

## 후두엽 간질중첩증 환자의 발작기와 발작간기 양전자방출단층촬영과 단광자방출단층촬영 소견의 비교

연세대학교 의과대학 신경과학교실, 핵의학교실<sup>a</sup>

신하영 원요섭 한상돈 윤미진<sup>a</sup> 박수철 이종두<sup>a</sup>

### <sup>18</sup>F-FDG PET and <sup>99m</sup>Tc-ECD SPECT between Ictal and Interictal Phase in a Patient with Status Epilepticus Arising from the Occipital Lobe

Ha Young Shin, M.D., Yo Seob Won, M.D., Sang Don Han, M.D., Mijin Yun, M.D.<sup>a</sup>,  
Soochul Park, M.D., Jong Doo Lee, M.D.<sup>a</sup>

*Departments of Neurology and Nuclear Medicine<sup>a</sup>, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

A 35-year-old woman suffered from elementary visual symptom that was confirmed as nonconvulsive simple partial status epilepticus arising from the right occipital lobe. <sup>99m</sup>Tc-ECD SPECT and <sup>18</sup>F-FDG PET were done during the ictal and interictal phase, respectively, which were documented by EEG. Subtraction images of SPECT and PET were overlaid on the MRI by SISCOM to compare the area of metabolic change with that of perfusion change. There was no definite mismatch between the hypermetabolic area and the hyperperfusion area during nonconvulsive status epilepticus.

J Korean Neurol Assoc 23(3):377-381, 2005

**Key Words:** Ictal PET, Ictal SPECT, Nonconvulsive Status Epilepticus

뇌 <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose 양전자방출단층촬영(brain FDG positron emission tomography; FDG-PET)은 뇌의 포도당 대사를 반영하며 뇌 <sup>99m</sup>Tc-ethyl cysteinat dimer 단광자방출 단층촬영(brain ECD single photon emission computed tomography; SPECT)은 뇌혈류를 반영한다고 알려져 있다.<sup>1</sup> 최근 SPECT의 경우 발작기와 발작간기에 검사를 하여 감쇄 영상(subtraction image)을 얻음으로써 간질 병소를 더 정확히 확인할 수 있게 되었다.<sup>2</sup> 하지만 FDG-PET의 경우 발작기에 하기가 어렵고 <sup>18</sup>F-FDG의 반감기가 짧고 흡수 시간이 길어서 주사 후 지속적인 뇌대사를 반영하기 때문에 발작기에 검사를 하

었다고 하더라도 그 임상적 의미가 확실하지 않다.<sup>2</sup> 그러나 비경련성 간질중첩증과 같이 발작이 <sup>18</sup>F-FDG 흡수 기간 동안 지속될 경우 발작간기 FDG-PET와 비교함으로써 발작기 동안 포도당 대사의 변화를 확인할 수 있고 또한 발작기 및 발작간기에 SPECT를 통한 뇌혈류의 변화와 비교함으로써 간질 발작 시 간질 병소에서의 대사와 혈류 변화의 관계를 이해하는 데 많은 도움이 될 것이다. 저자들은 일주일 이상 지속된 후두엽에서의 국소적 비경련성 간질중첩증 환자에서 발작기와 발작간기에 FDG-PET와 SPECT를 하여 간질 병소에서의 포도당 대사 및 혈류의 변화를 비교 관찰하였다.

