

일과성전기억상실증의 국소 뇌혈류 변화 -Statistical Parametric Mapping을 이용한 Tc-99m ECD SPECT분석-

이승재 · 양동원 · 손영민 · 김범생
정용안* · 손형선* · 주라형†

가톨릭대학교 의과대학 신경과학교실
핵의학교실*, 의용공학과†

Address for correspondence

Dong-Won Yang, M.D.
Department of Neurology, Catholic University
of Korea, College of Medicine, 62 Youido-dong
Yongdeungpo-gu, Seoul 150-010, Korea
Tel: +82-2-3779-1323
Fax: +82-2-783-9532
E-mail: neuroman@cmc.cuk.ac.kr

Regional Cerebral Blood Flow in Patients with Transient Global Amnesia -Statistical Parametric Mapping analysis of Tc-99m ECD SPECT-

Seung-Jae Lee, M.D., Dong-Won Yang, M.D., Young-Min Shon, M.D.,
Yong-An Chung, M.D.*, Hyung-Sun Sohn, M.D.*, Ra-Hyeong Juh†

Departments of Neurology, Nuclear Medicine*, Department of Biomedical Engineering† College of
Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Background & Objectives : Transient global amnesia (TGA) is a clinical syndrome characterized by sudden memory loss of recent events, transient inability to retain new information, and retrograde amnesia in the absence of other neurological signs and symptoms, resolving within 24 hours. This study investigated alterations in regional cerebral blood flow (rCBF) in patients with TGA by using statistical parametric mapping 99 (SPM99). **Methods :** 5 patients with TGA and 9 age-matched normal control subjects were evaluated. Tc-99m-ethyl cysteinate dimer (ECD) SPECT were performed within 1 to 4 days of the event to measure the regional CBF, and SPM99 were applied to the objective analysis of SPECT data between two groups. Follow-up ECD SPECT was done at 49 to 107 days (mean 76.8) after the previous SPECT to evaluate the long term changes of the regional CBF. **Results :** The SPM analysis of SPECT images revealed significantly decreased rCBF in the left superior temporal gyrus, the left parietal supramarginal gyrus and the left thalamus (corrected $p=0.01$) and increased CBF in the contralateral mirror regions in patients with TGA. Follow-up SPECT showed persistent rCBF changes in the same regions. **Conclusions :** We demonstrate decreased perfusion in the left cerebral hemisphere and increased perfusion in the right cerebral hemisphere in patients with TGA. This reciprocal change of rCBF might suggest that imbalanced neuronal activity between two hemispheres may be important in the pathogenesis of the TGA. Also, the abnormal rCBF changes appeared to last long after the complete recovery of clinical manifestation of TGA.

Key Words : Transient Global Amnesia, SPECT, Cerebral Blood Flow, Statistical parametric mapping (SPM)

서 론

일과성전기억상실증(Transient Global Amnesia, 이하 TGA)은 다른 국소신경 증상이나 증후 없이 갑자기 기억 장애가 발생해서 24시간 이내에 회복하는 것을 특징으로 하는 질환이다. 환자들은 증상이 있는 동안에 의식이 뚜렷한 상태에서 같은 질문을 반복해서 물어보는 진행성 기억장애를 보이고 기억장애가 회복되면 증상이 있던 동안의 일을 기억 못하는 특징적인 증상을 보이고 가끔씩은 후향성 기억장애를 보이기도 한다. 1956년 Bender에 의해 처음 증례가 보고되었고, 1964년 Fisher와

Adams에 의해 임상적으로 분석되어 발표된 이후부터 이 질환의 병리기전에 관해 많은 연구가 이루어져 왔다. 그러나 아직까지도 정확한 발생기전은 알려져 있지 않고, 일과성 허혈발작[1, 2], 간질[3], 뇌정맥 울혈[4] 또는 편두통[5, 6]과의 관련성에 대해 논의되어 왔다.

이전에 실시되었던 단광자방출단층촬영술(single photon emission computed tomography, SPECT)이나 양전자방출단층촬영(positron emission tomography, PET)을 이용한 국소 뇌혈류나 뇌대사 변화를 관찰한 연구들은 대부분은 영상 위에 직접 관심영역(region of interest, ROI)을 그려서 수행되었거

나[7-9] 눈으로 관찰한 결과를 보고한 것으로[10, 11] 검사자의 주관적인 영향을 받아서 오류가 발생할 위험이 많고 검사시간이 많이 소모된다는 단점이 있다. 이에 비해서 Statistical Parametric Mapping (이하 SPM)을 이용한 분석은 ROI를 그리는 대신 영상에서 얻는 voxel볼륨의 값을 컴퓨터 프로그램을 이용하여 서로 직접 비교하여 좀더 객관적이고 분석의 시간이 단축되며 변화된 영역 시각화 시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다.

