

## 측두엽 간질에서 발작기 뇌관류 SPECT의 간질병소 국소화 성능

서울대학교병원 핵의학과, 진단방사선과\*, 신경과\*\*, 신경외과\*\*\*

김은실 · 이동수 · 정준기 · 이명철 · 고창순  
장기현\* · 이상건\*\* · 정천기\*\*\*

= Abstract =

### The Performance of Ictal Brain SPECT for Localizing Epileptogenic Foci in Temporal Lobe Epilepsies

Eun Sil Kim, M.D., Dong Soo Lee, M.D., June-Key Chung, M.D.  
Myung Chul Lee, M.D., Chang-Soon Koh, M.D., Kee Hyun Chang, M.D.\*  
Sang Kun Lee, M.D.\*\* and Chun Kee Chung, M.D.\*\*\*

*Department of Nuclear Medicine, Radiology\*, Neurology\*\* and Neurosurgery\*\*\*  
Seoul National University Hospital, Seoul, Korea*

Anterior temporal lobectomy has become a widely used resective surgery in patients with medically intractable temporal lobe epilepsies. Prerequisites of this resection include the accurate localization of the epileptogenic focus and the determination that the proposed resection would not result in unacceptable postoperative memory or language deficits. The purpose of this study was to evaluate the performance of ictal SPECT compared to MRI findings for localization of epileptogenic foci in this group of patients. 11 patients who had been anterior temporal lobectomy were evaluated with ictal <sup>99m</sup>Tc- HMPAO SPECT and MRI. MRI showed 8/11(73%) concordant lesion to the side of surgery and ictal SPECT also showed 8/11(73%) concordant hyperperfusion. In 3 cases with incorrect or nonlocalizing findings of MRI, ictal SPECT showed concordant hyperperfusion. In 2 cases confirmed by pre-resectional invasive EEG, MRI showed bilateral and contralateral lesion but ictal SPECT showed concordant hyperperfusion. 3 delayed injection of ictal SPECT showed discordant hyperperfusion. Thus, ictal SPECT was a useful method for localizing epileptogenic foci in temporal lobe epilepsies and appeared complementay to MRI.

**Key Words :** Temporal lobe epilepsies, Ictal <sup>99m</sup>Tc- HMPAO SPECT, MRI

### 서 론

약물치료로 조절되지 않는 난치성 간질에서 수술로써 병소부위를 제거하는 경우, 수술전 정확한 간질병소의 국소화가 선행되어야 한다. 특히 측두엽은 기억과 언어증추를 포함하고 있으므로 정상쪽에 대한 올바른 배제가 필요하다. 수술에 의해 전극을 삽입하는 침

습적 방법은 병소를 정확히 찾을 수는 있겠으나 그에 따른 출혈 및 감염등의 합병증이 발생할 수 있다. 근자에는 MRI에서 보이는 형태학적 변화외에도 뇌혈류 및 포도당대사를 영상화함으로써 많은 경우에서 수술전 침습적인 검사없이 간질병소를 찾을 수 있게 되었다<sup>1, 3, 4, 15, 17, 18)</sup>.

뇌혈류 변화를 영상화하는 뇌관류 SPECT에서 Tc-99m HMPAO를 이용한 경우 주사후 1-2분내에

뇌분포를 마쳐 수시간까지 변하지 않으므로, 발작간 뿐만아니라 간질발작이 시작할 당시 주사했다가 안정된후 영상화하는, 발작기 뇌관류 SPECT를 얻을 수 있다. 발작간 뇌관류 SPECT는 병소부위에 국소혈류 감소를 나타내는데 실제적으로 그 빈도가 낮은 반면, 비디오 감시하에 주사된 발작기 뇌관류 SPECT는 높은 빈도로 병소부위 혈류증가를 보여<sup>6, 10, 20, 21)</sup> 수술전 검사로써 중요시 되고 있다.

저자들은 수술로써 원인병소를 제거한 측두엽 간질 환자에서 수술전 실시한 MRI 및 발작기 뇌관류 SPECT의 원인병소를 찾는 성능을 비교하였다.