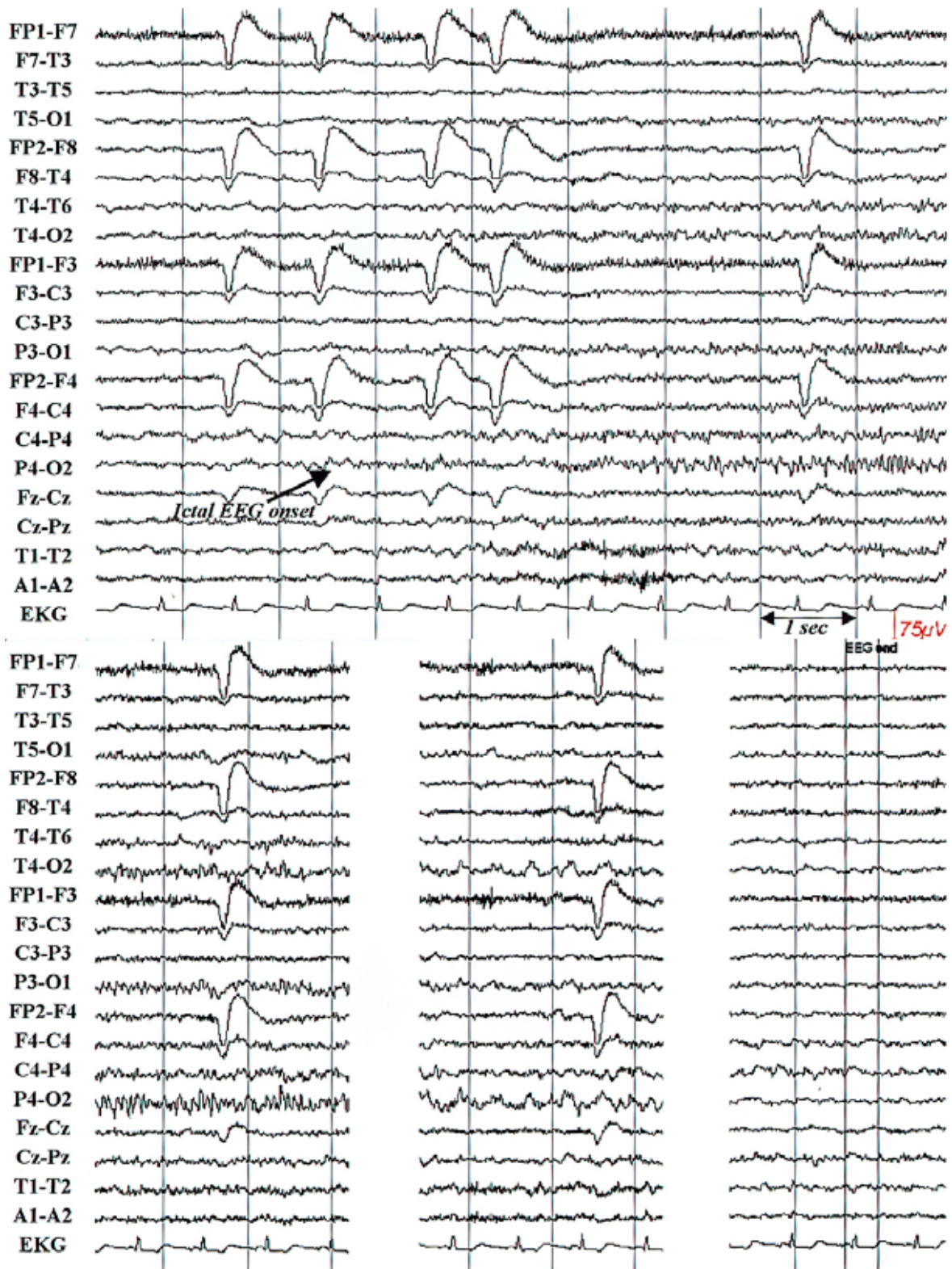
Received February 27, 2004 Accepted November 4, 2004

\* Soochul Park, M.D., Ph.D.

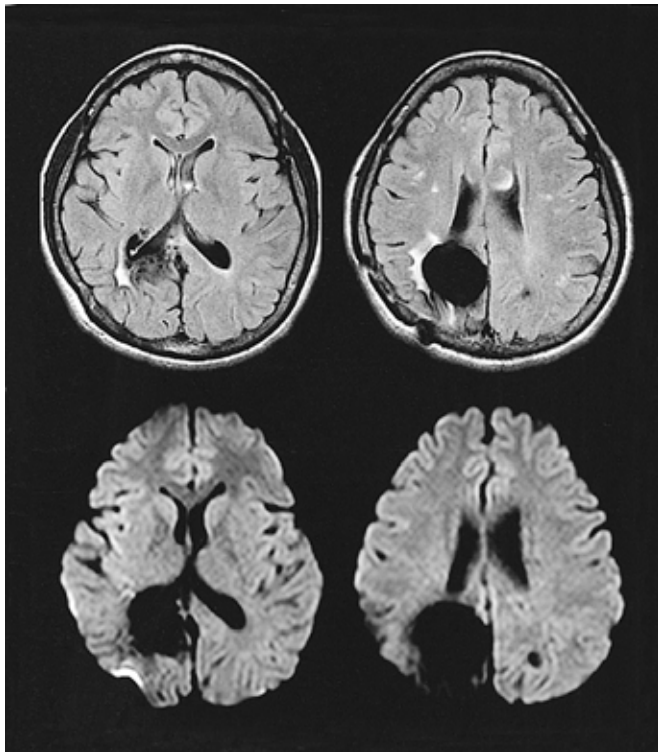
Department of Neurology, Yonsei University College of Medicine  
134 Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea  
Tel: +82-2-361-5466 Fax: +82-2-393-0705  
E-mail: sspark@yumc.yonsei.ac.kr

