475 E-mail: yychoi@hanyang.ac.kr

이 논문은 한국학술진흥재단 1997년도 학술연구조성비 지원에 의해 이루어졌음.

서 론

뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈 환자에서 발생하는 뇌혈관수축은 적절한 치료를 받지 못할 경우 약 20%에서 사망 또는 영구적인 신경 손상을 입게 되는 치명적인 합병증으로 조기 진단과 치료가 중요하다.¹⁾ 지주막하출혈 후 의식저하를 일으키는 합병증으로는 혈관수축 외에도 재출혈, 수두증, 뇌부종, 전해질불균형 등이 있는데, 혈관수축은 임상 증상만으로는 이들과 감별되지 않으며, CT촬영으로도 진단이 쉽지 않다.¹⁻³⁾ 확진을 위해서는 뇌혈관촬영을 해야 하는데,^{1, 4)} 침습적인 방법이므로 뇌혈관수축이 의심된다고 일상적으로 시행하기는 곤란한 점이 있다. 또한 뇌혈관촬영을 시행하더라도 작은 관동 혈관(perforator)들이나 경미한 혈관수축을 잘 관찰할 수 없으며, 뇌혈관수축이 관찰되더라도 이중 30-35%만이 신경학적 증상을 동반하고, 또 혈관경련이 진단되고 나서도 1-3일 후에야 증상이 초래되므로, 뇌혈관촬영 소견만으로 뇌실질의 허혈 상태 여부를 정확히 판단하기 어렵다.¹⁾

Tacheuchi 등은 지주막하출혈로 혈관수축을 유발시킨 원숭이에서 뇌혈관의 자율조절기능(혈관에 비능)이 소실되었음을 보고한 바 있고,⁵⁾ Shinoda 등은 42예의 지주막하출혈 환자에서 아세타졸아미드 투여 후 연속적으로 뇌혈류를 측정하는 것이 경미한 뇌혈관수축을 예측하는데 유용하다고 하였으며⁶⁾ Dinh 등도 아세타졸아미드 투여 후 Xe-133을 이용한 뇌혈류 측정으로 뇌혈관에비능의 유지여부를 알아보는 것이 혈관수축의 발생, 중증도, 범위를 알아보는 데 도움이 된다고 하였다.⁷⁾ 그러므로 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT로 뇌혈관에비능 유지 여부를 측정하는 것이, 뇌허혈증상을 초래하는 뇌혈관수축을 비침습적으로 진단하고 환자의 치료, 예후 예측에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.^{8, 9)}

저자들은 뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈 환자에서 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT를 시행하여 혈관에비능의 유지여부와 혈관조영술상의 혈관수축여부의 관계를 알아보고 환자의 임상지표와 비교하여, 혈관에비능 유지여부와 혈관수축여부

가 환자의 예후를 예측하는데 도움이 되는지 알아보았다.

대상 및 방법

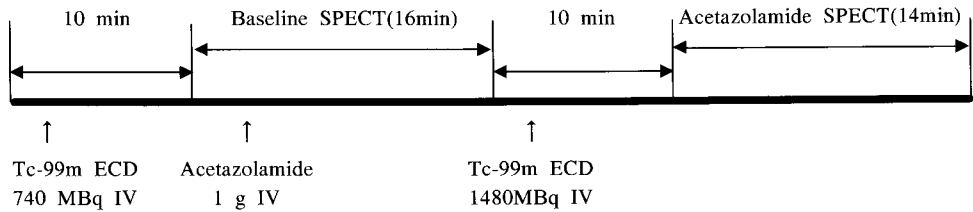
1. 대상

1997년 10월부터 1998년 12월까지 15개월동안 뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈로 내원하여 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT를 시행한 환자 21명을 대상으로 하였으며 남자가 7명, 여자가 14명이었고 평균연령은 57±9.7세였다. 입원당시 신경학적 상태는 Hunt-Hess 등급으로 평가하였으며 CT와 뇌혈관촬영으로 뇌동맥류의 위치를 확인하였고 수술 후 뇌혈관촬영을 재시행하여 뇌혈관수축여부를 알아보았다. 기저/아세타졸아미드 부하 Tc-99m ECD SPECT는 2명의 환자에서 수술 전에 시행하였고 19명에서는 수술 후에 하였다. 지주막하 출혈 후 SPECT 검사까지는 28, 32, 58일에 시행한 3명을 제외하고는 8일에서 14일 사이에 검사하였다. 퇴원시 환자의 상태는 Glasgow outcome scale (Glasgow outcome scale; GOS)로 평가하였다. 뇌혈관질환없이 단순 두통으로 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT검사를 한 4명을 정상대조군으로 하였다(남:여 = 3:1, 나이: 30세, 47세, 57세, 79세).