### 대상 및 방법

약물치료로 조절되지 않아 수술로써 간질원인병소를 제거후 경과관찰중인 측두엽 간질환자 11예를 대상으로 하였고, 남자 6명, 여자 5명 이었으며, 연령분포는 9세에서 41세까지 였다.

대상환자 모두는 수술전에 일반적인 신경학적 검사, 경기양상(semiology)의 관찰, 발작기 및 발작간 표면 뇌파검사(surface electroencephalography; sEEG), MRI, 발작기 뇌관류 SPECT를 실시하였다. 9예는 위의 검사를 종합하여 병소부위를 결정하였고, 나머지 2예는 침습적 심부뇌파검사(invasive EEG)까지 실시하여 원인병소로 생각되는 측두엽 및 해마를 제거한 환자들이었다.

발작기 뇌관류 SPECT는 환자의 정맥을 확보하고 24시간 비디오 및 표면뇌파감시하에서 관찰하다가 발작이 시작되는 즉시 준비하고 있던 HMPAO 키트에 30mCi의 <sup>99m</sup>Tc-O<sub>4</sub><sup>-</sup>를 혼합하여 표지하고 정맥주사하였다. 주사후 1-3시간 경과후 환자가 안정되었을때 촬영을 시작했고, 촬영방법은 검사용 테이블에 환자를 앙와위로 눕히고 고분해능 부챗살 조준기가 장착된 3중 헤드 회전형 카메라(Prism 3000, Picker)를 이용하여 환자의 머리주위를 각각 120도씩 총 360도 회전시켰으며 매 3도 간격으로 총 120개의 투사영상을 획득하였다. 이때 매 투사영상마다 8만 계수 이상을 128 × 128 matrix로 검출기에 연결된 컴퓨터(Odyssey)에 수록했고 촬영이 끝난후 수록된 데이터를 여과후역투사 방법에 의하여 한 화소(3mm) 두께의 횡단면상을 재구성하였으며 Metz 여과기를 이용하였다. 횡단

면상으로부터 같은 두께의 관상단면 및 시상단면상을 구하였고, SPECT 영상은 대상의 경기양상, sEEG 소견, 그리고 MRI 소견을 알지 못하는 상태에서 2명 이상의 경험있는 판독자가 판독하였으며 모두 공통되게 관류증가부위를 찾았을때, 그 부위를 원인병소로 보았다.

MRI는 양쪽 해마를 비교하여 비대칭적으로 해마의 위축 또는 경화등의 병변이 있는 측두엽을 원인병소로 보았다.

수술부위를 최종적인 간질원인병소로 보았을 때 대상환자(11예) 모두에서 발작기 표면 뇌파의 전기적 활성부위와 수술부위는 일치하였다. 일치하는 두가지 소견을 기준으로 발작기 뇌관류 SPECT가 같은쪽 측두엽에 혈류증가를, MRI가 같은쪽 해마에 병변을 보인 경우는 각각 병소를 찾은 것으로 하였다. 수술성과는 Engel's Outcome Classification<sup>12)</sup>에 따라 ClassI은 발작이 없는 상태(Ia; 발작이 완전히 없는 상태, Ib; 전조증상만 있거나 손상이 없는 경미한 발작이 있는 경우), ClassII는 거의 발작이 없는 상태, ClassIII는 상당한 호전이 있는 상태, ClassIV는 증상의 호전이 없는 상태로 분류하였다.

### 결 과

MRI는 8예(73%)에서 수술부위 해마에 위축이나 경화를, 1예는 양쪽 해마에, 1예는 반대쪽 해마에 병

Table 1. Results of MRI

Correct localization: 8/11 (73%)
ipsilateral hippocampal atrophy or sclerosis
Incorrect localization: 1/11
contralateral hippocampal sclerosis
Inconclusive localization: 1/11
bilateral hippocampal atrophy
No abnormal findings: 1/11

Table 2. Results of Ictal SPECT

Correct localization: 8/11 (73%)
ipsilateral temporal hyperperfusion
Incorrect lateralization: 2/11
contralateral temporal hyperperfusion
Incorrect localization: 1/11
ipsilateral frontal hyperperfusion