## 증례

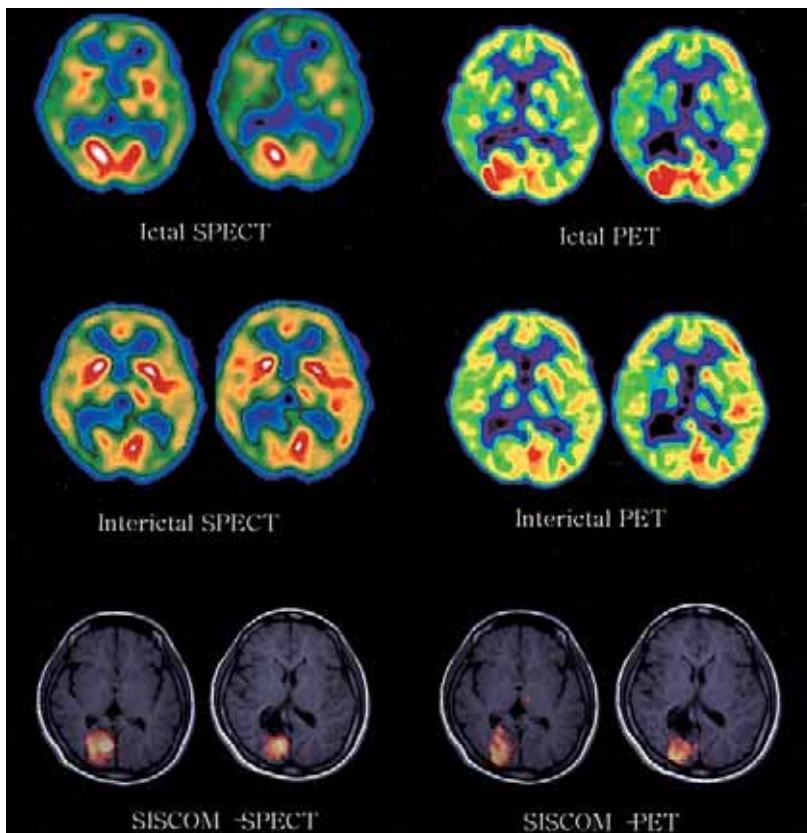
35세 여자가 1주일 전부터 우측 두정엽 부근의 두통과 왼쪽 시야가 어둡고 불빛이 반짝거리는 증상이 지속되어 내원하였다. 환자는 정상 분만으로 출생하였고 재태 기간이나 출생 당시



**Figure 1.** Ictal EEG. Ictal EEG shows a very localized onset with low amplitude fast activity and a gradual buildup of sharply contoured activity in right occipital area, which do not spread to contralateral hemisphere.



**Figure 2.** FLAIR image (upper) and diffusion weighted image (lower). All the images do not show any signal change on the relevant area of EEG ictal onset, but large cystic malacic lesion due to previous surgery is noted in right parietal area and small cavernous malformation is noted in the left deep parietal area.



**Figure 3.** SPECT and PET images.  $^{99m}\text{Tc}$ -ECD SPECT and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET were done during the ictal and interictal phase, respectively. Subtraction images of SPECT and PET are overlaid on the MRI by SISCOM to compare the area of metabolic change between blood perfusion and glucose uptake. There is no definite mismatch between the hypermetabolic area and the hyperperfusion area during status epilepticus.

이상은 없었으며 이후 성장과 발달도 정상이었다. 환자는 10세 부터 시작된 단순부분발작으로 항간질약을 복용하였고 24세 때 뇌내 다발성 해면혈관종으로 좌측 두정엽, 우측 전두엽과 측두 엽에  $\gamma$ -knife surgery를 받았다. 31세에는 우측 두정엽의 해면 혈관종 제거수술을 받았다.

