

뇌외상 환자의 Tc-99m ECD 뇌 SPECT에서 뇌 혈류감소의 분포 및 시상의 혈류감소에 대한 인지 및 행동장애 평가

전북대학교 의과대학 핵의학교실,¹ 의학연구소²

박순아¹ · 임석태¹ · 손명희^{1,2}

Tc-99m ECD Brain SPECT in Patients with Traumatic Brain Injury: Evaluating Distribution of Hypoperfusion and Assesment of Cognitive and Behavioral Impairment in Relation to Thalamic Hypoperfusion

Soon-Ah Park, M.D.,¹ Seok Tae Lim, M.D.¹ and Myung-Hee Sohn, M.D.^{1,2}

Departments of Nuclear Medicine¹ and Institute for Medical Science,²

Chonbuk National University Medical School, Chonju, Korea

Abstract

Purpose: We evaluated the distribution of hypoperfusion in patients with traumatic brain injury (TBI) and the relationship of thalamic hypoperfusion to severity of cognitive and behavioral sequelae. **Materials and Methods:** Tc-99m ECD SPECT and MRI were performed in 103 patients (M/F=81/22, mean age 34.7±15.4 yrs) from 0.5 to 55 months (mean 10.3 months) after TBI. The patients were divided into three groups showing no abnormalities (G1), focal (G2) and diffuse injury (G3) on MRI. Psychometric tests assessed 11 cognitive or behavioral items. In all patients, we evaluated the distribution of hypoperfused areas in SPECT, and in 57/103 patients, neuropsychological (NP) abnormalities in patients with thalamic hypoperfusion were compared with those of patients without thalamic hypoperfusion. **Results:** The perfusion deficits were most frequently located in the frontal lobe (G1, 42.3%: G2 34.5%: G3 33.3%), temporal lobe (24~26%) thalami (21~22.4%), parietal and occipital lobe (≤10%). Numbers of NP abnormalities in the cases of cortical hypoperfusion with or without concomitant thalamic hypoperfusion were following: the former 4.7±1.5 and the latter 3.2±1.4 in G1, 5.0±1.1 and 4.8±1.2 in G2, 6.8±1.8 and 6.3±1.1 in G3, respectively. This difference according to thalamic hypoperfusion was significant in G1 (p=0.002), but was not significant in G2 or G3. **Conclusion:** SPECT in patients with TBI had demonstrated hypoperfusion mostly involving the frontal, temporal and thalami. In normal group on MRI, frontal hypoperfusion was more prominent than that of any other group, Furthermore in this group, SPECT could predict severity of NP outcome by concomitant thalamic hypoperfusion with cerebral cortical abnormalities. (Korean J Nucl Med 2000;34:445-55)

Key Words: Traumatic brain injury, Tc-99m ECD, Single photon emission computed tomography, Magnetic resonance imaging

Received Sep. 8, 2000; revision accepted Nov. 30, 2000

Corresponding Author: Myung-Hee Sohn, M.D., Department of Nuclear Medicine, Chonbuk National University Medical School, 634-18, Keumam-dong, Duckjin-gu, Chonju, Chonbuk, 561-712, Korea.

Tel: 063-250-1174, Fax: 063-250-1588, E-mail: mhsohn@moak.chonbuk.ac.kr

서 론

외상성 뇌손상(trumatic brain injury, 이하 TBI)은 심각한 신경학적 질환을 일으키는 원인으로 뇌졸중과 같은 뇌혈관질환을 압도하는 발병률과 유병률을 가지고 있으며¹⁾ 한국통계연감에 의하면 교통사고로 인한 부상자수 중에 상당수가 TBI 환자일 것으로 추측하고 있다.²⁾ 대부분 비교적 젊은 연령인 경우가 많아 TBI에 의한 후유증은 일생동안 신체적, 신경과적 및 정신과적 문제를 일으킨다.

TBI 후 기질적 정신장애는 주로 만성기에 나타나며 성격 및 인격의 변화, 인지기능 및 기억력장애, 지적능력의 저하 등 신경심리학적 증상을 가져온다.^{3,5)} 그러나 호소하는 증상이 주관적이기 때문에 판단이 어려운 경우가 많고 뇌의 기질적 문제점을 평가하기 위해 뇌전산화단층촬영(computed tomography, 이하 CT)이나 자기공명영상(magnetic resonance image, 이하 MRI)을 얻기도 하지만 구조적 병변을 밝혀 내지 못하는 경우가 많다.⁶⁾ 반면에 뇌혈류 단일광자전산화단층촬영(single photon emission computed tomography, 이하 SPECT)은 정신심리검사에서 장애를 보이는 환자의 경우 증상과 연관된 객관적인 증거를 제시할 수 있다는 보고가 있다.^{7,8)} 따라서 SPECT는 손상의 경중에 관계없이 CT나 MRI에서 보여지는 해부학적 병변보다 더 많은 수의 병변을 보여주며 환자의 임상증상을 설명할 수 있는 뇌혈류 변화를 잘 보여주고 있어 TBI 후 후유증을 평가하는데 도움이 될 수 있다.^{9,10)}

TBI 후 주된 인지 및 행동장애 증상은 주로 전두엽과 측두엽의 손상과 관련이 많으며 시상은 전두엽과 측두엽을 포함하여 대부분의 대뇌피질과 다양한 구심성 및 원심성으로 연결되어 그 기능은 매우 복잡적이라고 할 수 있다.¹¹⁾ SPECT는 만성기에 CT나 MRI보다 환자의 신경학적 상태나 예후를 예측하는데 좋은 검사방법으로 보고되었으며¹²⁾ 대뇌피질과 시상의 기능적 연결을 고려해 볼 때 대뇌피질의 혈류감소와 연관된 시상의 혈류변화는 환자의 신경심리학적 증상과 관련이 있을 것으로 생각할 수 있다.