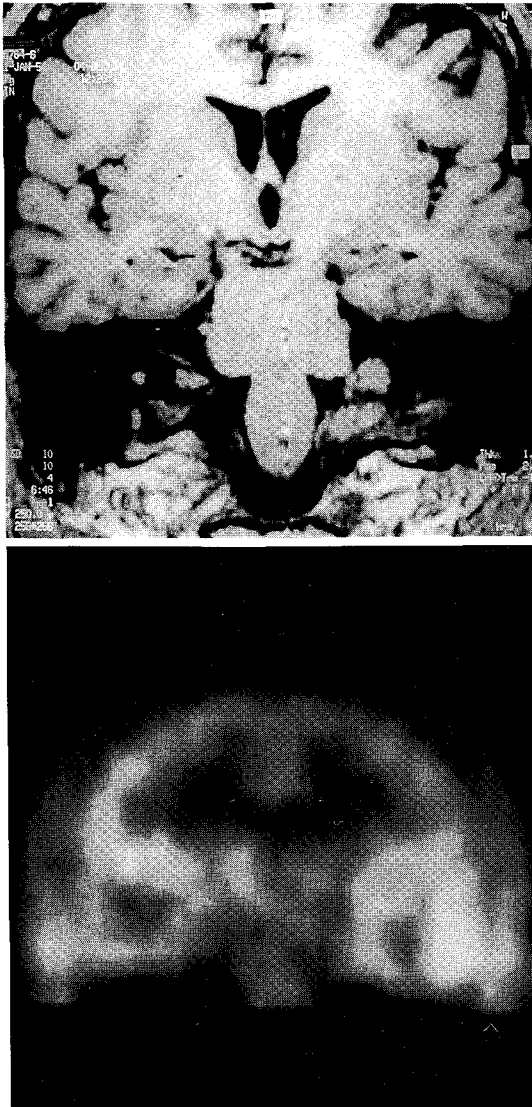


Fig. 1. 41 year old male with left temporal lobe epilepsy.  
 upper: coronal T1WI MRI showed ipsilateral left hippocampal atrophy.  
 lower: 99mTc-HMPAO ictal SPECT showed left temporal hyperperfusion.

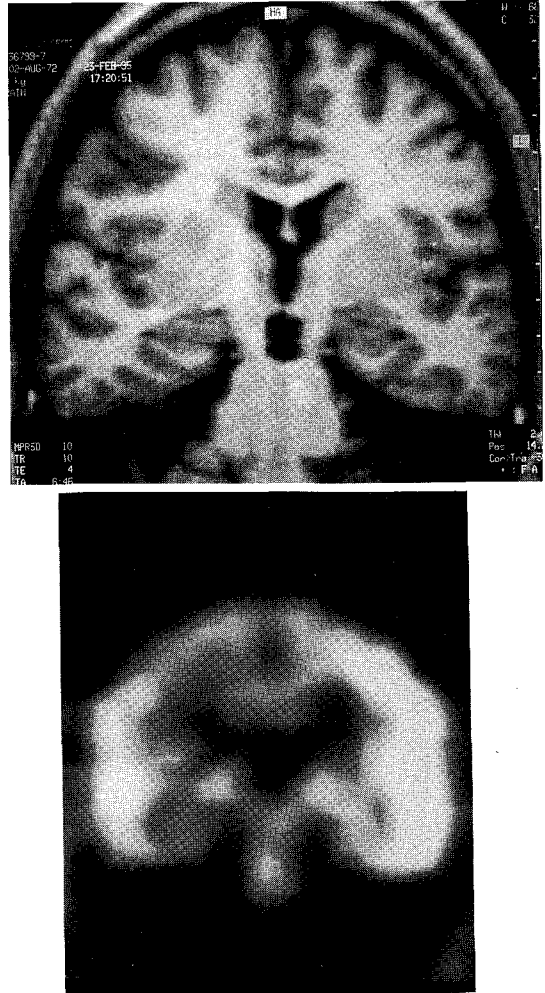


Fig. 2. 30 year old male with left temporal lobe epilepsy.  
 upper: coronal T1WI MRI showed no abnormal findings.  
 lower: 99mTc-HMPAO ictal spect showed left temporoparietal hyperperfusion.