본 연구는 일과성전기억상실증 환자를 대상으로 99mTc-ethyl cysteinyl dimer (ECD) SPECT와 SPM 분석방법을 적용하여 뇌혈류의 변화를 객관적으로 관찰하고 이를 통해 이 질환의 발병기전을 고찰하기 위해 실시되었다.

대상 및 방법

1. 대상

환자군은 2000년 1월부터 2002년 12월 까지 기억장애를 주소로 성모병원에 내원한 환자들 중 Hogdes와 Warlow의 TGA 진단기준[1]에 해당하는 5명의 환자(57세-70세)로 하였다. 이들이 제시한 definite TGA의 진단기준은 첫째, 증세를 보일 때 처음부터 관찰한 사람이 있어 이로부터 정확한 정보를 얻을 수 있어야 한다. 둘째, 분명한 순행성 기억장애가 있어야 한다. 셋째, 의식이나 자의식(personal identity)의 변화가 없고 인지기능의 장애는 기억력에 국한 되어야 한다. 넷째, 국소 신경학적 증상이나 증후를 동반하지 않아야 한다. 다섯째, 간질증세가 없어야 한다. 여섯째, 증상은 24 시간 이내에 회복되어야 한다. 일곱째, 최근에 발생한 두부 손상이나 활동성 간질의 과거력(최근 2년 이내에 간질의 발생이 있거나 약을 먹었던)이 없어야 한다. 한편 과거력상에서 우울증, 두부손상, 약물 남용, 갑상선 기능 이상이나 기타 인지기능에 장애를 줄 수 있는 내과적인 문제가 있는 경우는 제외하였다. 정상 대조군은 환자군과 비슷한 나이로서 환자나 보호자에 의해 기억장애나 기타 인지기능의 저하가 없다고 확인된 9명(남 6, 여 3)의 건강한 자원자로 연령은 56-73세(평균: 67.4)였다.

환자들의 증상이 발생하지 1-4일 이내에 첫 번째 ECD-SPECT를 실시하였고 첫 번째 영상을 얻은 49-107일(평균: 76.8) 이후에 다시 두 번째 SPECT 영상을 얻어 시간에 따른 변화를 알아보려고 하였다.

모든 환자들에게 뇌 MRI (1.5 T Vision-Plus; Siemens, Germany)를 시행하여 뇌기능 장애를 일으킬 수 있는 뇌 병변이 없음을 확인하였고, 뇌파 검사를 시행하여 간질과 등의 이상소견이 없음을 확인하였다. 5명 중 4명의 환자를 대상으로 첫 번째 SPECT 시행하기 전 신경심리 검사를 실시 하였다. 검사도구는 언어기억력을 보기 위하여 Seoul Neuropsychological Battery의 일부인 Hopkins's Verbal Learning Test (HVLТ)를

이용하였다. 이 검사는 12가지의 목록을 불러주면서 3번의 즉각 회상과 20분 지연 회상, 그리고 재인을 실시하여 기억력을 알아보는 검사도구이다.

2. 뇌영상 분석 방법

1) SPECT

740-925 MBq의 99mTc-ECD를 정맥 주사하고 20분 후 저에너지, fan-beam collimator를 이용한 multi-detector scanner (ECAM plus; Siemens, Erlangen, Germany)로 뇌 SPECT 영상을 얻었다. 영상을 얻는 두부 부착장치는 2줄의 등근 원형의 59개의 probe-type detectors가 달려있다. 신호잡음을 없애기 위해서 Butterworth 저역 통과필터(cutoff frequency 0.4 cycles/pixel)로 여과 역투사(filtered back-projection)하였고 연속적인 횡단면상(128×128 matrix)들을 얻어 통계적 분석을 위하여 워크스테이션으로 옮겼다.