본 연구에서는 MRI상 이상소견이 없거나 국소 손상 또는 미만성 손상을 보이는 TBI환자에서 각각의 경우에 SPECT상 혈류이상을 보이는 부위의 분포를 조사하였으며, 만성기 TBI환자에서 대뇌피질의 혈류감소가 있을 때 시상의 혈류감소 동반유무에 따른 인지 및 행동장애의 심각성정도를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

TBI 후 SPECT와 MRI를 같이 시행한 103명의 환자를 대상으로 하였다. 남자가 81명, 여자가 22명이었으며 평균 연령은 34.7 ± 15.4 세였다. 94명은 교통사고였고, 9명은 낙하사고로 인한 두부 외상이었다. 뇌외상 후 검사까지 기간은 0.5개월부터 55개월까지 평균 10.3개월로 6개월 미만(평균 1.65 ± 1.34 개월)인 환자는 36명이었고, 6개월 이상(14.9 ± 11.2 개월)인 환자는 67명이었다. 6개월 이상의 67명은 정신과에서 TBI에 의한 기질적 정신장애인 인격 및 행동장애 또는 인지기능장애를 평가하기 위해 정신과적 및 신경심리학적 검사를 실시하였고 이전에 뇌외상이나 정신질환, 뇌혈관질환, 알콜이나 약물중독이 없는 환자들만 대상으로 하였다.

2. 검사 방법

1) MRI

뇌 MRI은 모든 예에서 1.5T의 MRI 기기(IM-PACT, VISION, Siemens, Germany)로 T1-과 T2-강조영상을 횡단면, 시상면, 관상면으로 5~7 mm의 두께로 얻었다. MRI 소견에 따라 3군으로 분류하였다. 즉 1군은 이상소견이 없는 경우이며, 2군은 국소 손상인 경우로 뇌좌상이나 뇌연화증을 포함하였으며, 3군은 미만성 손상인 경우로 미만성 축삭 손상, 경막하출혈을 포함하였다. 판독은 진단방사선과 전문의가 뇌외상 환자라는 병력만 가지고 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽, 기저핵, 시상으로 나누어 뇌병변을 분석하였다.

2) SPECT

모든 환자에서 Tc-99m ECD 925 MBq를 정맥 내 주사하였다. SPECT 영상은 저에너지 고헤상도 부채살조준기를 부착한 이중헤드 감마카메라(Multi-SPECT2, Siemens, Germany)로 투사상 당 21초씩, 128×128 매트릭스로 총 40개의 투사상을 획득하였다. Butterworth 여과기를 사용하여 여과 후 역투사 방법으로 재구성하고 Chang 방법으로 감쇠보정을 하였다. 모두 횡단면, 관상면, 시상면을 얻었고 판독은 2명의 핵의학 전문의가 각기 임상정보 없이 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽, 기저핵, 시상으로 나누어 뇌혈류 감소를 분석한 후 합의하여 결정하였고 뇌피질이나 시상의 혈류감소 유무는 소뇌를 기준으로 50% 미만으로 판정하였으며, MRI에서 분류한 1, 2, 3군에 따라 분류하여 분석하였다.

3) 인지 및 행동장애 평가

TBI에 의한 인격 및 행동장애 또는 인지기능장애를 평가하기 위해 정신과에 입원한 67예에서 뇌 손상을 수량화하고 심각한 사고장애 등을 알기 위해 임상심리사가 시행한 인지기능검사와 정신과 의사의 정신상태 검사가 이루어졌다. 객관적 및 투사적 검사 등이 이루어졌으며 여기에는 다면적 인성 검사(Minnesota Multiphasic Personality Inventory, MMPI), 간이정신진단검사(Symptom check list 90 R, SCL-90-R), 이화방어기제검사, 정신상태검사(Mental status examination), 벤더 게스탈트 검사(Bender-Gestalt Test), 그림지능검사, 인물화 그림 검사(Draw a person test), 사회성숙도검사, Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale (K-WAIS)가 포함되었다. 이 검사에 의해 환자의 협조가 되지 않아 제대로 평가가 되지 못한 항목이 있어 67예 중 57예 모두에서 평가가 가능했던 11개의 항목만을 포함하여 조사하였다. 인지 및 행동장애 평가를 위한 11개 항목은 다음과 같다. 1) 외모 및 태도: 수동적, 무관심, 지저분한 외모, 퇴행적이거나 난폭한 태도, 2) 언어 및 사고: 부정확한 발음이나 실어증, 편집증, 의심, 불안, 자살사고 및 피해망상적 사고, 3) 정동: 신경질적, 불안정, 과민, 우울, 위축, 감정조절

의 장애, 4) 행동: 충동적, 난폭, 퇴행적, 위축된 행동, 5) 지각력: 환시와 환청, 6) 지남력: 사람, 장소, 시간에 대한 장애, 7) 기억력: 과거와 최근 기억에 대한 장애, 8) 주의 집중력: 장애, 9) 판단력: 장애, 10) 추상력: 장애, 11) 계산력: 장애.