변을 보였고, 1예는 병변을 발견할 수 없었다(Table 1)(Fig. 1, 2, 3).

발작기 뇌관류 SPECT는 8예(73%)에서 수술부위로 혈류증가를 보였는데(Table 2)(Fig. 1, 2), 그중에 3예는 MRI가 병소를 찾는데 실패한 경우였다. 또한 MRI로 국소화된 8예중에 5예에서 일치되는 혈류증가

를 보인 반면, 1예는 같은쪽 전두엽에, 2예는 오히려 반대쪽 측두엽에 혈류증가(Fig. 3)를 나타내었다. 대상환자 11예중 7예에서 발작시작후 주사까지 시간을 추적한 결과 같은쪽 측두엽에 혈류증가를 보인 경우는 모두 주사시간이 60초이내(22초, 38초, 51초, 57초)이었고, 같은쪽 전두엽에 혈류증가를 보인 1예는 158초, 반대쪽 측두엽에 혈류증가를 보인 2예는 79초 및 126초로 지연되었음을 알 수 있었다(Table 3). 또한 4예에서는 발작간기에 PET를 시행했고, 이중 3예에서

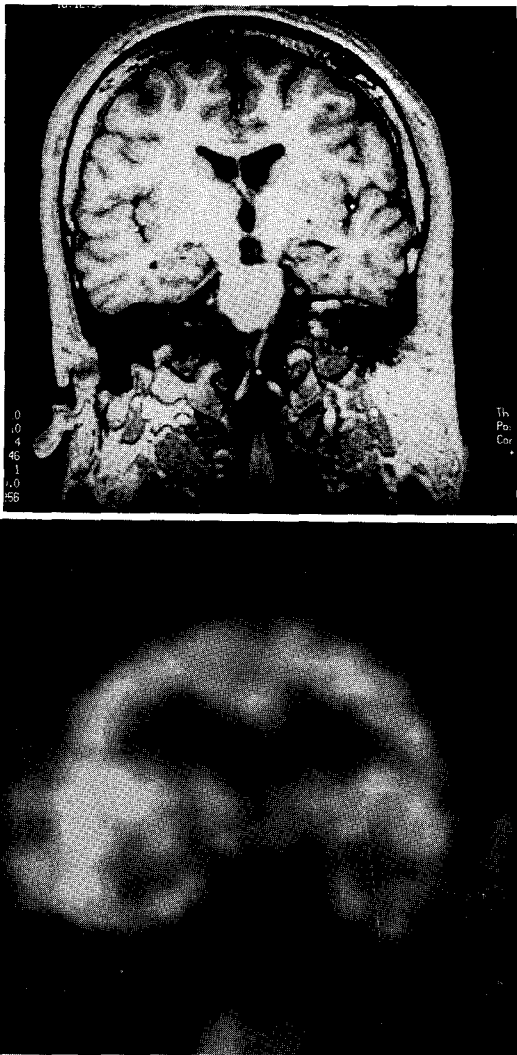


Fig. 3. 21 year old male with left temporal lobe epilepsy.  
upper: coronal T1WI MRI showed ipsilateral left hippocampal atrophy.  
lower: 99Tc-HMPAO ictal SPECT showed contralateral right temporal hyperperfusion due to delayed injection(126 sec from ictal onset).

같은쪽 측두엽에 당대사감소를 보였다.