환자는 입원 중 다양한 시각 증상을 보였는데 왼쪽 시야가 어둡고 아지랑이처럼 어른거리거나 희고 검은 점들이 섞여서 모자이크처럼 보이는 증상이 수분 간격으로 1~2분간 지속되었다. 때로는 숫자나 빨강고 파란 실선이 보이기도 하고 사물이 부엌 게 보이는 증상도 있었다. 내원 당시 활력 징후와 이학적검사는 정상이었다. 이러한 증상을 보이는 도중의 시야검사상 좌측 동 측성 반맹이 확인되었고 증상이 완전히 호전된 후에는 좌측 동 측성 반맹도 소실되었다. 뇌파검사상 우측 후두엽의  $O_2$ 전극으 로부터 점차적으로 진폭과 빈도가 증가되는 매우 국소적인 간 질양 뇌파가 80초에서 120초까지 수분 간격으로 반복되는 양상 으로 관찰되었고 이는 동측 대뇌나 반대측 대뇌로 이환되지 않 았으며 우측 후두부에만 국한되어 반복적으로 나타나는 간질중 척증의 양상을 보였다(Fig. 1). 이러한 부분발작은 임상적으로 도이차적 전신발작으로 이어지지 않았다. 증상이 지속되는 시 기에 시행한 뇌자기공명영상에서 다발성 해면혈관종 및 우측 두정엽에 이전 수술에 의한 낭성 뇌연화증이 관찰되었으나 우 측 후두엽에서는 신호 변화가 관찰되지 않았다(Fig. 2). 상기의 시각 증상이 지속되는 동안 발작 뇌파를 확인하면서 SPECT를 하였고 우측 후두부에서 국소적으로 혈류가 증가된 소견을 관 찰할 수 있었다. 다음날 FDG-PET 역시 증상이 지속되는 동안 에 시행하였는데,  $^{18}F$ -FDG를 주사한 후 40분 동안 1-2분간 지 속되는 국소적 발작 뇌파가 2~3분 간격으로 관찰되었고, 우측 후두부에서 포도당 대사가 현저히 증가되었다(Fig. 3). 증상은 로라제팜 정맥 투여 후 일시적으로 호전되었으나 국소적 발작 뇌파는 지속되었으며, 페니토인과 미다졸람의 지속적 정맥 투 여에도 용량의 증감에 따라 발작 뇌파와 함께 상기 증상이 상당 기간 반복되었다.

증상이 완전히 소실된 후 발작 시에 보였던 간질양 뇌파가 관 찰되지 않음을 확인한 상태에서 SPECT와 FDG-PET의 추적 검 사를 하였고 간질 병소에서의 포도당 대사와 혈류 변화의 범위를 비교하기 위하여 SPECT 및 FDG-PET 각각의 발작기 영상에서 발작간기 영상을 각각 감하여 감쇄 영상(subtraction image)을 얻었다. 이를 영상분석 기법(Analyzer 5.0, Mayo clinic)을 이용 하여 MRI에 정합(SISCOM; subtracted ictal-interictal SPECT coregistrated onto MRI)<sup>3</sup> 하였을 때 뇌대사의 변화를 보인 부 위와 뇌혈류의 변화를 보인 부위가 거의 일치하였다(Fig. 3).

## 고 찰

1930년대 Penfield는 부분간질(focal epilepsy)에 대하여 절 제수술을 하면서, 수술 중 대뇌 피질에 전기 자극을 가하여 발 작을 일으키는 병소의 위치를 확인하였다. 이 시술 도중에 대뇌 피질의 혈류 변화를 육안으로 직접 확인할 수 있었고, 발작이 시작된 후 전기 자극 부위에 혈류가 증가되는 사실을 보고하였 다.<sup>4</sup> 이 시술을 더 이상 이용하지 않아 뇌혈류 변화를 직접 관찰 할 수는 없지만 최근 들어 SPECT나 PET 등의 영상 기법들이 개발되면서 간질과 뇌혈류 및 뇌대사에 대한 많은 연구가 있었 다. SPECT를 이용하여 부분간질에서 뇌혈류의 변화를 살펴본 결과 발작간기에 간질 병소(epileptic focus) 부위의 뇌혈류가 감소되어 있고, 발작기에 뇌혈류가 증가되는 것은 잘 알려져있 다. 부분간질에서 간질 병소의 뇌혈류는 발작간기에는 평균 뇌 혈류에 비하여 10~40%가 감소되어 있고, 발작기에는 30~1000%가 증가되어 있었다. 또한 뇌대사의 경우는 발작간기 에는 간질 병소가 반대측 뇌반구의 같은 부위에 비하여 25~35% 정도 감소되고, 발작기에는 30~500% 증가되어 있었다.<sup>1</sup>