2. 기저/아세타졸아미드 부하 Tc-99m ECD SPECT

고해상 조준기를 부착한 이중헤드 감마카메라(Vertex epic, Adac, Milipitas, CA, USA)를 이용하였으며, 환자가 안정된 상태에서 Tc-99m ECD 740 MBq를 투여하고 10분 후 기저 뇌혈류 SPECT를 각 투사영상당 15초씩 16분간 128개의 투사영상을 얻었고, 기저 SPECT촬영 시작할 때 아세타졸아미드 1g을 1분에 걸쳐 정맥주사하였다. 기저 SPECT촬영 후 Tc-99m ECD 1480 MBq를 다시 투여하고 10분 지나 각 투사영상당 13초씩 약 14분간 아세타졸아미드 부하 SPECT를 얻었다(Fig. 1). 영상처리는 아세타졸아미드 부하 SPECT의 투사영상에서 기저 SPECT의 투사영상을 감산 후 Hamming 여과기

Fig 1. The protocol of the acetazolamide-enhanced brain perfusion SPECT using Tc-99m ECD



(cut off: 0.4)를 이용하여 여과후 역투사로 재구성하였고, 단면영상은 안외이도선에 평행한 횡단면상과 이에 수직인 시상면, 관상면을 얻었다.

기저/아세트아미드 부하 SPECT영상에서 각각 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽에 관심영역을 그려 소뇌에 그린 관심영역에 대한 비율을 구하고 기저 SPECT와 아세트아미드 부하 SPECT에서의 차이를 구하였다. 이때 감쇄보정을 하지 않았으므로 기저핵과 시상선 관심영역에 포함하지 않았다. 정상대조군 4명의 8개의 대뇌반구에서도 같은 방법으로 소뇌에 대한 각 대뇌엽 관심영역 비율의 기저/아세트아미드 부하 SPECT에서의 차이의 분포를 구하여 이 분포에서 표준편차 2 SD를 벗어나는 경우 혈관예비능이 감소된 것으로 평가하였다.

3. 분석

기저/아세트아미드 부하 SPECT영상에서 각 대뇌엽의 혈류예비능 감소와 혈관조영술상의 혈관수축의 관계, 혈류예비능감소와 혈관수축이 입원당시 환자의 상태를 반영하는 Hunt-Hess 등급,⁶⁾ CT에서의 지주막하 출혈정도와 관계가 있는지 Fisher's exact test로 분석하고, 각각 환자의 예후와 관련성 여부를 평가하기 위하여 GOS등급과의 관계를 Fishers exact test로 통계분석하였다.

결 과

기저 SPECT에서 뇌경색에 의한 혈류결손 및 혈류감소는 81% (17/21)에서 관찰되었으며, 아세트아미드 투여 SPECT에서 혈관예비능 감소는 38% (8/21)에서 관찰되었고, 혈관수축도 38%

(8/21)에서 관찰되었다 (Table 1).

기저 SPECT에서의 혈류결손 유무, 아세트아미드 투여 SPECT에서 혈관예비능 감소유무, 뇌혈관촬영에서의 혈관수축유무, 임상지표의 Hunt-Hess 등급, GOS, CT에서의 지주막하 출혈량의 관계는 Table 2와 같다. 혈관예비능감소는 기저 SPECT에서의 혈류결손이나 혈관촬영에서의 혈관수축에 비하여 Hunt-Hess 등급(76%, 16/21), GOS (81%, 17/21)등의 임상지표와 잘 일치되는 결과를 보였으며(Fig. 2), 혈관예비능감소는 지주막하출혈량 증가와도 잘 일치되었다(76%, 16/21).

Table 3의 혈관예비능과 혈관수축과의 상관관계를 보면 서로 일치하는 경우가 71% (15/21)였으며, 혈관경련이 없이 혈관예비능이 감소된 경우가 23% (3/13)에서 관찰되었는데 이들은 모두 GOS II, III로 예후가 불량하였으며(Table 1의 환자 4, 11, 14) (Fig. 3), 혈관경련을 보이면서 혈관예비능이 유지되어 있는 경우가 8예 중 3예에서 관찰되었는데 이들은 모두 GOS V로 예후가 좋았다(Table 1의 환자 7, 8, 18) (Fig. 4).

고 찰

본 연구에서는 뇌동맥류파열에 의한 지주막하출혈 환자에서 뇌혈관촬영상의 혈관수축이 반드시 뇌허혈상태를 초래하는 것은 아니며, 오히려 기저/아세트아미드 부하 뇌혈류 SPECT검사상 혈관예비능의 유지여부가 환자의 예후를 예측하는데 도움이 될 것임을 알 수 있었다. 지주막하출혈에 의한 혈관수축의 기전은 급성기에는 uridine triphosphate, 세로토닌, 노아드레날린 등의 물질에 대한 혈관의 반