대부분 환자(9예)가 비침습적 방법만으로 수술에 이르렀으나 혈류증가부위와 해마의 경화가 서로 반대쪽이었던 1예와 혈류증가부위외에 반대쪽 해마까지 위축을 보였던 1예는 침습적 EEG로 혈류증가부위와 병소부위였음을 확인하고 수술하였다. 수술후 성과는

Table 3. Region of Hyperperfusion according to Injection Delay of Ictal SPECT Compared with MRI

Time (sec)	Ictal SPECT (hyperperfusion)	MRI (hippocampal lesion)
22	ipsilateral T	ipsilateral sclerosis
38	ipsilateral T	ipsilateral atrophy
51	ipsilateral T/P	no abnormal findings
57	ipsilateral T	contralateral sclerosis
79	contralateral T/P	ipsilateral atrophy
126	contralateral T	ipsilateral atrophy
158	ipsilateral F	ipsilateral atrophy

T : temporal lobe P : parietal lobe F : frontal lobe

Table 4. Surgical Outcome\* Correlated with Ictal SPECT & MRI

Outcome (Cases)	Ictal SPECT (hyperperfusion)	MRI (hippocampal lesion)
I Ia (4)	concordant	concordant
	(1) concordant	discordant
	(1) inconclusive**	concordant
	(2) discordant	concordant
Ib (1)	concordant	concordant
II (1)	concordant	inconclusive***
III (1)	concordant	no abnormal findings

\* : Engel's Classification

Class I : Ia; No seizures or auras

Ib; Auras or other nondisabling seizures persist

Some perioperative seizures but otherwise seizure-free

Disabling seizures only if antiepileptic drugs withdrawn

Class II : Rare disabling seizures, fewer than three per year

Class III : Worthwhile improvement

Greater than 80% seizure reduction and improved life style

Class IV : No worthwhile improvement

\*\* : ipsilateral frontal hyperperfusion

\*\*\* : bilateral hippocampal atrophy

Class Ia 8예, Class Ib 1예, Class II 1예, Class III 1예이었고, Class IV는 없었다(Table 4). 대상환자들은 수술후 1개월에서 7개월에 걸쳐 경과관찰중이었다.

## 고 찰

간질환자에서 기질적인 병변이 있다고 하더라도 간질활동을 일으키는 부위와 일치하지 않는 경우도 있고, 실제로 기질적인 병변이 발견되지 않는 경우도 많다. 특히 원인병소를 제거함으로써 조절하고자 할 때는 수술전 간질발작의 병소부위를 찾는 것이 필요한 과정이 되는데 측두엽은 기억중추와 언어중추를 포함하고 있으므로 병소로 생각되는 쪽을 제거하기전에 정상쪽에 대한 올바른 배제가 선행되어야 한다. 그러나 정확한 병소를 찾을 수 있는 침습적 EEG의 경우, 수술에 의해 전극을 삽입하여야 하기 때문에 출혈 및 감염 등의 심각한 합병증이 발생할 수 있으므로 비침습적 방법만으로 원인병소를 찾는 것이 바람직하다<sup>19)</sup>.

<sup>99m</sup>Tc-HMPAO는 한번 주사로 재분포가 일어나지 않는 특성이 있으므로 발작중에 주사하면 수시간후에 검사하여도 처음의 혈류분포를 나타내므로 원인병소부위의 혈류증가를 볼 수 있으며, 이때 발작시간을 제대로 맞추어 재빨리 주사하는 것이 중요하다<sup>6, 10, 16)</sup>. Stefan등<sup>22)</sup>은 주사시간 지연에 의한 반대쪽 측두엽의 혈류증가를 보고하였는데, 실제로 본 연구에서도 혈류증가부위와 원인병소가 일치한 경우는 sEEG상 보이는 발작시작후 주사까지 시간이 모두 1분이내이었다. 병소가 아닌 같은쪽의 전두엽이나 반대쪽 측두엽에 혈류증가를 보였던 경우는 주사 시간이 79초에서 158초까지 지연되었으며 비디오상 발작이 끝난 상태이었음을 확인하였다. 측두엽성 간질에서 발작후 그 전기적 활성이 심부 회백질과 같은쪽 반구외에도 반대쪽 측두엽에까지 전파됨에 따른 혈류증가를 관찰한 것일 가능성이 있었다. 그러나 이들 3예에서 주사시간 지연에 의한 반대쪽 측두엽에 혈류증가는 병변의 국소화에 혼선을 초래할 가능성을 보여주었다. 국내에서도 정등<sup>6)</sup>은 대상환자가 모두 수술로써 확인된 것은 아니었지만 발작기 뇌관류 SPECT의 국소화 성능을 91%로 보고하였고, 주사 시간 지연에 의해 병변을 덜 찾았을 가능성을 시사한 바 있다. 또한 본 증례의 경우 MRI에서 병소부위를 발견하지 못했으나 비디오 뇌파추적에서 발작시작후 51초만에 주사한 1예는 올바른 병소부위를 발견하여 침습적 방법을 거치지 않고 수술부위를 결정할 수 있었다. 앞에 기술한 MRI, 발작기 표면뇌