3. 대뇌피질과 동반된 시상의 혈류감소 유무에 따른 인지 및 행동장애의 정도평가

SPECT, MRI, 신경심리검사가 같이 시행된 57예에서 MRI에서 분류된 3가지 군에 따라 대뇌피질의 혈류감소가 있으면서 시상의 혈류감소가 동반된 경우와 대뇌피질의 혈류는 감소되었지만 시상의 혈류는 정상적으로 유지된 경우에서 비정상 신경심리학적 항목의 수를 조사하였다. 이러한 시상의 혈류감소 유무에 따른 비정상 신경심리학적 정도의 차이에 유의성은 Mann-Whitney의 U검정을 시행하였다. 또한 유의한 결과를 보인 군에서는 시상의 혈류감소가 있는 그룹과 없는 그룹 사이에 신경심리학적 증상의 차이가 다른 변인에 의한것인지를 검증하기 위해 학력, 나이, 성별, SPECT상 병변의 수, 외상 후 시간들을 포함하여 다중 로짓 회귀모형을 이용하여 알아보았다.

결 과

1. MRI와 SPECT 소견

MRI에서 정상소견을 보인 1군은 40예, 국소손상을 보인 2군은 26예, 미만성 손상을 보인 3군은 37예였으며 MRI는 199개의 병변이, SPECT에서는 402개의 혈류감소 병변이 103예 모두에서 관찰되었다. 정상 MRI소견을 보인 1군은 SPECT상 80개의 병변에서 혈류감소를 보였다. MRI에서 국소손상을 보인 2군은 26예로 뇌좌상 22예, 뇌연화증 3예, 반중좌상(countrecoup contusion)이 1예로 MRI에서는 72개 병변이 관찰되었고, SPECT에서는 127개 병변이 혈류감소를 보였다. MRI에서 미만성 손상을 보인 3군은 37예로 모두 미만성 축삭손상이 있었는데 29예는 미만성 축삭손상만 있었고, 7예는 경막하출혈이 같이 있었으며, 1예는 뇌수막염이 포함되어 MRI에서 모두 127개의 병변이 관찰되었고,

SPECT에서 195개 병변에서 혈류감소를 보였다 (Table 1).

2. SPECT에서 혈류감소 부위의 분포

SPECT에서 혈류감소 분포를 조사한 결과 전체적으로 전두엽(36.7%), 측두엽(25.3%), 시상(21.5%)이 가장 많았고 다음으로 두정엽(6.1%), 후두엽

(5.7%), 기저핵(4.6%)이었다. 각각의 군에서는 1군에서 전두엽 42.3%, 측두엽 25.6%, 두정엽 1.3%, 후두엽 6.4%, 기저핵 3.9%, 시상 20.5%였고 2군에서는 위의 순서대로 34.5%, 24.1%, 7.8%, 6.9%, 4.3%, 22.4%였으며 3군에서 33.3%, 26.1%, 9.4%, 3.9%, 5.6%, 21.7%였다(Fig. 1).

시상의 편측 혈류감소를 보인 경우는 32에 대

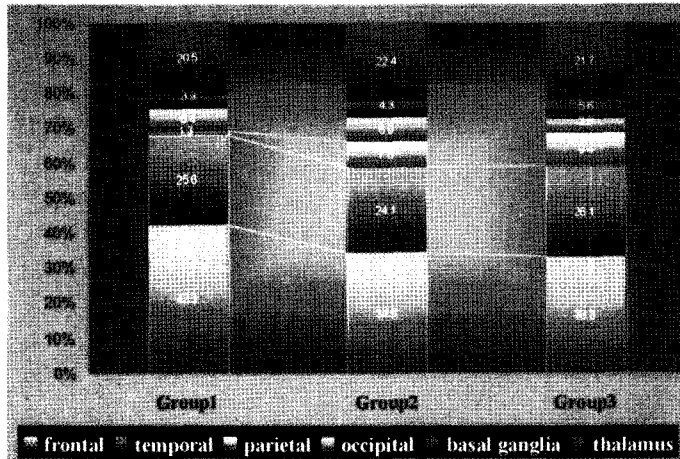


Fig. 1. Hypoperfusion in Tc-99m ECD SPECT was most frequently located in the frontal, temporal and thalamic regions in all groups. Frontal hypoperfusion was more prominent in group 1 than that of any other group.

Table 1. Sensitivity of MRI and SPECT in Normal, Focal and Diffuse Brain Injury by Findings of MRI

Group	Findings of MRI	Number of patients	Number of lesions	
			MRI	SPECT
G1	Normal	40	0	80
G2	Focal Injury	26	72	127
	Contusion	(22)		
	Encephalomalacia	(3)		
	Countrecoup injury	(1)		
G3	Diffuse injury	37	127	195
	DAI*	(37)		
	DAI, SDH [†]	(7)		
	DAI, Meningitis	(1)		
Total		103	199	402

* DAI, diffuse axonal injury.

† SDH, subdural hemorrhage.

뇌피질과 동측인 경우가 10예, 반대측이 1예, 양측의 대뇌피질의 혈류감소는 21예로 이러한 양측의 경우는 주로 혈류감소의 범위와 정도가 심한측과 동측인 시상에서 혈류감소를 보였다. 시상의 양측 혈류감소는 24예였으며 대뇌피질이 좌우에 상관없이 편측만 혈류감소를 보인 경우는 6예, 양측의 대뇌피질감소는 18예였다.