Table 1. Findings on CT, Angiogram, Baseline/Acetazolamide SPECT, and Clncial Gradings

	age	sex	SAH	Aneurysm	VS	PD	PD site	VR	OP-SPECT	H-H	GOS
PT 1.	44	F	right	RT MCA, AChoA	-	+	lt T	P	8	2	5
PT 2.	57	F	left	Lt AChoA	-	+	Left T	P	3	2	5
PT 3.	66	F	both	Rt MCA	-	+	Left T	P	32	3	3
PT 4.	60	M	both	Rt MCA	-	+	rt T,F	D	28	5	2
PT 5.	71	M	both	Rt P-com	+	+	rt F	D	10	3	4
PT 6.	44	F	right	Rt MCA	-	+	rt F,T	P	12	2	5
PT 7.	51	F	right	RT AChoA	+	+	rt F	P	10	2	5
PT 8.	49	f	left	lt P-com, AChoA	+	+	lt T	P	28	2	5
PT 9.	62	F	right	Rt MCA	-	+	rt T	P	14	2	5
PT10.	50	F	left	Lt MCA	-	+	lt F	P	10	2	5
PT11.	56	M	both	Rt A-com	-	+	lt T	D	14	5	3
PT12.	41	F	left	Lt P-com	-	-		P	13	2	5
PT13.	51	F	both	Lt AChoA	+	+	lt F,T	D	13	3	3
PT14.	61	F	both	Both P-com	-	+	lt F	D	58	2	3
PT15.	60	M	both	Lt P-com	-	+	lt T	P	9	2	5
PT16.	65	M	left	Lt MCA	-	-		P	10	2	5
PT17.	64	M	both	Rt ophthalmic	+	+	rt T	D	10	2	2
PT18.	68	F	both	Rt A-com	+	-		P	11	2	5
PT19.	72	F	both	Lt A-com	+	+	Lt F	D	10	2	5
PT20.	48	M	both	Rt MCA	-	-		P	8	3	5
PT21.	59	F	both	Lt A-Com	+	+	lt F	D	9	4	4

SAH:site of SAH on CT(right, left: unilateral, both: bilateral), Aneurysm: Location of aneurysm(MCA: middle cerebral artery, ACho: anterior choroidal artery, P-com: posterior communicating artery, A-com: anterior communicating artery) VS: Presence/absence of vasospasm(+: presence, -: absence), PD site: location of perfusion defect, VR: vasoreactivity(P: preserved VR, D: decreased VR), onset-SPECT: interval between onset and SPECT, H-H: Hunt-Hess grading, GOS: Glasgow outcome scale

Table 2. The Association between the perfusion defect, vasoreactivity, and vasospasm with Hunt-Hess Grading, Glasgow Outcome Scale, and Extent of Subarachnoid Hemorrhage

		Perfusion Defect		Vasoreactivity		Vasospasm	
		Absence	Presence	Preserved	Decreased	Absence	Presence
Hunt-Hess	I, II	3	11	11	3	9	3
	III - V	1	6	2	5	4	3
	Fisher's exact test	P=0.593		P=0.041		P=0.557	
GOS	IV, V	4	11	12	3	9	6
	I - III	0	6	1	5	4	2
	Fisher's exact test	P=0.228		P=0.014		P=0.590	
SAH	Unilateral	2	8	9	1	7	3
	Bilateral	2	9	4	7	6	5
	Fisher's exact test	P=0.669		P=0.017		P=0.0392	

GOS: Glasgow outcome scale SAH: extent of SAH

Table 3. The Association between Vasospasm and Vasoreactivity

		Vsoreactivity	
		Preserved	Decreased
Vasospasm	(-)	10	3
	(+)	3	5

(Fisher's exact test: $p=0.09$)