2) SPM 분석

Matlab, version 5.3 (Mathworks, Inc., Natick, MA)과 SPM99 (Institute of Neurology, University College of London, UK)[12]를 이용하여 이미지 분석을 하였다. SPECT 데이터를 헤더정보와 영상정보를 분리하여 Analyze (Mayo Foundation, Baltimore, Md., USA)소프트웨어 형식으로 변환시켜 SPM99소프트웨어에 입력하였다. 헤더는 348바이트의 정보를, 영상은 3.9 mm x, y pixel size, 3.9 mm의 두께를 가진다. 각 대상에서 얻은 영상은 공간 정합(registration)을 하여 머리 위치 이동에 따른 오차를 제거하고, 정합한 영상을 공간의 뒤틀림과 관계된 12개의 affine벡터를 최소한 변형시키는 방법으로 얻은 후, 이렇게 얻은 영상을 SPECT 표준뇌지도(template)를 이용하여 공간 정규화(spatial normalization)시켰다.

각 SPECT스캔에서 주사된 방사능과 전체 뇌의 방사능의 차이를 배제하기 위하여 SPM의 비례 변환에 의하여 뇌전체 계수로 각 화소(voxel)를 계수 정규화(global normalization)하였다. 전체 뇌의 평균 신호강도의 80%보다 낮은 경우는 partial volume error에 의해서 나타나는 brain-edge halo라고 생각하여 제거하였다. 이 영상은 SPM99분석 전 신호대 잡음비를 높이기 위하여 16 mm의 full-width at half-maximum (FWHM)의 가우시안커널(Gaussian kernel)을 이용하여 영상을 평면화시켰다. 이렇게 얻은 영상은 16-bit, 상의 크기가 79×95×68 mm 이고 2×2×2 mm 화소(voxel)크기를 가진다. SPM분석으로 얻은 결과는 평균 MR template (Montreal Neurological Institution, McGill University, CA)[13]위에 없어 시상면으로 표현하여 뇌 혈류의 변화를 알아 볼 수 있게 하였다.

3) 이미지 분석

환자군의 국소 뇌혈류의 변화를 관찰하기 위하여 공간 정규화

Table 1. Clinical and laboratory characteristics of TGA patients

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
Sex	M	F	M	M	M
Age	70	63	67	67	68
Time to recovery (Hrs)	7	17	14	12	10
Retrograde amnesia	No	No	Yes	No	Yes
Aggravating factor	Physical stress	Swimming	Emotional stress	Tennis playing	Emotional stress
EEG	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
MRI	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1st SPECT (days after onset)	3	1	3	2	4
Follow-up SPECT (days after onset)	83	49	55	90	107
HVLT	-	-	-	-	-
Free R (1+2+3= Total/delayed)	1+2+6=9/0	4+8+6=18/0	NA	6+7+7=20/0	0+5+5=10/0
Recognition (T-F)	5	5	NA	7	3

HVLT: Hopkins Verbal Learning Test, Free R: Free recall, T: true, F: false, NA: not applicable.

Table 2. Regions, P/T values of voxel and coordinates of the significant (corrected, $p<0.05$) clusters with decreased regional cerebral blood flow in patients with TGA compared with healthy controls

Region (Brodmann area)	Number of Voxels in Cluster	Voxel P (corrected)	Voxel T	Co-ordinates x, y, z (mm)
L. Superior Temporal Gyrus, BA 37	12128	0.001	9.42	-54, -58, 14
L. Inferior Temporal Gyrus, BA 20		0.001	9.68	-48, -6, -30
L. Parietal, Supramarginal Gyrus, BA 40		0.001	9.36	-58, -48, 30
L. Frontal Precentral Gyrus BA 4		0.002	9.18	-56, -16, -36
L. Thalamus, Medio-dorsal Nucleus		0.012	6.58	-10, -20, 10
R. Inferior Temporal Gyrus, BA 20	314	0.173	5.81	62, -32, -20
R. Inferior Frontal Gyrus, BA 10	574	0.440	3.90	-64, -46, -14
R. Superior Temporal Gyrus, BA 10		0.770	3.58	-26, -14, -14

BA: Brodmann area, TGA: Transient Global Amnesia, R: right, L: left.

Table 3. Regions, P/T values of voxel and coordinates of the significant (corrected, $p<0.05$) clusters with increased regional cerebral blood flow in patients with TGA compared with healthy controls

Region (Brodmann area)	Number of Voxels in Cluster	Voxel P (corrected)	Voxel T	Co-ordinates x, y, z (mm)
R. Insular, BA 22	693	0.000	13.19	44, -24, -6
R. Temporal Lobe, Gray matter, BA 21		0.000	12.88	46, -16, -12
R. Superior Temporal Gyrus, BA 38		0.002	9.15	40, 2, -18

BA: Brodmann area, TGA: Transient Global Amnesia, R: right, L: left.