파, 발작기 뇌관류 SPECT등 비침습적인 검사로 병소부위를 결정하지 못한 2예는 수술전에 침습적 EEG로 수술부위를 결정하였다. 1예는 MRI에서 양쪽 해마에 위축을 보인 경우이었고 다른 1예는 반대쪽 해마에 경화를 보인 경우이었다. 발작기 뇌관류 SPECT에서는 두 경우 모두 수술부위와 일치하는 한쪽 측두엽에 혈류 증가를 보여, 결국 발작 원인병소는 발작기 뇌관류 SPECT가 옳게 판정하였다. 이들 예에서는 MRI에서 보이는 기질적 병변이 반드시 간질원인병소와 일치하지 않았으며 이런 가능성이 형태학적 변화가 있는 측두엽 간질에서도 발작기 뇌관류 SPECT를 시행하여야 하는 이유라 생각되었다. 뇌혈류를 보는 방법으로 발작간 뇌관류 SPECT가 이용되기도 하나 발작기 뇌관류 SPECT와는 반대로 원인 측두엽에 혈류가 감소하는 것<sup>5, 11)</sup>을 관찰하여야 한다. 국내에서는 양등<sup>23)</sup>이 42.2%의 발작간 뇌관류 SPECT의 국소화 성능을 보고한 바 있으나 수술로써 확인된 경우가 아니었고, 전등<sup>7)</sup>은 수술한 예를 대상으로 72.2%를 보고하였다. 그러나 적지 않은 환자에서 비대칭적인 관류저하 소견을 발견하지 못할 수가 있으며 Rowe 등과, Franceschi 등의 보고에 의하면 각각 3예및 2예에서 오히려 반대쪽 측두엽에 혈류감소가 관찰되었다 한다<sup>11, 13)</sup>. 본 연구에서도 대상환자 10례중 2례만이 발작간에 혈류감소를 관찰 할 수 있었고, 2례에서는 오히려 병소부위에 혈류가 증가된 것처럼 보였다. 이러한 소견의 원인으로는 발작간에 발견되지 않는 뇌활동증가나 SPECT 영상의 분해능의 한계등 여러가지 요인이 있을 수 있겠으나 그 결과는 발작간 SPECT에 제약점이 있음을 시사한다. 그러나 김등<sup>8)</sup>은 발작기 뇌관류 SPECT의 국소화 성능을 29%로, 발작간 SPECT는 71%로 보고한 바 있다. 이러한 소견은 발작시작후 주사지연과 SPECT 영상의 분해능의 차이 등에 의한 발작기 뇌관류 SPECT의 성능저하를 고려하여야 할 것이다. MRI의 경우 측두엽 간질의 원인병소를 찾는 데에 있어 최근에는 80% 내외의 높은 정확성이 보고되고 있으며 동측해마의 위축이나 측뇌실측두엽부위의 비대칭적 확장, 측두엽 전반부의 위축, 해마의 신호증가, 석회화염 등을 보인다. 우리병원 MRI의 병소확인 성능은 67%이었다(미발표 데이터, 장기현 등). 과거 Theodore등<sup>2)</sup>은 31%의 진단율을 보고했으나 Stefan등<sup>14)</sup>은 80%를 보고했으며 최근 MRI 기술의