3. 대뇌피질과 동반된 시상의 혈류감소 유무에 따른 인지 및 행동장애의 정도

신경심리학적검사와 SPECT, MRI를 같이 시행한 57예에서 인지 및 행동장애를 보인 항목은 모두 11개의 항목 중에서 평균 4.8 ± 1.9 개였고, 대뇌피질의 혈류감소가 있으면서 시상의 혈류저하를 보인 경우와 반대로 대뇌피질의 혈류감소는 있지만 시상의 혈류는 유지된 경우에 각각 5.5 ± 1.9 개와 3.88 ± 1.75 개였다. 이 두 가지 경우에 따라 각 군으로 구분한 결과 1군(Fig. 2)에서는 4.7 ± 1.5 개(17/57예)와 3.2 ± 1.4 개(13/57예)였고, 2군(Fig. 3)에서는 5.0 ± 1.1 개(8/57예)와 4.8 ± 1.2 개(5/57예)였으며, 3군(Fig. 4)에서는 6.8 ± 1.8 개(11/57예)와 6.3 ± 1.1 개(3/57예)

였다. 모든 군에서 대뇌피질과 시상의 혈류감소가 같이 있는 경우에 시상이 정상혈류를 보인 경우보다 인지 및 행동장애의 정도가 더 많았지만 이 중에서 1군에서만 시상의 혈류감소 유무에 따른 후유증 정도차이에 통계적 유의성을 보였으며(Table 2) 이러한 차이에 영향을 줄 수 있는 다른 변인들에서는 통계적 유의성을 찾아볼 수 없었다(Table 3).

고 찰

본 연구에서는 TBI 후 SPECT상 혈류감소를 가장 많이 보이는 부위로 전두엽과 측두엽, 시상순으로 관찰되었다. 특히 MRI에서 정상이었던 군은 전두엽의 비율이 42.3%로 국소 손상이나 미만성 손상이 있었던 군의 34.5%와 33.3%보다 전두엽이 차지하는 비율이 많았다. 두부외상 당시 의식소실이 없고 CT에서 정상소견을 보였던 경미한 뇌손상 환자를 대상으로 연구한 보고에 의하면 SPECT에서 혈류감소를 보인 부위별 빈도를 조사한 결과 전두엽 58%, 기저핵과 시상 47%, 측두엽 26%, 두정엽 16%를 보였다.¹³⁾ 저자의 연구에서도 MRI에서 정

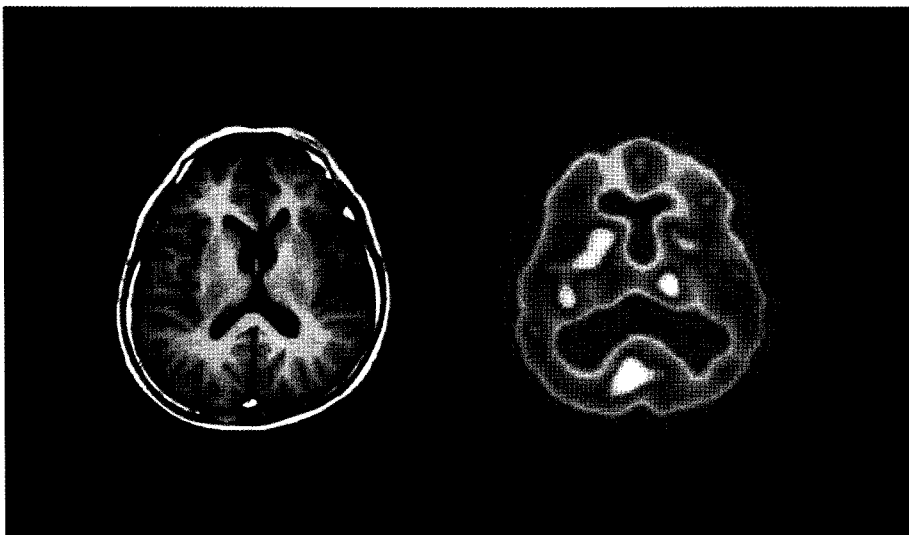


Fig. 2. A 41-year-old male had traumatic brain injury due to a traffic accident 6 months before. MRI shows nonspecific findings but SPECT demonstrated focal hypoperfusion in the right frontal lobe and thalamus. This patient had neuropsychological abnormalities of depressive mood, withdrawal behavior, and mild impairment of memory, attention and calculation.

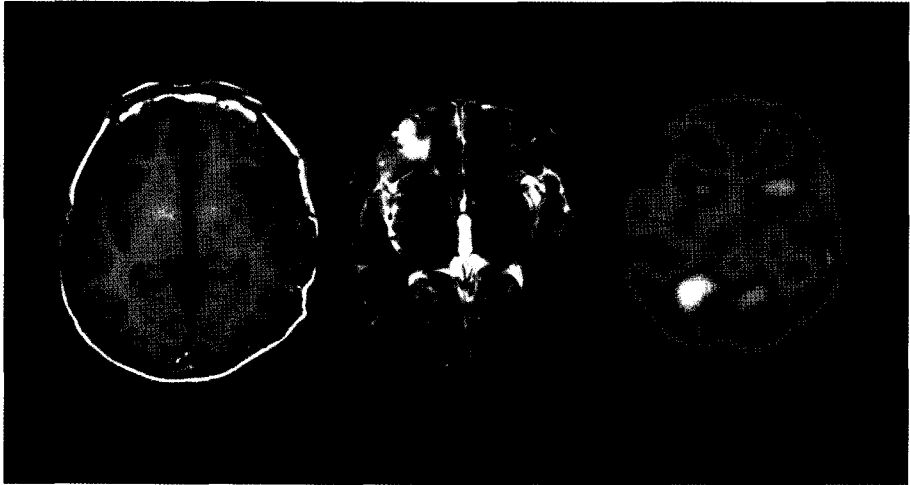


Fig. 3. A 48-year-old male had traumatic brain injury 8 months before. MRI shows encephalomalacia in the right frontal lobe. SPECT demonstrated perfusion defects in the right frontal and temporal lobes with hypoperfusion in both thalami. This patient had neuropsychological symptoms of depression, anxiety, regressive behavior and moderate impairment of memory, abstract and calculation.