시킨 5명의 환자와 9명의 정상대조군의 SPECT영상을 unpaired t-test를 이용하여 비교 분석하였다. SPM분석의 결과는 p 값을 corrected 0.01로 하여 유의한 결과를 찾았고 최소 200개 이상의 활성화된 화소를 보이는 영역만 분석하였다. 시간의 변화에 따른 환자군에서의 뇌혈류의 변화를 관찰하기 위하여 첫 번째

SPECT 데이터와 두 번째 SPECT 데이터를 paired t-test로 비교하였다.

뇌표준 지도 위에 덧씌워진 결과들의 정확한 해부학적 위치를 알기 위하여 의미 있는 변화를 보인 화소의 x, y, z 값을 Talairach Daemon Database 소프트웨어에 넣어서 최종적으로 각 영역의 해부학적 위치와 Brodmann영역을 구하였다.

결 과

대상 환자들의 임상적인 특징과 신경 심리 검사, MRI, EEG 결과에 관해서는 Table 1에 언급하였다. 환자들은 처음 증상이 생기고 1-4일 사이에 첫 번째 SPECT를 시행하였고, 두 번째 SPECT는 평균 76.8일 뒤에 실시하였다. 첫 번째 SPECT 시행 당시 환자들은 처음에 보였던 반복적으로 질문하는 증상은 모두 사라졌으나 HVLT 검사를 실시한 4명 모두에서 20분 지연회상이 심하게 떨어져 있고 재인에서는 어느 정도 기억의 인출이 가

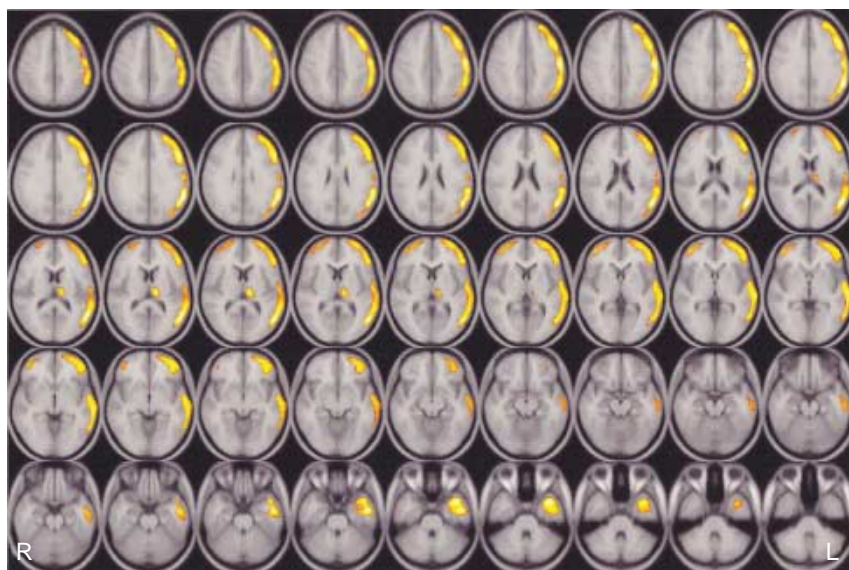


Fig. 1. SPM analysis results superimposed onto an axial MRI template. Areas with decreased regional cerebral blood flow in the initial SPECT of patients with TGA in comparison to the healthy controls are presented in red and yellow colors (corrected $p < 0.05$). TGA: Transient Global Amnesia, R: right, L: left.