$^{18}F$ -FDG PET에서 발작간기 동안 간질 병소에서 포도당 대 사가 감소되는 것 또한 잘 알려져 있으며 난치성 간질 환자의 수술 전 간질 병소를 확인하는 데 매우 중요한 검사로 인식되고 있다.<sup>5</sup> 하지만 발작기  $^{18}F$ -FDG PET는  $^{18}F$ -FDG의 반감기가 약 110분으로 짧는데 비하여 일반적으로 발작을 예측할 수 없어서 임상적으로 적용하기가 쉽지 않고,  $^{18}F$ -FDG PET는 약 40분의 뇌대사를 반영하는데 일반적으로 발작 시간은 수분에 불과하므로 발작 후 뇌대사 감소 현상까지를 포함하여 그 임상적 의의가 불분명하다.<sup>1,2,4</sup>

발작간기에 간질 병소에서의 뇌대사와 뇌혈류의 비교 연구에 서 부분간질 환자에서 발작간기의 간질 병소에서 뇌대사가 저 하된 부위가 뇌혈류가 저하된 부위보다 넓은 것으로 보고되고 있다.<sup>6</sup> 또한 해마에 kainic acid를 주입하여 인위적으로 발작을 유발시킨 동물 실험에서 간질 병소 부위의 뇌대사 증가율이 뇌 혈류 증가율보다 현저하였다는 보고가 있고 이는 발작으로 인 한 신경세포 손상과 연관이 있을 것으로 설명하였다.<sup>7</sup> 이렇듯 뇌혈류와 뇌대사는 연결(coupling)되어 있으므로 이에 대한 이 해가 간질의 발병 기전을 이해하는 데 중요한 것으로 생각된다. 하지만 부분간질 환자에서 발작기 동안 간질 병소 부위의 뇌대 사와 뇌혈류 간 연결 여부에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았 고 이는 위에서 언급한 바와 같이 현실적인 어려움 때문으로 생 각된다.

이전에도 발작기 PET에 대한 보고는 있었지만<sup>8-10</sup> 이들은 발 작기 PET의 시행 가능성과 국소 뇌대사 변화를 임상 양상과 연

관하여 간질 병소의 위치 확인 등에 중점을 두었으나 본 증례에서는 이와 더불어 발작기와 발작간기에 PET와 SPECT를 모두 하여 각각의 감쇄 영상을 얻어 뇌대사와 뇌혈류의 변화 부위에 대한 비교를 하였다.

본 증례는 비경련성 후두엽 간질중첩증이 수일간 지속되었기 때문에 발작기와 발작간기에  $^{18}\text{F}$ -FDG PET와  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD SPECT를 모두 할 수 있었고, 특히  $^{18}\text{F}$ -FDG 주사 후에도 수시간 이상 지속적으로 시각 증상을 호소하였으며 뇌파검사상에 발작 뇌파가 지속되는 것을 확인하였기 때문에 본 환자에서 얻은  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 소견에는 발작기 동안의 뇌대사가 거의 그대로 반영되었을 것으로 생각한다.