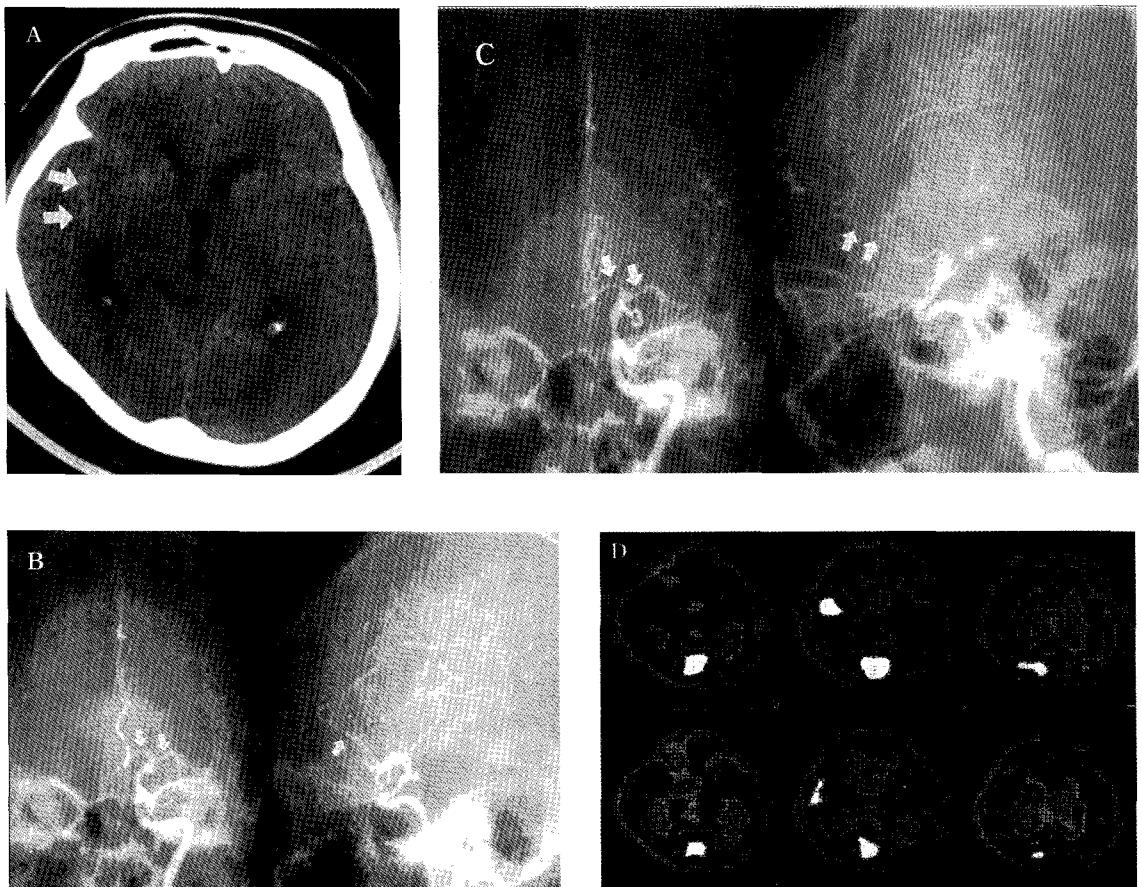


Fig. 2. A fifty-one year old female patient with left anterior chroidal artery aneurysm with poor outcome (patient no. 13). **A.** There is high density hemorrhage in the contralateral sylvian fissure (arrows). **B.** Preoperative left internal carotid angiogram shows normal calibered cerebral vessels (arrows). **C.** Postoperative angiogram shows diffuse vasospasm of the left proximal ACA (arrows) and MCA. **D.** There is diffusely decreased perfusion in left temporal cortex on the baseline SPECT images (upper row), and decreased vasoreactivity is noted in left both frontal and left temporal cortex on the acetazolamide SPECT (lower row).

