

난치성 측두엽 간질환자의 발작간 뇌파소견

계명대학교 의과대학 신경파학교실, 신경의파학교실*, 소아파학교실**

김지언 · 손은익* · 김준식** · 이상도 · 박영춘

Interictal Scalp EEG in Intractable Temporal Lobe Epilepsy

Ji-Eun Kim, M.D., Eun-Ik Son*, M.D., Joon-Sik Kim**, M.D.,
Sang-Doe Yi, M.D., Young-Choon Park, M.D.

Department of Neurology, Neurosurgery and Pediatrics**, School of Medicine, Keimyung University*

Backgrounds : The localization validity of interictal scalp EEG abnormalities in the patients with temporal lobe epilepsy(TLE) has been a subject of much debate. This study was an attempt to assess the general characteristics and the lateralization value of interictal scalp EEG abnormalities of TLE. We also examined the possible etiologic factors of bitemporal independent epileptiform discharges(BIED). **Methods :** We investigated the interictal scalp EEGs of 59 patients. All patients have been seizure free but might have had persistent auras (Engel's classification, class I) after anterior temporal lobectomy(ATL) with minimum follow-up of 1 year. Long term scalp EEG monitoring records were evaluated for interictal EEG abnormalities in all patients. **Results :** Scalp EEGs from 59 patients exhibited clear epileptiform discharges. Strictly unitemporal epileptiform discharge(UED) was present in 23 patients (39%). It was concordant with the side of seizure origin in 22 patients (95%), and discordant in 1 patient (5%). Thirty six patients (61%) had BIED. Twenty two patients with BIED showed lateralized preponderance which was defined as at least 80% laterality. It was concordant with the side of seizure origin in 21 patients (95%), and discordant in 1 patient (5%), and 14 patients were not lateralized. Bilateral synchronous epileptiform discharges were present in 4 patients (7%), and extratemporal spike in only 1 patient (2%). Localized temporal slow waves were shown in 33 patients (56%). It was concordant with the side of seizure origin in 28 patients, discordant in 1 patient. Four of 33 patients had bilateral temporal slow waves. There was no statistically significant difference in age at seizure onset, duration of epilepsy between the groups with UED and with BIED. Febrile seizures occurred similarly in both groups. **Conclusions :** It seems obvious that patients with UED or lateralized interictal temporal spike or sharp waves have a strong likelihood of ictal onset from the ipsilateral temporal region. Nevertheless, these interictal abnormalities without other convincing data are not infallible in prediction of unifocal temporal ictal onset. A history of febrile convulsion, duration of epilepsy, and age at onset do not appear to be the major contributing factors for the development of BIED.

J Kor Neurol Ass 16(4):480 ~ 485, 1998

Key Words : Temporal lobe epilepsy, Interictal scalp EEG, Lateralization value

서 론

난치성 측두엽 간질(temporal lobe epilepsy; 이하 TLE로 약함)환자의 수술적 치료에 있어 발작간 두파뇌파의 분석은 전단 및 수술 후 예후예측인자로서 높은 가치를 가진다.^{1,2} TLE환자의 특징적인 발작간 뇌파는 일측 전측 두엽에 국한된 간질양뇌파(epileptiform discharge)소견

이다. 그러나 TLE환자의 약 1/3에서는 양측 측두엽에 독립적으로 나타나는 간질양뇌파(bitemporal independent interictal epileptiform discharge ; BIED)가 관찰되어,^{1,2,4} 측두엽의 영역의 간질양뇌파(independent extratemporal epileptiform discharge) 및 비만성 양측동시성 간질양뇌파(generalized bisynchronous epileptiform discharge)도 TLE환자의 7% 및 9.7%에서 관찰된다고 한다.^{4,5} 이와 같이 TLE환자의 발작간 간질양뇌파는 양측 측두엽에 독립적으로 나타날 수 있을 뿐 아니라 드물게 측두엽 외의 영역에서도 관찰될 수 있으며 이러한 경우라도 두개강내 전극을 이용한 침습적 검사(invasive intracranial recording) 등을 통하여 간질발생부위(epileptogenic zone)가 정확히 밝혀지면 수술치료 후 좋은 결과를 기대할 수 있다.^{4,6}

Manuscript received March 4, 1998.

Accepted in final form June 1, 1998.

* Address for correspondence

Ji-Eun Kim, M.D.

Department of Neurology, School of Medicine,
Keimyung University, 194 Dongsandong,

Taeju, Korea 708-310

Tel : +82-53-250-7835 Fax : +82-53-250-7840

E-mail : jekim@dsmc.or.kr

BIED의 빈도는 각 간질센타마다 수술치료의 대상과 분석한 뇌파의 양 및 방법에 따라 다를 수 있으며,⁹ 이러한 현상과 발생기전을 잘 이해하는 것이 수술치료의 대상을 선택하는데 중요하다.⁹ BIED가 생성되는 병태생리적 기전은 아직 밝혀져 있지 않으나 secondary epileptogenesis^{9,12} 나 양쪽 축두엽에 모두 손상을 일으킬 수 있는 해마경화증, 외상, 뇌염, 무선소증, 혈관염 등이 원인일 수 있다.^{9,11} 특히 TLE의 가장 흔한 병리소견인 해마경화증은 부검소견상 약 80%에서 양측에 모두 판찰되므로,¹³⁻¹⁶ 해마경화증의 발생과 관계가 있는 것으로 추정되는 열성경련은 BIED와 연관이 있을 수 있을 것이다.^{9,11}

저자들은 난치성 TLE환자의 발작간 뇌파에서 이상뇌파 소견들의 발생빈도 및 편위가치와 BIED의 원인인자를 알아보기로 하였다.