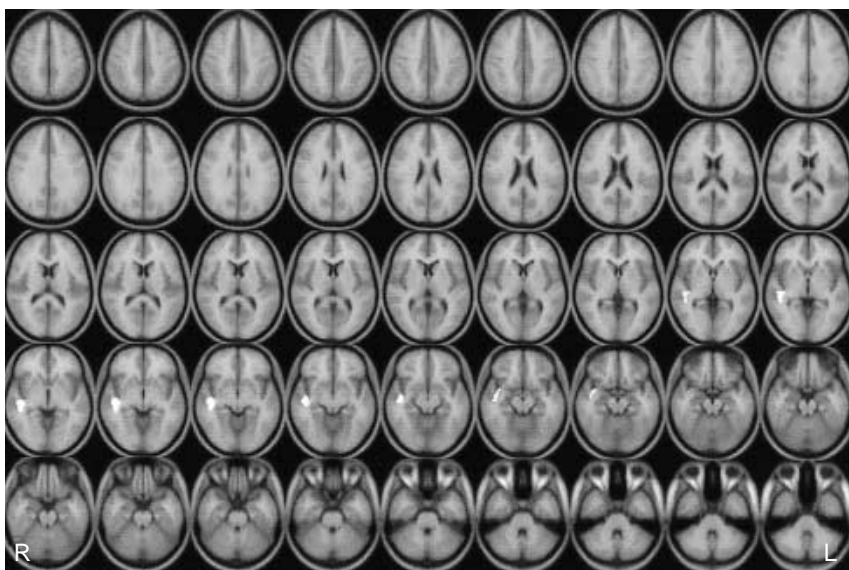


Fig. 2. SPM analysis results superimposed onto an axial MRI template. Areas with increased regional cerebral blood flow (white color) in patients with TGA in comparison to the healthy controls (corrected $p < 0.05$). TGA: Transient Global Amnesia, R: right, L: left.

능한 양상을 보여 SPECT 검사 시에도 기억의 장애가 여전히 존재함을 알 수 있었다.

환자군에서 정상 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 국소 뇌혈류의 감소를 보이는 부위와 증가되는 부위를 MRI 표준지도 시상면에 옮겨서 표현하였고, 정확한 해부학적 위치를 알기 위하여 의미 있는 변화를 보인 화소의 x, y, z 값을 Talairach Daemon Database 소프트웨어에 넣어서 최종적으로 각 영역의 해부학적 위치와 Brodmann영역을 구하였다(Table 2, 3). 정상 대조군과 비교해 환자군에서 국소 뇌혈류가 감소한 곳은 좌측 상측두 대뇌이랑(left superior temporal gyrus), 좌측 하측두 대뇌이랑(left inferior temporal gyrus), 좌측 변연상 대뇌이랑(left supramarginal gyrus), 좌측 내배측 시상핵(left medio-dorsal thalamic nucleus), 우측 하측두 대뇌이랑(right inferior

temporal gyrus), 우측 하전두 대뇌이랑(right inferior frontal gyrus), 우측 상측두 대뇌이랑(right superior temporal gyrus) 들이다(Fig. 1). 환자군에서 정상군에 비하여 혈류가 증가된 부분이 관찰 되었는데 이들 부위는 우측 도피질(right insular cortex), 우측 측두엽 피질하 회백질(right temporal lobe, sub-cortical gray matter), 우측 상측두 대뇌이랑(right superior temporal gyrus)의 피질하 회백질 부위이다(Fig. 2). 환자군에서 시간의 변화에 따른 국소 혈류의 변화를 보기 위하여 첫 번째 SPECT과 두 번째 SPECT 사이에 통계적으로 유의한 국소 뇌혈류 차이를 나타내는 부위를 분석하였는데 두 번째 시행한 SPECT에서도 혈류의 흐름이 떨어지는 곳이 첫 번째와 거의 비슷하게 나타났고(Fig. 3), 두 검사 사이에 의미 있는 혈류 변화는 관찰되지 않았다.

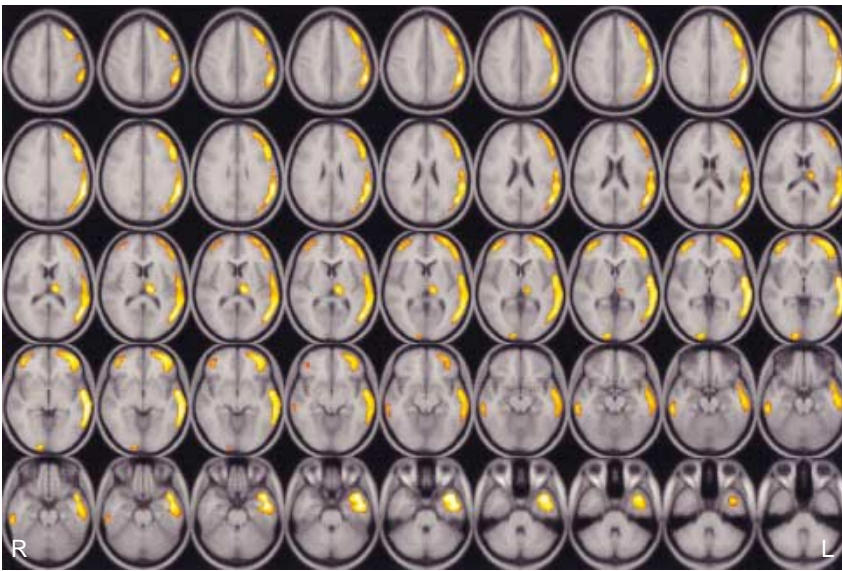


Fig. 3. Areas with decreased regional cerebral blood flow in the follow-up SPECT of patients with TGA in comparison to the healthy controls are presented in red and yellow colors (corrected $p < 0.05$). TGA: Transient Global Amnesia, R: right, L: left.