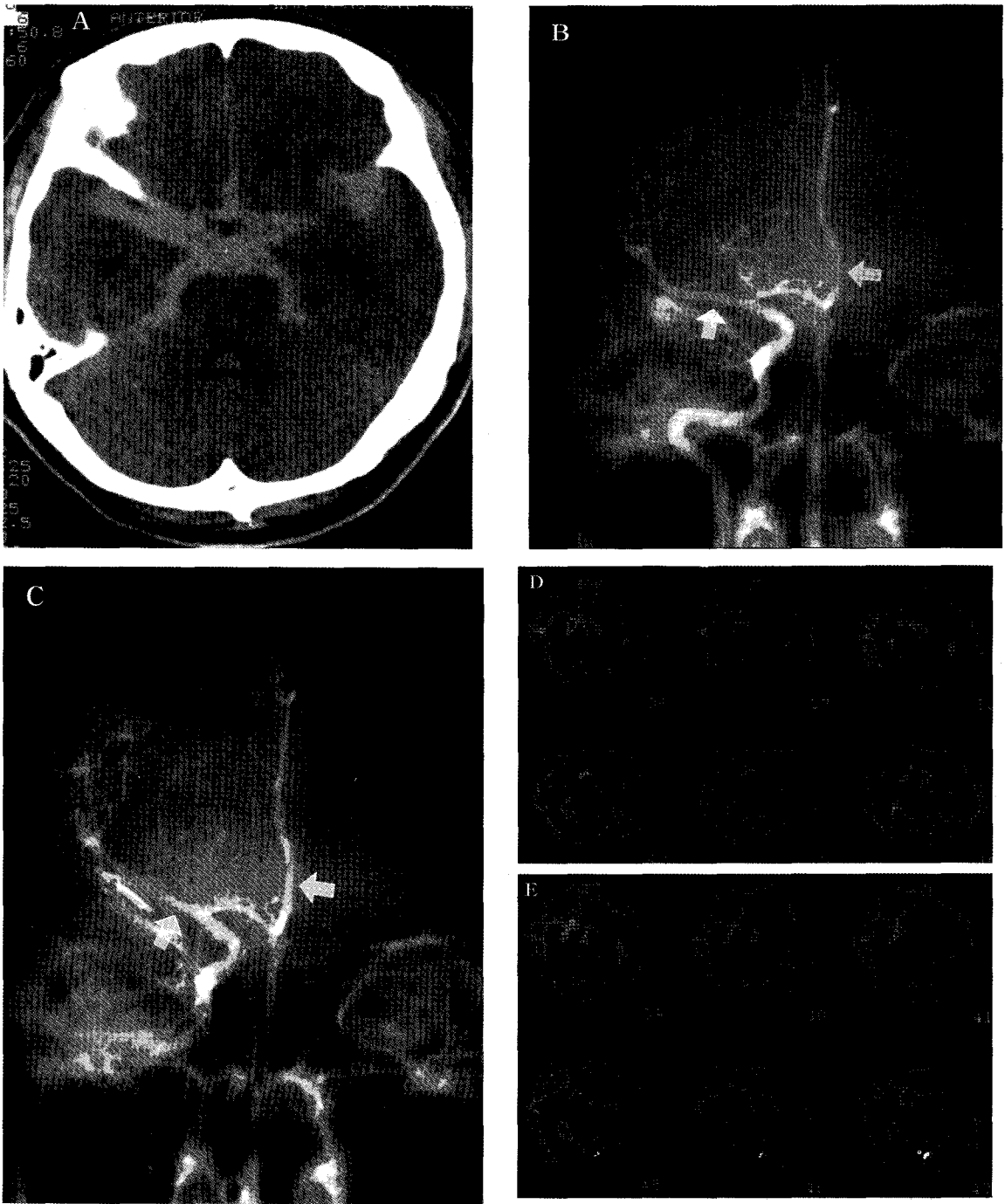


Fig 3. A sixty year old male patient with right MCA aneurysm, who showed decreased vasoreactivity without angiographic vasospasm and poor outcome (patient no.4). **A.** There is massive subarachnoid hemorrhage in basal cistern and bilateral Sylvian fissure. **B.** Normal calibered cerebral vessels (arrows) are seen on the right internal carotid angiogram. **C.** There is no definite vasospasm of cerebral vessels (arrows) on the postoperative angiogram. **D.** On the baseline SPECT image, there is decreased perfusion in right temporal cortex. **E.** After acetazolamide administration, there is decreased vasoreactivity in the right frontal cortex.