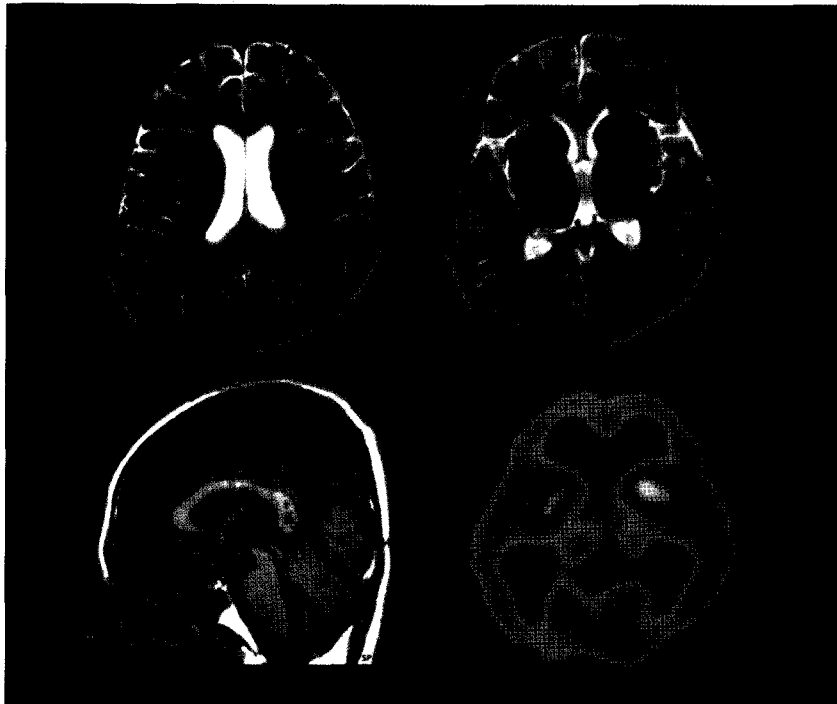


Fig. 4. A 19-year-old male had traumatic brain injury 7 months before. MRI shows diffuse axonal injury in the gray-white matter junction and corpus callosum. SPECT demonstrates diffuse hypoperfusion in the both frontal lobe and occipital lobe with both thalami. This patient had depression, unstable affect, impulsivity, regression, moderate impairment of memory, attention and calculation.

Table 2. Assessment of 11 Items of Cognitive and Behavioral Impairment according to Concomitant Hypoperfusion of Cerebral Cortex with or without Thalamus on SPECT

Group	SPECT		p-value
	with TH* (No of patients)	without TH (No of patients)	
G1	4.7±1.5 (17/57)	3.2±1.4 (13/57)	0.002
G2	5.0±1.1 (8/57)	4.8±1.2 (5/57)	0.389
G3	6.8±1.8 (11/57)	6.3±1.1 (3/57)	0.633

* TH, thalamic hypoperfusion.

Table 3. Comparisons of Variables Other Than Cognitive/Behavioral Abnormalities between Patients with TH and without TH in Group 1

Variables	with TH* (n=13)	without TH (n=17)	p-value
Age	35.4 (yr)	36.4 (yr)	0.6100
Sex	M/F=9/4	M/F=14/3	0.3045
Education (N/E/M/H/U) [†]	1/1/2/5/4	1/5/4/4/3	0.2544
No of lesions on SPECT	26	34	0.8894
Periods of TBI [‡]	11.3 (months)	11.9 (months)	0.9247

* TH, thalamic hypoperfusion.

[†] N, no education; E, elementary; M, middle school; H, high school; U, university.

[‡] TBI, traumatic brain injury.

상소견을 보인 그룹에서 전두엽, 측두엽, 기저핵과 시상 순으로 혈류감소를 보여 전두엽이 가장 많은 혈류감소를 보이고 있었다. 경미한 뇌손상 뿐만 아니라 중등도의 손상을 가진 환자를 대상으로 한 다른 연구에서도 국소적인 뇌혈류 감소를 보인 부위는 기저핵과 시상 55.2%, 전두엽 23.8%, 측두엽 13%, 두정엽 3.7%, 섬(insula)과 후두엽이 4.6%의 순으로¹⁴⁾ 보고되어 저자의 결과와는 약간 차이가 있었다. 그러나 TBI 후 전체적으로 전두엽, 측두엽, 기저핵과 시상의 순서에 차이는 있었지만 이 부분이 기타 다른 부위보다는 TBI 후 가장 많이 혈류감소를 보이는 부분임을 알 수 있었고 특히 전두엽은 뇌손상의 심각성에 관계없이 가장 많이 손상되는 부분임을 알 수 있다.

TBI 후 뇌손상이 있었던 환자들에서 흔히 있는 증상 중에 성격 및 인격의 변화를 볼 수 있다. 이러한 증상은 전두엽의 혈류 변화와 높은 관련성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다.¹⁵⁾ 정신기능에 대해

알려진 전두엽은 다음과 같다. 전두엽의 전두전피질(prefrontal cortex)은 전두엽의 앞측, 내측, 하측을 이루고 있는 대뇌피질로 고도의 정신기능과 관계 있는 것으로 생각되어 왔으며 이 부위의 손상 시에 정신기능의 변화는 정신적, 운동적자발성(mental and motor initiative)의 소실을 특징으로 한 성격 변화가 주가 된다. 또한 안외엽(orbital lobe)이 파괴되면 사회적 행동에 대한 억제력의 소실이 성격 변화의 특징이 된다.¹⁶⁾ 이러한 전두엽피질의 정신기능은 본 연구에서와 같이 인지기능장애, 인격 및 행동장애 등의 기질적 정신장애를 잘 설명해주고 있다.