고 찰

TGA 환자들에서 임상 증상이 있는 기간 중에 시행한 SPECT 검사에서 혈류가 감소한다고 알려진 곳은 해마를 포함하는 좌측 또는 양측 내측두엽[14, 15], 좌측 시상[16], 전전두엽(prefrontal lobe)[17] 등으로 다양하다. 이번 연구에서는 뇌혈류가 유의하게 감소된 부위가 주로 좌측 측두엽, 두정엽, 전두엽 피질과 시상 부위로 시상을 제외한 다른 부위는 이전에 발표된 결과들과는 다르게 나타났다.

TGA는 병의 특징상 증상을 보이는 기간이 짧아 증상이 있는 동안에 SPECT를 시행하기 어렵다. 본 연구에서도 환자들이 증상을 보일 당시 SPECT를 실시 하지 못하고 증상이 회복된 후에 검사를 시행했다는 제한점이 있고 이런 이유로 혈류의 이상이 이전의 연구와는 다르게 나타났을 것으로 생각된다. 그러나 증상의 회복된 후에 SPECT가 시행 되었음에도 불구하고 여전히 혈류가 저하된 부분이 공통적으로 나타나고 이때 실시한 인지기능 검사에서도 기억의 저장과 인출의 장애가 여전히 나타나고 있어 환자들이 첫 번째 SPECT에서 보였던 혈류장애 부위는 환자들이 임상 증상의 회복이 후에 가지고 있던 기억력의 장애와 어느 정도 관련될 것이라고 생각된다.

이전에 시행된 연구에서 Takeuchi 등은 ECD-SPECT를 이용하여 TGA 임상 증상이 있는 동안에 좌측 내측측두엽과 양측 시상부위에 혈류가 감소된 것을 관찰하였고, 혈류의 감소가 acetazolamide를 투여하여도 사라지지 않는 것을 관찰하여 TGA 환자들에서 뇌 혈류역학적(hemodynamic) 조절의 이상이 있음을 증명하였다. 그리고 이런 현상은 15일 후에 시행한 검사에서는 사라짐을 확인 하였다[18]. HMPAO-SPECT를 이용한 연구는 Schmidtke 등에 의해서 시행되었는데, TGA의 임상증상이 있는 동안에는 양쪽의 측두기저(temporobasal) 부

위에 혈류가 떨어지고, 임상 증상이 회복되고 나서 시행한 검사에서는 정상으로 회복되었다고 보고하였다[8].

TGA 증상이 보이는 동안 오히려 혈류량이 증가한다고 보고한 연구도 있는데 Jung 등은 증상이 있는 동안 시행한 SPECT에서는 우측 측두엽 내측의 후미부(posterior caudal region)의 국소 뇌혈류가 오히려 증가하였고 증상 3주 이후의 검사에서는 본 연구에서와 같이 우측 측두엽의 국소 뇌혈류 증가와 좌측 측두엽 부위의 국소 뇌혈류 감소를 보였다고 보고하였고[10], Asada 등은 우측의 시상에서는 혈류가 감소하고 우측 parahippocampal gyrus에서는 혈류가 증가한다고 하였다[19]. 이와 같이 TGA환자를 대상으로 한 SPECT 연구의 결과들이 보고자마다 서로 다르게 나타나는데 이것은 TGA에서의 혈류 변화가 역동적인 현상으로 시간의 흐름에 따라 국소 뇌혈류의 분포양상이 변화하면서 나타나는 현상일 수 있고 개인마다 TGA 발생시 임상 증상과 관계되는 뇌 부위가 다를 가능성도 있다.