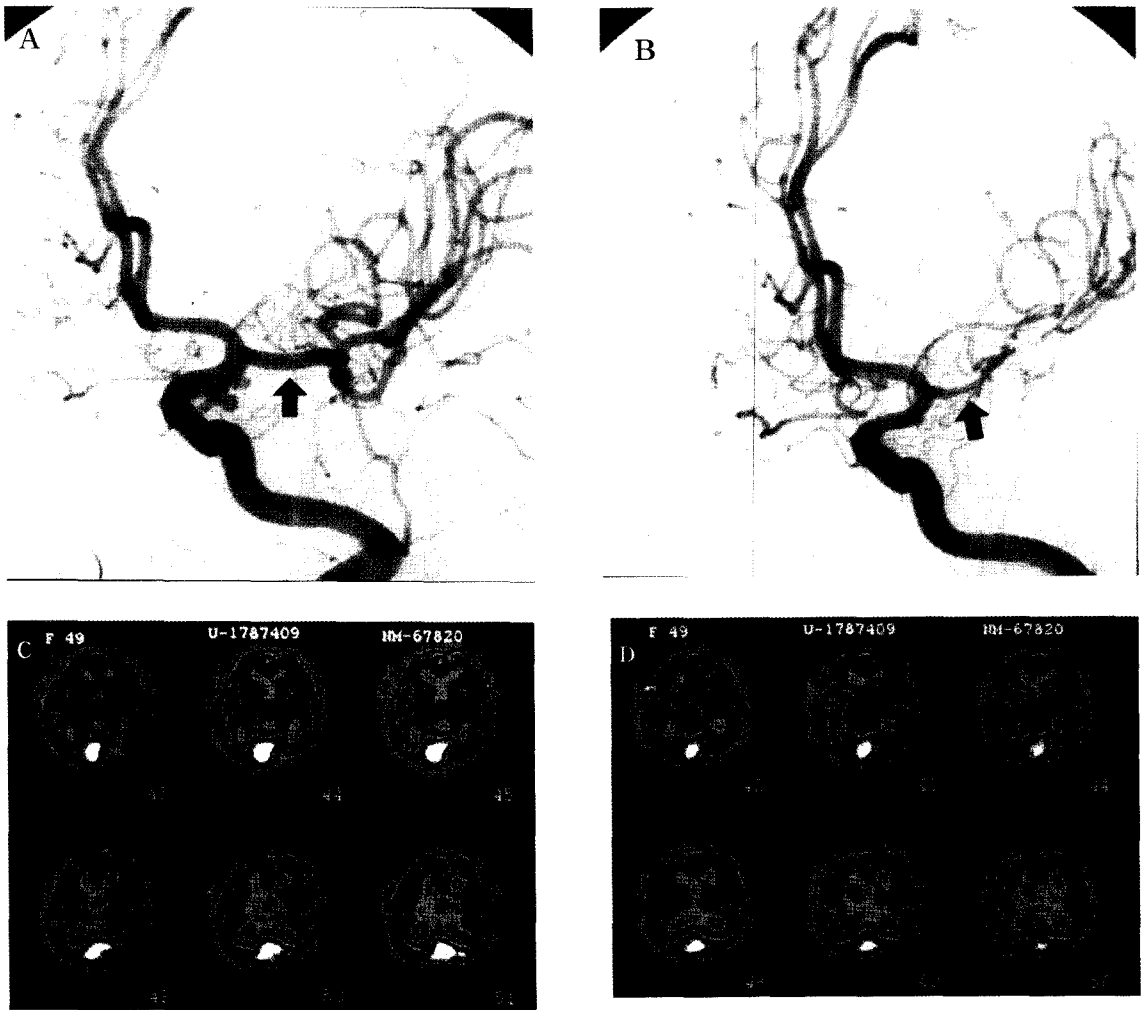


Fig. 4. A forty-nine year old female patient with left p-com aneurysm, who showed angiographic spasm with preserved vasoreactivity and good outcome (patient no.8). A. Preserved vascular caliber of left MCA (arrow) is noted on preoperative left internal carotid angiogram. B. Vasospasm is seen in the left MCA (arrow) on the postoperative angiogram. C. On the baseline SPECT image, there is decreased perfusion in left temporal and occipital cortex D. After acetazolamide administration, perfusion asymmetry is decreased, especially in the

응성이 증가하여 혈관벽 근육의 칼슘이 증가되어 혈관수축이 일어나며, 만성기에는 혈관벽의 섬유화, 평활근의 증식, 괴사 등에 의해 혈관이 경직되고 혈관반경이 감소하는 것으로 알려져 있다.^{5, 10)} 그러므로 초기에는 지주막하출혈에 노출된 대뇌의 큰 동맥들의 수축되는 것을 보상하기 위한 기전으로 대뇌실질내의 작은 혈관들은 확장되어 혈류량을 증가 시킴으로써 혈류를 유지하려고 하는 자율조절기능(또는 혈관예비능)이 작동하게 된다. 그러므로 뇌혈

관촬영에서 근위부 혈관의 수축이 있더라도 원위부의 유막 동맥들이 확장되고 뇌혈류량이 증가하게 되지만 혈관수축이 심해져서 뇌혈류량이 계속 떨어지면 원위부 혈관이 혈류 감소에 따라 확장되는 뇌혈관예비능이 상실되거나 원위부혈관이 최대한 확장되어진 상태에서 더 이상의 혈관확장으로 뇌혈류를 유지할 수 없는 지경에 이르게 된다.¹¹⁻¹³⁾ 본 연구에서 혈관촬영상의 혈관수축과 혈관예비능의 감소를 비교하였을 때 일치하는 경우가 71% (15/21)

로, 혈관수축이 있는 환자에서 모두 혈관예비능이 감소하는 결과를 보이지는 않았다. 혈관수축이 있었던 8명중 3명은 혈관예비능이 유지되어 있었는데 이들은 모두 퇴원시 GOS V로 임상적으로는 양호한 상태를 보였다. 이는 큰 혈관의 혈관수축이 있더라도 혈관수축정도가 심하지 않았거나 측부순환이 발달되었을 가능성이 있으며 SPECT와 혈관조영술 간의 시간간격 및 그 사이의 혈관수축 치료로 인한 결과로 뇌혈관예비능이 유지되었을 가능성이 있을 것으로 생각된다. 이와는 반대로 뇌혈관촬영에서 혈관수축 없이 혈관예비능이 감소된 경우는 13예 중 3예에서 관찰되었는데 이들은 퇴원시 GOS II, III로 임상경과가 불량하였다. 이들 모두 입원 당시의 CT에서 양측 대뇌반구부위에 걸쳐 대량의 지주막하 출혈이 있었던 경우로 주요 동맥의 혈관수축이 없더라도 이미 뇌실질내 혈관신경마비(vasoparalysis)가 온 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 퇴원시의 Glasgow outcome scale로 본 환자의 임상결과는 혈관촬영상의 혈관수축보다는 혈관예비능의 보존여부와 일치하는 결과를 보였다. Yosida 등¹⁴⁾에 의하면 지주막하출혈환자에서 아세타졸아미드 투여후에 혈류증가를 보이지 않는 경우 환자의 예후가 불량하였다고 하여 본 연구와 일치되는 결과를 보였다. 또한 혈관예비능은 지주막하출혈이 일측대뇌반구에 있었던 군에 비하여 양측 대뇌반구에 걸쳐 있었던 군에서 더욱 감소되는 경향을 보임으로써($p=0.017$) 출혈이 심할수록 혈관예비능의 감소가 잘 동반될 것으로 생각되었다.