전두엽피질은 시상내측핵(medial thalamic nuclei)과 상호 연결되어 있고, 그 외에도 시상하부와 대뇌피질의 다른 부위로부터 신경섬유를 받는다.¹⁶⁾ 따라서 전두엽과 시상의 기능적 연결은 전두엽의 병변으로 인한 시상의 해리현상을 일으킬 수 있으므로 뇌외상 후 CT나 MRI에서 전두엽의 구조적

이상을 발견하지 않더라도 SPECT와 같은 기능적 영상에서 시상의 혈류감소가 있을 경우 대뇌피질의 보이지 않는 손상이 있는 것으로 보고되었다.^{8,17)} 본 연구에서는 모든 군에서 전두엽의 혈류감소가 가장 많았으며 MRI에 정상이었다도 대뇌피질 혈류감소가 발견되었고 시상의 혈류감소를 동반한 경우가 시상이 정상혈류를 보인 경우보다 인지 및 행동장애의 정도가 의의있게 높았다.

뇌손상이 있는 환자에서 시상의 혈류감소와 신경정신과적 수행사이의 관계를 설명하는 3가지의 가설이 있는데 모두 시상과 대뇌피질과의 상호작용에 대한 내용이다.¹⁷⁾ 첫째, 시상의 구심성 신경전달이 되지 않아 관계되는 대뇌피질의 기능저하이다. 심한 두부외상환자의 사후부검에서 시상의 소관통혈관의 파열이 발견되었던 보고가 있다.¹⁸⁾ 둘째, 대뇌피질 손상에 의해 연결된 시상핵의 기능저하이다. 여러 곳의 대뇌피질로부터 오는 구심성 신경이 시상핵에 집결되므로 시상의 혈류저하는 국소적인 대뇌피질보다는 전체의 다양한 대뇌피질의 병변을 통합하여 보여주는 지표라 할 수 있다.¹⁹⁾ 셋째, 시상과 대뇌피질의 기능적 연결은 미만성 축삭손상에 의한 다발성 신경연결의 중단이 있을 때 시상의 기능은 영향을 받기 쉬운 점이다. 심한 미만성 축삭손상이 있었던 환자에서 몇 달 후 시상핵의 퇴화가 일어나는 것이 보고되었고 이러한 시상의 변화가 구심성 및 원심성 신경의 단절과 회백질의 퇴화에 의한 이차적인 변화로 설명하고 있다.²⁰⁾

CT에서 정상소견을 보인 TBI 환자들의 MRI와 SPECT의 연구에서 MRI상 뇌좌상과 미만성 축삭손상이 관찰되고 SPECT에서 대뇌피질과 시상의 혈류감소가 동반된 경우 좋지 못한 신경학적 결과를 초래한다고 보고되었다.²¹⁾ 본 연구는 MRI에서 국소적 또는 미만성 손상과 이상이 없는 경우를 나누어 비교한 결과 MRI에서 이상 소견이 없고 SPECT에서 대뇌피질과 시상의 혈류감소가 같이 있는 경우 유의한 인지 및 행동장애 증상을 보였다. 국소손상과 미만성 손상의 TBI는 서로 다른 병인론과 조직학적 소견을 보인다고 한다.^{18,20)} 즉 국소 뇌손상은 주로 혈관손상으로 국소적인 좌상이나 출혈을 일으키며, 미만성손상은 주로 신경손상으로

회백질안의 축삭손상이나 대뇌압력의 증가, 저산소증 또는 허혈에 의한 이차적 손상으로 유발된다고 하였다.²²⁾ 따라서 TBI 후 MRI에서 해부학적인 뇌손상이 보이지 않는 경우에서 SPECT상 혈류감소를 보이는 것은 이러한 눈에 보이지 않는 소혈관손상이나 신경손상을 일으킬 수 있는 위와 같은 이차적 원인들이 있을 것으로 생각된다. TBI에 의한 뇌손상의 기능적 병변의 발견은 뇌혈류 SPECT가 CT나 MRI와 같은 해부학적영상이나 전기생리학적검사보다 더 예민하다고 알려져 있으며^{23,24)} 특히 경미한 뇌 손상환자에서 CT보다 더 예민한 검사방법으로 평가되고 있다.²⁵⁻²⁷⁾ SPECT는 특히 CT나 MRI에서 정상소견을 보이거나 경미한 뇌손상이 있는 경우 환자의 신경학적 증상에 대하여 비교적 일치하는 객관적 결과를 보여주고 있는데^{7,13)} 경미한 뇌손상은 TBI의 가장 흔한 유형으로 최근의 연구자료에 의하면 가속과 감속운동에 의한 손상이나 뇌좌상과 같은 해부학적요인 외에 콜린계(cholinergic systems)와 같은 신경전달물질의 요인이 후유증의 증상과 관련이 있을 것으로 보고하고 있다.²⁸⁾ 따라서 해부학적 영상에서 보이지 않는 기능적 장애는 SPECT를 통하여 진단이 되므로 경미한 뇌손상 환자에서 진단적 유용성이 더 크다고 볼 수 있다.