본 연구가 이전의 연구와 다른 특징을 보이는 것은 좌측 대뇌 반구의 여러 곳에 혈류량이 떨어져 있으나 반대측의 대뇌 반구 일부에서 이와는 반대로 혈류량이 증가된 부분이 나타난다는 것이다. 이러한 현상은 이전의 일부 연구에서도 언급되기는 했으나[10, 20] 다른 대부분의 연구에서는 보고되지 않은 것으로 이런 현상이 나타난 이유는 알기는 힘들나 혈류가 떨어진 왼쪽의 뇌 기능을 보상하기 위하여 나타나는 현상일 것이라고 생각된다. 본 연구에서 오른쪽 뇌에서 이전에 언급되지 않았던 국소 혈류의 증가가 확연히 드러나고 이들의 3차원적인 위치 감별이 가능한 것은 이번 연구가 ROI 방법이 아니라 SPM을 이용하였기 때문이라고 생각된다. ROI를 이용한 분석은 관심영역을 그리는 부위를 선정하는데 검사자의 편견이 개입되고, 의미가 있지만 그 영역의 크기가 작을 경우는 큰 ROI에 포함되어 그 의미가 희석될 수 있으며, ROI 밖에 있는 영역은 의미가 있어도

분석에서 제외된다는 것이다. 그러나 SPM에서는 3차원 이미지 값 전체를 voxel 대 voxel로 비교 분석하므로 ROI의 단점을 극복하면서 보다 객관적인 분석이 가능하고 환자군에서 공통적으로 나타나는 통계학적으로 의미 있는 혈류변화를 보이는 부위를 정확히 알 수 있다는 장점이 있다.

시간에 따른 뇌혈류 변화를 알아보기 위하여 처음 SPECT를 실시하고 나서 평균 76.8일 경과 후 두 번째 SPECT를 실시하였다. 이전의 연구들[10, 18-21]에서는 대부분 처음에 보이는 혈류의 변화가 두 번째 검사에서는 사라진다고 보고 하고 있으나 본 연구에서는 국소 혈류의 흐름이 처음과 거의 비슷한 양상을 보였다. 이번에 연구에 실시되었던 SPECT에 사용된 ECD는 빠른 속도로 뇌혈류장막(blood brain barrier)을 통과하여 뇌 신경 세포 안에서 esterase에 의하여 diester 형태가 변하여 diacid complex를 형성하게 된다. 이때 형성된 diacid complex는 극성을 가져 뇌 세포 밖으로 재흡수 되지 않으므로 안정화되고 뇌 이외의 조직에서는 빠르게 제거가 되어 정상조직과 비정상 조직간의 대비가 잘되어 비교적 선명한 상을 얻을 수가 있다[22]. 두 번째 SPECT를 실시할 때 환자들은 일상 생활에서 전혀 이상이 없고 신경심리 검사상에서도 이전에 보이던 기억력의 장애는 회복된 상태였다.

이번 연구에서 환자들에서 실시한 두 번째 SPECT에서 첫 번째 SPECT에서 나타나는 혈류저하 부위의 기능이 회복되지 않았다는 것은 TGA 발생 시 diester 효소계가 선택적으로 손상되고 이것은 2-3달의 추적 관찰 기간 동안에도 회복되지 않는 것으로 생각된다. 이러한 현상은 환자들의 임상증상의 회복이 되더라도 뇌세포 기능의 이상은 훨씬 오랫동안 지속됨을 의미한다. 그리고 반대편의 혈류 증가가 여전히 지속적으로 나타나는 것은 이곳의 기능 증가가 좌측 뇌의 기능저하를 지속적으로 보상을 해주고 있는 것으로 생각된다. 이한 국소 혈류의 변화가 언제까지 나타나는지는 앞으로 계속 추적 검사를 통해서 확인하여야겠다.

결론적으로, TGA환자에서 증상 회복을 보인 수일 이후까지도 좌측 뇌의 기억과 관련된 부위의 국소 뇌혈류의 감소가 나타나고 이와는 반대로 우측 뇌 특정부위의 국소 뇌혈류 증가를 보인다. 이러한 현상은 증상 회복 후에도 3개월 이상 장기간 지속되며 이러한 좌우 뇌의 불균형이 TGA의 발병기전에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 생각한다. 그리고 SPM분석은 ROI 방법의 단점을 극복한 객관적인 분석방법으로 뇌기능 연구에 많은 도움을 줄 것으로 기대한다.