뇌혈관파열 후 지주막하출혈 환자에서의 기저 SPECT에 대해 연구된 바에 의하면 SPECT 검사는 CT, MRI에서의 병변이나 혈관촬영에서보다 많은 혈류결손들을 보이는 예민한 검사로 환자의 뇌기능 평가에 도움이 된다고 하였다.¹⁵⁻¹⁷⁾ 그러나 본 연구에서 혈류결손부위가 본 연구에서는 21명 중 18명(81%)의 환자에서 기저 SPECT에서의 혈류 결손들이 다수 관찰되었으나, 반드시 이화된 혈관 범위에 일치하지 않았고 환자의 임상증상과도 일치하지 않았다. 그러나 이에 대한 최 등¹⁷⁾의 설명에서와 같이 1) 뇌혈관수축과 무관한 일차적 뇌대사저하 및 관류 감소, 2) 원발허혈부위 이외에 해리현상에 의한 이차

부위의 관류 및 대사저하, 3) 실제 혈관수축부위중 경색으로 진행하지 않은 허혈부위가 존재하기 때문 일 것으로 생각되며 4) 혈관촬영에서 잘 볼 수 없는 작은 혈관의 혈류 감소도 있을 것으로 생각된다.¹⁸⁾ Xe-133을 이용하여 뇌혈류를 측정된 연구에서는 혈관분지에 관찰되는 혈류 결손은 혈관수축과 관계 있으나, 뇌에 전반적으로 관찰되는 작은 혈류결손들은 수술부위의 부분적 뇌위축 결과이거나 임상적으로는 나타나지 않을 정도의 경미한 뇌세포의 수 감소에 의한 혈류 감소 등으로 보고된 바 있다.¹⁹⁾

본 연구의 제한점은 우선 첫째, 수술 후에 기저/아세타졸아미드 SPECT를 시행하였으므로 수술에 의한 뇌혈류 변화를 배제하지 못하였다는 것이고, 둘째로, 환자선정에 있어 임상증상이 심하여 SPECT검사를 하기 어려운 경우는 연구에 포함되지 않은 경우들이 있어 환자의 선택편전을 배제할 수 없을 것으로 생각된다. 셋째, 환자의 숫자가 적어서 통계 처리시에 Hunt-Hess 등급과 Glasgow outcome scale을 두 군으로 임의로 나누어 처리하였으므로 데이터의 상실이 있었을 것이며, 넷째, 혈관촬영상의 %수축정도를 구하여 뇌혈관예비능 보존도와 비교하였으면 더 좋았을 것이라는 아쉬움이 있다. 그러므로 향후 임상 의사와의 긴밀한 협조 하에 더 많은 환자에서 수술 전에 기저/아세타졸아미드 SPECT 검사를 하고 혈관조영술상의 % 협착정도를 비교해 보는 것이 보다 정확하고 객관적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 혈관조영술로 진단한 뇌혈관경련은 실제 뇌혈류 상태를 반영하지 못하였고 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT는 뇌의 기능과 혈류 및 뇌혈관예비능을 평가함으로써 뇌동맥류파열에 의한 지주막하출혈 환자의 예후를 예측하는데 유용한 검사라고 생각된다.

요 약

목적: 뇌동맥류파열에 의한 지주막하출혈에 동반되는 뇌혈관수축에 따른 뇌허혈 상태는 환자의 예후에 영향을 미치게 되므로 조기에 진단, 치료하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 뇌동맥류파열에 의

한 지주막하출혈 환자에서 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SEPCT에서의 혈관예비능 유지여부가 환자의 예후를 예측하는데 도움이 되는지 알아보고자 하였다. 대상 및 방법: 대뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈이 있는 환자 21명을 대상으로 하였다. CT와 뇌혈관촬영으로 혈관수축여부를 진단하였으며, 기저/아세타졸아미드 부하 Tc-99m ECD SPECT로 혈관예비능 감소 유무를 평가하였고 GOS (glasgow outcome scale)로 임상경과를 평가하였다. 혈류예비능 감소와 혈관수축의 상관 관계를 알아보고, 혈류예비능감소, 혈관수축, 기저 SPECT의 혈류결손과 Hunt-Hess 등급, CT상 지주막하 출혈량, GOS등급과의 관계를 Fishers exact test로 분석하였다. 결과: 기저 SPECT에서 혈류결손은 81% (17/21)에서 관찰되었으며, 아세타졸아미드 투여 SEPCT에서 혈관예비능 감소는 38% (8/21)에서 관찰되었고, 혈관수축도 38% (8/21)에서 관찰되었다. 혈관예비능은 임상경과(GOS로 평가)가 양호한 군에서 유지되었고(92%, 12/13) 불량한 군에서 감소되어(62.5%, 5/8) ($p=0.014$), 환자의 임상경과를 잘 반영하였다. 또한 혈관예비능 감소군에서 지주막하출혈정도가 심하였으며($p=0.017$), Hunt-Hess 등급도 불량하였다($p=0.041$). 혈관예비능과 혈관수축의 상관관계를 보면 서로 일치하는 경우가 71% (15/21)였으며, 혈관수축이 없이 혈관예비능이 감소된 경우가 23% (3/13), 혈관수축을 보이면서 혈관예비능이 유지되어 있는 경우가 8예 중 3예에서 관찰되었는데 환자들의 임상결과는 혈관예비능 보존유무와 일치하였다. 결론: 혈관촬영으로 진단한 뇌혈관수축은 실제 뇌혈류못하였고 기저/아세타졸아미드 부하 뇌혈류 SPECT는 뇌의 기능과 혈류 및 뇌혈관예비능을 평가함으로써 뇌동맥류파열에 의한 지주막하출혈 환자의 예후를 예측하는데 유용한 검사라고 생각된다.