CT나 MRI는 급성기에 외측성 혈종(extra-axial hematoma)이나 뇌좌상을 발견하는데 도움이 되지만 SPECT와 같은 기능적 영상은 만성기에 뇌손상 환자의 치료나 예후 예측 또는 인지 및 행동장애에 대하여 해부학적 영상보다 뛰어난 객관적 증거를 제시하여^{7,12)} SPECT의 TBI 후 만성기 임상적 예후 평가능력의 우월성에 대해서는 많은 연구 보고들에 의해 입증되어 왔다.^{7,9,12,29,30)} 본 연구의 신경정신과적 장애를 보인 대상환자들은 6개월 이상의 만성기 환자들로서 SPECT는 만성기에 MRI상 정상을 보였던 환자군에서 기질신경정신과적 증상을 설명해 주는 객관적인 자료가 되었고 특히 시상의 혈류감소는 그렇지 않은 경우보다 증상의 심각성을 예측하는데 도움을 주었다.

본 연구에서는 SPECT에서 시상의 혈류감소를 시각적으로만 분석하였지만 앞으로정량적 분석법에

의한 혈류감소 정도와 인지 및 행동장애 후유증의 심각성과 관계도 좋은 연구가 될 것으로 생각된다. 또한 본 연구의 제한점으로는 환자의 TBI전 임상 병력을 환자나 보호자에 의한 병력청취에만 의존할 수밖에 없어서 TBI 외의 다른 영향인자를 완벽히 배제하기는 어렵다고 볼 수 있다. 하지만 본 연구의 대상환자들은 전반적으로 임상가가 판단하기에 TBI 전 정상적인 생활을 해 온 환자들만 포함하였기 때문에 무리가 없을 것으로 생각된다.

결론적으로 TBI 후 SPECT상 혈류감소는 전두엽, 측두엽, 시상 순으로 많았고 그 중 전두엽은 MRI에서 정상을 보일 때 더 많은 비율을 보였다. 또한 SPECT에서 대뇌피질의 혈류감소가 시상의 혈류감소를 동반한 경우 시상이 정상 혈류를 보인 경우보다 인지 및 행동 장애를 보인 정도가 심하였다. 따라서 광범위한 대뇌피질과 시상의 상호연결을 고려해 볼 때 MRI에서 정상이라도 SPECT에서 대뇌피질과 시상의 혈류감소를 보인 경우 해부학적으로 보이지 않는 대뇌피질손상이 있을 것으로 추측된다. 따라서 MRI에 정상인 환자에서 SPECT는 기능손상에 의한 추후 인지 및 행동 장애 정도를 예측하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

요 약

목적: TBI 환자의 SPECT상 혈류장애를 보이는 부위의 분포를 조사하였으며 대뇌피질과 동반된 시상의 혈류변화를 관찰하여 환자의 인지 및 행동 장애 정도를 예측할 수 있는지 알아보고자 하였다. **대상 및 방법:** TBI 후 0.5~55개월까지(평균 10.3개월) 뇌손상 평가를 위해 MRI영상과 Tc-99m ECD SPECT를 시행한 103명의 환자를 대상으로 하였고 남자 81명과 여자 22명이었으며, 평균연령은 34.7 ± 15.4 세였다. 대상환자들은 MRI영상에서 정상, 국소손상 또는 미만성 손상여부에 따라 3군으로 나누었다. 신경심리학적 검사는 정신과 의사에 의한 행동 및 성격변화의 관찰과 임상심리사에 의한 인지 기능검사에 의해 총 11개의 항목이 평가되었다. SPECT에서 혈류감소를 보이는 대뇌피질의 분포를 비교하였으며 대뇌피질과 시상의 혈류감소를 같이

보인 경우와 시상의 혈류가 정상인 경우로 나누어 인지 및 행동 장애 정도와 관계가 있는지 Mann-Whitney의 U검정을 이용하여 유의성을 알아보았다. **결과:** 혈류감소를 보인 병변의 분포는 전두엽(1군 42.3%, 2군 34.5%, 3군 33.3%), 측두엽(24~26%), 시상(21~22.4%), 두정엽과 후두엽(10% 이하)순이었다. 또한 대뇌피질과 시상의 혈류감소가 같이 있었던 경우와 시상이 정상 혈류를 보였던 경우 신경정신과적 증상을 보인 항목 수와 비교한 결과 1군에서는 전자와 후자의 경우 각각 4.7 ± 1.5 개와 3.2 ± 1.4 개였으며, 2군에서 5.0 ± 1.1 개와 4.8 ± 1.2 개, 3군에서는 6.8 ± 1.8 개와 6.3 ± 1.1 개로 MRI에서 손상의 정도가 많을수록 신경정신과적 후유증은 많았으나 SPECT에서 시상의 혈류감소 유무에 따른 증상의 심각성과 관계는 1군에서만 유의하였다($p=0.002$). **결론:** TBI 후 기질적 정신장애를 갖는 환자의 뇌혈류 SPECT에서 혈류감소를 보이는 병변은 주로 전두엽, 측두엽, 시상순으로 많았고 특히 전두엽은 MRI에서 정상을 보인 군에서 더욱 많은 비율을 차지하였다. MRI에서 정상일 때 SPECT에서 대뇌피질과 시상의 혈류감소가 같이 동반된 경우 시상이 정상혈류를 보인 경우보다 인지 및 행동장애의 심각성과 유의한 관계를 보였다.

참 고 문 헌

- 1) Kurtzke JF, Kurland LT. *Clinical Neurology*. 1987;4:1-143.
- 2) National statistical office (1996): *Korean Statistical Yearbook Vol 43*, pp 623.
- 3) Lee JK. A study on the differences of the psychiatric symptoms between the head trauma patients with CNS lesions and without CNS lesions in MRI findings. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 1995;34:166-76.
- 4) Rusonis ES. Adolescents with closed head injury. Neuropsychological consequences. *Med Clin North Am* 1990;74:1311-9.
- 5) Parker RS, Rosenblum A. IQ loss and emotional dysfunctions after mild head injury incurred in a motor vehicle accident. *J Clin Psychol* 1996;52:32-43.
- 6) Masdeu JC, Abdel-Dayem H, Van Heertum RL.