참고문헌

- Hodges JR, Warlow CP. *The aetiology of transient global amnesia. A case-control study of 114 cases with prospective follow-up.* Brain 1990; 113 (Pt 3): 639-57.
- Zorzon M, Antonutti L, Mase G, Biasutti E, Vittrani B, Cazzato G. *Transient global amnesia and transient ischemic attack. Natural history, vascular risk factors, and associated conditions.* Stroke 1995; 26(9): 1536-42.
- Meo R, Bilo L, Striano S, Ruosi P, Estraneo A, Nocerino C. *Transient global amnesia of epileptic origin accompanied by fever.* Seizure 1995; 4(4): 311-7.
- Lewis SL. *Aetiology of transient global amnesia.* Lancet 1998; 352(9125): 397-9.
- Strupp M, Bruning R, Wu RH, Deimling M, Reiser M, Brandt T. *Diffusion-weighted MRI in transient global amnesia: elevated signal intensity in the left mesial temporal lobe in 7 of 10 patients.* Ann Neurol 1998; 43(2): 164-70.
- Melo TP, Ferro JM, Ferro H. *Transient global amnesia. A case control study.* Brain 1992; 115 Pt 1: 261-70.
- Eustache F, Desgranges B, Petit-Taboue MC, de la Sayette V, Piot V, Sable C, et al. *Transient global amnesia: implicit/explicit memory dissociation and PET assessment of brain perfusion and oxygen metabolism in the acute stage.* J Neurol Neurosurg Psychiatry 1997; 63(3): 357-67.
- Schmidtke K, Reinhardt M, Krause T. *Cerebral perfusion during transient global amnesia: findings with HMPAO SPECT.* J Nucl Med 1998; 39(1): 155-9.
- Guillery B, Desgranges B, de la Sayette V, Landeau B, Eustache F, Baron JC. *Transient global amnesia: concomitant episodic memory and positron emission tomography assessment in two additional patients.* Neurosci Lett 2002; 325(1): 62-6.
- Jung HH, Baumgartner RW, Burgunder JM, Wielepp JP, Lourens S. *Reversible hyperperfusion of the right medial temporal lobe in transient global amnesia.* J Neurol Neurosurg Psychiatry 1996; 61(6): 654-5.
- Warren JD, Chatterton B, Thompson PD. *A SPECT study of the anatomy of transient global amnesia.* J Clin Neurosci 2000; 7(1): 57-9.
- Friston KJ, Holmes AP, Worsley KJ, Poline JB, Frith CD, Frakowiak RSJ. *Statistical Parametric Maps in functional imaging: general approach.* Human Brain Mapping 1995; 2: 189-210.
- Friston KJ, Ashburner J, Poline JB, Frith CD, Heather JD, Frakowiak RSJ. *Spatial realignment and normalization of images.* Human Brain Mapping 1995; 2: 165-89.
- Evans J, Wilson B, Wraight EP, Hodges JR. *Neuropsychological and SPECT scan findings during and after transient global amnesia: evidence for the differential impairment of remote episodic memory.* J Neurol Neurosurg Psychiatry 1993; 56(11): 1227-30.
- Tanabe H, Hashikawa K, Nakagawa Y, Ikeda M, Yamamoto H, Harada K, et al. *Memory loss due to transient hypoperfusion in the medial temporal lobes including hippocampus.* Acta Neurol Scand 1991; 84(1): 22-7.
- Goldenberg G, Podreka I, Pfaffelmeyer N, Wessely P, Deecke L.

- Thalamic ischemia in transient global amnesia: a SPECT study. Neurology* 1991; 41(11): 1748-52.
17. Baron JC, Petit-Taboue MC, Le Doze F, Desgranges B, Ravenel N, Marchal G. Right frontal cortex hypometabolism in transient global amnesia. A PET study. *Brain* 1994; 117 (Pt 3): 545-52.
 18. Takeuchi R, Yonekura Y, Matsuda H, Nishimura Y, Tanaka H, Ohta H, et al. Resting and acetazolamide-challenged technetium-99m-ECD SPECT in transient global amnesia. *J Nucl Med* 1998; 39(8): 1360-2.
 19. Asada T, Matsuda H, Morooka T, Nakano S, Kimura M, Uno M. Quantitative single photon emission tomography analysis for the diagnosis of transient global amnesia: adaptation of statistical parametric mapping. *Psychiatry Clin Neurosci* 2000; 54(6): 691-4.
 20. Sakashita Y, Kanai M, Sugimoto T, Taki S, Takamori M. Changes in cerebral blood flow and vasoreactivity in response to acetazolamide in patients with transient global amnesia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997; 63(5): 605-10.
 21. Jovin TG, Vitti RA, McCluskey LF. Evolution of temporal lobe hypoperfusion in transient global amnesia: a serial single photon emission computed tomography study. *J Neuroimaging* 2000; 10(4): 238-41.
 22. Leveille J, Demonceau G, Walovitch RC. Intrsubject comparison between technetium-99m-ECD and technetium-99m-HMPAO in healthy human subjects. *J Nucl Med* 1992; 33(4): 480-4.