REFERENCES

1. Dorsch NWC. Special problems associated with subarachnoid hemorrhage. In: Youmans JR, editors. *Neurological surgery*. 4th ed.

- Philadelphia: Saunders; 1996, p. 1438-48
2. Kassell NF, Sasaku T, Colohan ART, Nazar G. Cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1985;16:562- 72.
3. Fisher CM, Roberson GH, Ojemann RG. Cerebral vasospasm with ruptured saccular aneurysm the clinical manifestations. *Neurosurgery* 1977;1:245- 8.
4. Taneda M, Otsuki H, Kumura E, Sakaguchi T. Angiographic demonstration of acute phase of intracranial arterial spasm following aneurysm rupture. *J Neurosurg* 1990;73:958-61
5. Takeuchi H, Handa Y, Kobayashi H, Kawano H, Hayashi M. Impairment of cerebral autoregulation during the development of chronic cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage in primates. *Neurosurgery* 1991;28:41-8.
6. Shinoda J, Kimura T, Funakoshi T, Araki Y, Imao Y. Acetazolamide reactivity on cerebral blood flow in patients with subarachnoid haemorrhage. *Acta Neurochir(Wien)* 1991;109:102-8.
7. Tran Dinh YR, Lot G, Benrabah R, Baroudy O, Cophignon J, Seylaz J. Abnormal cerebral vasodilation in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: use of Xe-133 cerebral blood flow measurement plus acetazolamide to assess cerebral vasospasm. *J Neurosurg* 1993;79:490-3.
8. Lewis DH, Eskridge JM, Newell DW, Grady MS, Cohen WA, Dalley RW, et al. Brain SPECT and the effect of cerebral angioplasty in delayed ischemia due to vasospasm. *J Nucl Med* 1992;33: 1789-96.
9. Kimura T, Shinoda J, Funakoshi T. Prediction of cerebral infarction due to vasospasm following aneurysmal subarachnoid haemorrhage using acetazolamide-activated I-123 IMP SPECT. *Acta Neurochir (Wien)* 1993;123:125-8.
10. Debdi M, Seylaz J, Sercombe R. Early changes in rabbit cerebral artery reactivity after subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1992;23:1154-62.
11. Yundt KD, Grubb RL, Diringer MN, Powers WJ. Autoregulatory vasodilation of parenchymal vessels is impaired during cerebral vasospasm. *J Cereb Blood Flow Metab* 1998;18:419-24.
12. Darby JM, Yonas H, Marks EC, Durham S, Snyder RW, Nemoto EM. Acute cerebral blood flow response to dopamine-induced hypertension after subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1994;80:857-64

13. Powers WJ. Hemodynamics and metabolism in ischemic cerebrovascular disease. *Neurol Clin* 1992;10:31-48
 14. Yoshida K, Nakamura S, Watanabe H, Kinoshita K. Early cerebral blood flow and vascular reactivity to acetazoamide in predicting the outcome after ruptured cerebral aneurysm. *Acta Neurol Scand* 1996;suppl.166:131-4.
 15. Naderi S, Ozguven MA, Bayhan H, Gokalp H, Erdogan A, Egemen N. Evaluation of cerebral vasospasm in patients with subarachnoid hemorrhage using single photon emission computed tomography. *Neurosurg Rev* 1994;17:261-5.
 16. Soucy JP, McNamara D, Mohr G, Lamoureux MF, Lamoureux J, Danais S. Evaluation of vasospasm secondary to subarachnoid hemorrhage with Tc-99m HMPAO tomoscintigraphy. *J Nucl Med* 1990;31:972-7.
 17. Choi CW, Lee KH, Kim JH, Kwark C, Lee DS, Chung J-K, et al. Usefulness of Tc-99m HMPAO SPECT in patients with subarachnoid hemorrhage due to ruptured intracranial aneurysm. *Korean J Nucl Med* 1993; 27:175-82.
 18. Rawluk D, Smith FW, Deans HE, Gemmel HG, Macdonald AF. Technetium 99m HMPAO scanning in patients with subarachnoid haemorrhage: a preliminary study. *British J Radiol* 1988;61:26-9.
 19. Mickey B, Vorstrup S, Voldby B, Lindwald H, Harmsen A, Lassen NA. Serial measurement of regional cerebral blood flow in patients with SAH using Xe-133 inhalation and emission computerized tomography. *J Neurosurg* 1984;60:916-22.
-