발달과 체적계측 등을 통해 점점 좋은 성적이 보고되고 있다<sup>17)</sup>. 그러나 측두엽성 간질중에서도 MRI에 이상이 없는 20-23%의 경우에는 다른 방법으로 간질원인병소를 찾아야 하는데 이때 발작기 뇌관류 SPECT가 도움이 될 가능성을 이 연구에서 확인하였다. 기질적 병변이 있으면 간질원인병소일 가능성이 크지만 반드시 간질활동을 일으킨다고는 할 수 없어 침습적 심부뇌파검사 없이 수술여부를 결정하는에는 한계가 있다. 본 연구에서도 해마의 위축과 경화가 보이긴 하지만 그 정도가 심하지 않았던 1예에서 반대쪽에 정상으로 보였던 측두엽이 실제적인 병소였음이 확인되었다. 수술후 경과관찰에서는 Class Ia가 8예, Class Ib가 1예, Class II가 1예, Class III가 1예로 대부분이 호전을 보였다(Table 4). Class II의 반응을 보인예는 MRI에서 양쪽 해마에 위축을 보였으나 침습적 심부뇌파검사로서 혈류증가부위와 일치되는 한쪽 측두엽을 원인병소로 확인하고 수술했던 경우였다. 이경우 위축이 있는 반대쪽 해마가 제거된 원인병소에 의한 이차적 병변이었을 가능성은 앞으로 더 관찰이 필요할 것으로 보인다. Class III의 반응을 보인예는 MRI에서는 이상소견이 없었으나 발작기 뇌관류 SPECT에서 한쪽 측두엽 및 두정엽에 혈류증가를 보여 침습적 방법을 거치지 않고 측두엽 절제술을 시행한 경우였다. 이경우 혈류증가부위가 측두엽에서 시작된 전기적 활성의 전파로 인한 것으로 여기고 측두엽만을 제거하였다. 그러나 SPECT 소견이 측두엽외에 신피질부위에서도 발생한 전기적 활성을 나타낸 것이었다면 측두엽 절제술 만으로는 병소부위를 완전히 제거하지 못했을 가능성을 생각 할 수 있겠다.

결론적으로, 측두엽성 간질환자에서 수술전 병소를 찾기위해 실시되는 발작기 뇌관류 SPECT는 MRI와 상호보완적으로 병소부위를 예민하게 찾을 수 있으며, 발작시작후 빠른주사(60초 이내)를 하면 더욱 좋은 성능을 보일 것으로 생각된다. 단, 대상 환자들의 수가 적고 경과관찰기간이 짧아 엄밀한 의미의 간질병소는 수술후 1년이 지난후에 다시 평가하여야 할 것이다.

## REFERENCES

1) Devous MD, Leroy RF, Homan RW: *Single photon emission computed tomography in epilepsy.*

*Seminars in Nuclear Medicine, 1990;20(4):325-341*

2) Theodore WH, Katz D, Kufta C, Sato S, Patronas N, Smothers P, Bromfield E: *Pathology of temporal lobe foci: Correlation with CT, MRI, and PET. Neurology, 1990;40:797-803.*

3) Rylvlin P, Philippon B, Cinotti L, Fronment JC, Bars DI, Mauguire F: *Functional neuroimaging strategy of 18FDG-PET and <sup>99m</sup>Tc-HMPAO-SPECT. Ann Neurol, 1992;31:650-656*

4) Coubes P, Awad IA, Magdinec M, Sufka B: *Comparison and Spacial correlation of interictal HMPAO-SPECT and FDG-PET in intractable temporal lobe epilepsy. Neurol Res, 1993;15:160-8*

5) 김종호, 김종순, 김상은, 최창운, 이동수, 정준기, 이병철, 고창순: 측두엽성간질의 간질병소 편측화에서 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT의 유용성: 뇌파, 자기공명영상 및 전산화단층영상의 비교, 대한핵의학회지 1991;25(1):17-26

6) 정태섭, 서정호, 김동익, 이종두, 박창윤, 홍용국, 이병인, 허균: 간질중후군의 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO Brain SPECT; Ictal Study. 대한핵의학회지 1992;26(2):244-250

7) 전석길, 주양구, 이상도, 손은익, 이영환: 난치성 측두엽간질의 발작간 뇌혈류 SPECT, MRI와 수술성과 비교. 대한핵의학회지 1994;28(3):307-312