- Head trauma: use of SPECT. *J Neuroimaging* 1995;5(Suppl 1):S53-7.
- 7) Ichise M, Chung DG, Wang P, Wortzman G, Gray BG, Franks W. Technetium-99m-HMPAO SPECT, CT and MRI in the evaluation of patients with chronic traumatic brain injury: a correlation with neuropsychological performance. *J Nucl Med* 1994;35:217-26.
 - 8) Bullock R, Sakas D, Patterson J, Wyper D, Hadley D, Maxwell W, et al. Early post-traumatic cerebral blood flow mapping: correlation with structural damage after focal injury. *Acta Neurochir Suppl* 1992;55:11-3.
 - 9) Newton MR, Greenwood RJ, Britton KE, Charlesworth M, Nimmon CC, Carroll MJ, et al. A study comparing SPECT with CT and MRI after closed head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992;55:92-4.
 - 10) Song HC, Bom HS. Alterations of cerebral blood flow and cerebrovascular reserve in patients with chronic traumatic brain injury accompanying deteriorated intelligence. *Korean J Nuclear Medicine* 2000;34:183-98.
 - 11) 김진수, 이명식, 최경규. 간뇌. *신경 국소 진단학* 제 4판. 1995. p. 182-3.
 - 12) Garada B, Klufas RA, Schwartz RB. Neuroimaging in closed head injury *Semin Clin Neuropsychiatry* 1997;2:188-95.
 - 13) Abu-Judeh HH, Parker R, Singh M, el-Zeftawy H, Atay S, Kumar M, et al. SPET brain perfusion imaging in mild traumatic brain injury without loss of consciousness and normal computed tomography. *Nucl Med Commun* 1999;20:505-10.
 - 14) Abdel-Dayem HM, Abu-Judeh H, Kumar M, Atay S, Naddaf S, El-Zeftawy H, et al. SPECT brain perfusion abnormalities in mild or moderate traumatic brain injury. *Clin Nucl Med* 1998;23:309-17.
 - 15) Oder W, Goldenberg G, Spatt J, Podreka I, Binder H, Deecke L. Behavioural and psychosocial sequelae of severe closed head injury and regional cerebral blood flow: a SPECT study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992;55:475-80.
 - 16) 김진수, 이명식, 최경규. 중뇌 또는 대뇌피질. *신경 국소 진단학* 제 4판. 1995. p278-82.
 - 17) Goldenberg G, Oder W, Spatt J, Podreka I. Cerebral correlates of disturbed executive function and memory in survivors of severe closed head injury: a SPECT study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992;55:362-8.
 - 18) Adams JH, Graham DI, Scott G, Parker LS, Doyle D. Brain damage in fatal non-missile head injury. *J Clin Pathol* 1980;33:1132-45.
 - 19) Metter EJ, Wasterlein CG, Kuhl DE, Hanson WR, Phelps ME. 18-FDG-Position Emission Computed Tomography in a study of aphasia. *Ann Neurol* 1981;10:173-83.
 - 20) Adams JH. The neuropathology of head injuries. In: Vinken PJ, Bruyn GW, eds. *Handbook of clinical neurology*. Amsterdam: North Holland Publishing, 1975:35-65.
 - 21) Prayer L, Wimberger D, Oder W, Kramer J, Schindler E, Podreka I, et al. Cranial MR imaging and cerebral 99mTc HM-PAO-SPECT in patients with subacute or chronic severe closed head injury and normal CT examinations. *Acta Radiol* 1993;34:593-9.
 - 22) Gennarelli TA, Graham DI. Neuropathology of the Head Injuries. *Semin Clin Neuropsychiatry* 1998;3:160-75.
 - 23) Masdeu JC, Abdel-Dayem H, Van Heertum RL. Head trauma: use of SPECT. *J Neuroimaging* 1995;5(Suppl 1):S53-7.
 - 24) Goshen E, Zwas ST, Shahar E, Tadmor R. The role of 99Tcm-HMPAO brain SPET in paediatric traumatic brain injury. *Nucl Med Commun* 1996;17:418-22.
 - 25) Roper SN, Mena I, King WA, Schweitzer J, Garrett K, Mehlinger CM, et al. An analysis of cerebral blood flow in acute closed-head injury using technetium-99m-HMPAO SPECT and computed tomography. *J Nucl Med* 1991;32:1684-7.
 - 26) Gray BG, Ichise M, Chung DG, Kirsh JC, Franks W. Technetium-99m-HMPAO SPECT in the evaluation of patients with a remote history of traumatic brain injury: a comparison with x-ray computed tomography. *J Nucl Med* 1992;33:52-8.
 - 27) Masdeu JC, Van Heertum RL, Kleiman A, Anselmi G, Kissane K, Horng J, et al. Early single-photon emission computed tomography in mild head trauma. A controlled study. *J Neuroimaging* 1994;4:177-81.
 - 28) Katz RT, DeLuca J. Sequelae of minor traumatic brain injury. *Am Fam Physician* 1992;45:1491-8.
 - 29) Jacobs A, Put E, Ingels M, Bossuyt A. Prospec-

tive evaluation of technetium-99m-HMPAO SPECT in mild and moderate traumatic brain injury. *J Nucl Med* 1994;35:942-7.

30) Jacobs A, Put E, Ingels M, Put T, Bossuyt A.

One-year follow-up of technetium-99m-HMPAO SPECT in mild head injury. *J Nucl Med* 1996; 37:1605-9.