발작기  $^{18}\text{F}$ -FDG PET와  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD SPECT에서는 우측 후두엽에 국한되어 방사선 동위원소의 흡수가 증가되어 나타났고 발작간기  $^{18}\text{F}$ -FDG PET와  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD SPECT에서는 같은 부위에서 당대사와 혈류의 감소가 관찰되었다. 이 영상들을 토대로 각각에서 발작기와 발작간기의 영상을 감하여(subtraction) 만든 SISCOM 영상<sup>3</sup>을 통하여 뇌자기공명영상에서 당대사와 혈류의 변화가 일어난 부위를 비교하였을 때 이상 부위의 범위가 거의 차이가 나지 않았다. SPECT와 PET 방법상 영상 단면의 두께나 각도에서 정확하게 일치하지는 않는 한계를 고려하면 혈류와 대사의 변화 부위는 거의 일치하는 것으로 보인다. 더욱이 SPECT나 PET의 경우 기본적으로 정량적 분석 방법이 아니어서 혈류량이나 당대사의 절대값을 객관화하기는 어렵다. 또한 그 부위 내에서 다소 균일하지 않은 부분이 있으나 변화를 보인 전체적인 부위를 비교할 때 해부학적으로는 거의 일치하는 것으로 생각된다. 따라서 이 증례에서의 소견은 간질 발작 시 뇌의 당대사와 혈류의 변화는 간질 병소의 해부학적 부위 면에서 볼 때 거의 일치함을 보여주는 의미 있는 것으로 생각한다. 또한 뇌자기공명영상에서 혈관종으로 인해 여러 곳에 병변을 관찰할 수 있었는데 SPECT와 PET를 통한 혈류와 당대사의 변화를 뇌파와 비교함으로써 뇌자기공명영상에서 보이는 병변 가운데 간질 병소의 위치를 확인할 수 있었다.

저자들은 후두엽에서 기원한 국소적 비경련성 간질중첩증 환자에서 발작기와 발작간기에 PET와 SPECT를 하여 간질 병소에서의 포도당 대사 및 혈류 변화의 부위가 거의 일치함을

관찰할 수 있었다. 발작기 동안 뇌혈류와 뇌대사 간의 연결(coupling)에 대한 연구는 현실적인 어려움이 있어 많은 환자에 대한 연구가 어려우나 이와 같은 증례가 모이면 발작기 동안 신경세포의 손상 기전 및 간질의 발생 기전을 이해하는 데 도움을 줄 것으로 생각한다.

## REFERENCES

1. Chapman AG. Cerebral energy metabolism and seizure. In: Pedley TA and Meldrum BS. *Recent advances in epilepsy*. 2nd ed. Edinburgh London Melbourne & New York: Churchill Livingstone. 1985;19-63.
2. Henry TR, Van Heertum RL. Positron emission tomography and single photon emission computed tomography in epilepsy care. *Semin Nucl Med* 2003;33:88-104.
3. Brinkmann BH, O' Brien TJ, Mullan BP, O' Connor MK, Robb RA, So EL. Subtraction ictal SPECT coregistered to MRI for seizure focus localization in partial epilepsy. *Mayo Clin Proc* 2000;75:615-624.
4. Duncan R. Epilepsy, cerebral blood flow, and cerebral metabolic rate. *Cerebrovasc Brain Metab Rev* 1992;4:105-121.
5. Henry TR, Chugani HT, Abou-Khalil BW, Treodore WH, Swartz BE. Positron emission tomography in presurgical evaluation of epilepsy. In: Engel J Jr, editor. *Surgical treatment of epilepsies*. 2nd ed. New York: Raven Press, 1993;211-232.
6. Lee DS, Lee JS, Kang KW, Jang MJ, Lee SK, Chung JK, et al. Disparity of perfusion and glucose metabolism of epileptogenic zones in temporal lobe epilepsy demonstrated by SPM/SPAM analysis on  $^{15}\text{O}$  water PET, [ $^{18}\text{F}$ ]FDG-PET, and [ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ] HMPAO SPECT. *Epilepsia* 2001;42:1515-1522.
7. Tanaka S, Sako K, Tanaka T, Nishihara I, Yonemasu Y. Uncoupling of local blood flow and metabolism in the hippocampal CA3 in kainic acid-induced limbic seizure status. *Neuroscience* 1990;36:339-348.
8. Millan E, Abou-Khalil B, Delbeke D, Konrad P. Frontal Localization of Absence Seizures Demonstrated by Ictal Positron Emission Tomography. *Epilepsy Behav* 2001;2:54-60.
9. Meltzer CC, Adelson PD, Brenner RP, Crumrine PK, Van Cott A, Schiff DP, et al. Planned ictal FDG PET imaging for localization of extratemporal epileptic foci. *Epilepsia* 2000;41:193-200.
10. Kim BK, Lee YS, Kim JY, Lee SK. Ictal PET findings of complex partial status epilepticus. *J Korean Neurol Assoc* 1999;17:879-885.