8) 김만득, 이종두: *Intracerebral Seizure propagation on Ictal Brain SPECT: A pitfall in localization of seizure focus. 대한핵의학회지 1995;29(2):186*

9) Newton MR, Berkovic SF, Austin MC, Reutens DC, Mckay WJ, Bladin PF: *Dystonia, clinical lateralization, and regional blood flow changes in temporal lobe seizures. Neurology, 1992;42:371-377*

10) Newton MR, Austin MC, Chan GJ, McKay WJ, Rowe CC, Berkovic SF: *Ictal SPECT using technetium-99m-HMPAO: Method for rapid preparation and optimal deployment for tracer during spontaneous seizures. J Nucl Med, 1993; 34:666-670*

11) Rowe CC, Berkovic SF, Austin MC, Saling M, Kalnins RM, McKay WJ, Baldin PF: *Visual and quantitative analysis of interictal SPECT with technetium-99-HMPAO in temporal lobe epilepsy. J Nucl Med, 1991;32:1688-1694*

12) Engel J Jr: *Surgical treatment of the epilepsies 2nd ed. p615, NY, Raven Press Ltd, 1993*

13) Franceschi M, Messa C, Ferini-Strambi L, Lucignani G, Nanal N, Lenzi GL, Fazio F: *SPECT imaging of cerebral perfusion in patients with*

- non-refractory temporal lobe epilepsy. Acta Neurol Scand, 1993;87:268-274*
- 14) Stefan H, Pawlik G, Boecher-Schwarz HG, Biersack HJ, Burr W, Penin H, Heiss WD: *Functional and morphological abnormalities in temporal lobe epilepsy: A comparison of interictal and ictal EEG, CT, MRI, SPECT and PET J Neurol, 1987;234:377-384*
  - 15) Coubes P, Awad IA, Antar M, Magdinec M, Sufka B: *Comparison and spacial correlation of interictal HMPAO-SPECT and FDG-PET in intractable temporal lobe epilepsy. Neurol-Res, 1993 Jun;15(3):160-8*
  - 16) Buchpiguel CA, Cukiert A, Hironaka FH, Cerri GG, Magalhaes AE, Marino Junior R: *Brain SPECT in the pre-surgical evaluation of epileptic patients. Preliminary results. Arq-Neuropsiquiatr, 1992 Mar;50(1):37-42*
  - 17) Laxer KD, Garcia PA: *Imaging criteria to identify the epileptic focus. Magnetic resonance imaging, magnetic resonance spectroscopy, positron emission tomography scanning, and single photon emission computed tomography. Neurosurg-Clin-N-Am, 1993 Apr;4(2):199-209*
  - 18) Leiderman DB, Balish M, Sato S, Kufta C, Reeves P, Gaillard WD, Theodore, WH: *Comparison of PET measurements of cerebral blood flow and glucose metabolism for the localization of human epileptic foci. Epilepsy-Res. 1992 Nov; 13(2):153-7*
  - 19) Wieser HG, Engel J Jr, Williamson PD, Babb TL, Gloor P: "Surgically remediable temporal lobe syndromes", *Surgical Treatment of Epilepsies, Second edition (Engel, J. Jr., Ed.), Raven Press, Ltd., New York, 1994;49-63*
  - 20) Weis M, Feistel H, Stefan H: "Utility of ictal SPECT: periictal, postictal", *Acta Neurologica Scandinavia, Suppl. 152 Denmark, 1994;145-147*
  - 21) Susan SS: *The Relative Contributions of MRI, SPECT, and PET Imaging in Epilepsy, Epilepsia, Vol. 35, Suppl. 6, S72-S89, NY, Raven Press, Ltd., 1994*
  - 22) Stefan H, Bauer J, Feisted H, et al.: *Regional cerebral blood flow during focal seizures of temporal and frontocentral onset. Ann Neurol 27: 1990;162-166*
  - 23) 양형인, 임주혁, 최창운, 이동수, 정준기, 노재규, 이명철, 고창순: 경련성 질환에서  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO 뇌혈류 SPECT: SPECT, CT/MRI와 EEG의 비교. 대한 핵의학회지 1994;28(1):17-21