연구대상 및 방법

1993년 3월부터 1996년 10월까지 계명대학교 동산의료원 간질센터에서 약물에 반응하지 않는 난치성 축두엽간질로 진단 받고 전축두엽제제술을 시행 받은 후 1년 이상 추적판찰하여 Engel's의 수술결과 분류상 1군(Engel's outcome classification, class I)¹⁷에 속하는 59명의 환자를 대상으로 하였다. 환자의 나이는 9세에서 41세였으나 평균 29±8세였고, 남자가 35명 여자가 24명이었으며, 오른쪽 축두엽을 수술한 환자가 29명 원쪽 축두엽을 수술한 환자가 30명이었다. 간질의 발생나이는 평균 12±8세였고 간질의 유병기간은 평균 17±7년이었다. 열성경련의 병력은 문경상 병력이 분명하지 않은 1 명을 제외한 58 명 중 23(40%)명에서 있었다(Table 1). 수술 후 병리소견은 해마경화증(hippocampal sclerosis)이 27명 (47%), 종양이 3명, 회절이형성증이 6명, 이중병리소견(dual pathology)이 6명이었으며, 특이소견이 없는 환자가 15명이었고, 2명은 조직의 양이 너무 적거나 적절히 처리되지 못하여 판독이 불가능하였다.

Table 1. General characteristics of 59 patients with temporal lobe epilepsy

age	29 ± 8 (9-41 yrs)
male : female	35 : 24
Rt. : Lt.	29 : 30
age of onset	12 ± 8
duration of epilepsy	17 ± 7
febrile convulsion(+)	23

전극의 위치는 10-20 system에 따라 collodion을 사용하여 두피에 부착하였으며 모든 환자에서 접형전극을 삽입하였다. Telefactor사의 비디오-뇌파 감시장치(Video-EEG monitoring system)를 이용하였으며 감시기간동안 각성상태에서 결사된 뇌파를 발작간 간질양뇌파가 잘 기록된 부분을 30분이상 편집하여 Nihon-Kohden사의 21 챠널 뇌파기를 이용하여 뇌파기록지에

여러 종류의 몽타주(Montage)를 사용하여 기록하였다. 뇌파의 판독은 2인의 신경과 전문의가 하였으며, 이상뇌파는 간질양뇌파 및 비간질양뇌파로 구분하여 나타나는 위치에 따라 축두엽과 비축두엽(extratemporal) 이상소견으로 나누어 분석하였다(Fig. 1). 간질양뇌파는 기준(reference)몽타주에서 가장 높은 전위를 나타내는 곳이나 양극(bipolar)몽타주에서 위상역전(phase reversal)이 나타나는 위치에 따라 축두엽 또는 비축두엽 이상소견으로 나누었다. 대부분의 간질양뇌파는 접형전극쪽에 판찰되었으나 F7, F8, T3, T4, T5, T6에도 판찰되었으며 이러한 경우도 축두엽의 이상소견에 포함시켰다. 양축동시성 축두엽(bisynchronous temporal) 또는 미만성 간질양뇌파(generalized epileptiform discharge)가 나타나는 경우는 간질양뇌파의 숫자계산 시에 포함시키지 않았고, 득립적으로 나타나는 국소적 간질양뇌파만을 분석하였다. 비간질양뇌파는 국소 서파가 나타나는 경우만을 분석하였으며 전반적 서파의 소견은 편위(lateralization)에 도움이 되지 않으므로 분석하지 않았다.

BIED의 원인인자를 알아보기 위하여 secondary epileptogenesis의 간접적 증거로서 간질이 발생한 나아와 간질의 유병기간을 BIED를 나타내는 군과 한쪽 축두엽에 국한된 간질양뇌파(unitemporal epileptiform discharge; UED)를 보이는 군으로 구분하여 비교하였으며, 열성경련의 병력이 있는 군과 없는 군으로 나누어 BIED의 발생빈도를 조사하였다. 통계처리는 SPSS/PC프로그램을 이용하여 t-test 및 다변량분석을 시행하였다.

결 과

59명의 축두엽간질 환자 중 간질양뇌파는 59명 모두에서 판찰되었으며, UED는 23명(39%)에서 나타났고 이 중 22명(95%)이 수술한 쪽과 동족이었으며, 1명(5%)은 반대족이었다. BIED는 36명(61%)에서 판찰되었다. 한쪽으로 80%이상 축두엽이 나타나는 경우에 편위가치가 있는 것으로 정의하면 이 중 22명에서 편위 되었으며, 21명(95%)이 수술한 쪽과 동족에 1명(5%)은 반대족으로 편위 되었다. 양축동시성 축두엽 또는 미만성 간질양뇌파와 비축두엽 간질양뇌파가 각각 4명(7%)과 1명(2%)에서 판찰되었다. 비간질양뇌파소견 중 축두엽의 국소서파는 59명 중 33명(56%)에서 판찰되었으며, 한쪽 축두엽에 국한된 경우가 29명이었고 이 중 28명(97%)이 수술한 쪽과 동족, 1명(3%)이 반대족이었으며, 양쪽 축두엽에서 모두 서파가 판찰된 경우는 4명이었다(Table 2).

열성경련의 병력이 있는 군과 없는 군으로 나누어 두 군간에 BIED의 발생빈도를 비교하면 열성경련의 병력이 있는 환자 23명(40%) 중 13명(57%)에서, 열성경련의 병력이 없는 환자 35명(60%) 중 22명(63%)에서 BIED가 판찰되어 열성경련의 병력이 없는 환자에서 오히려 BIED 발생률이 조금 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$) (Table 3).

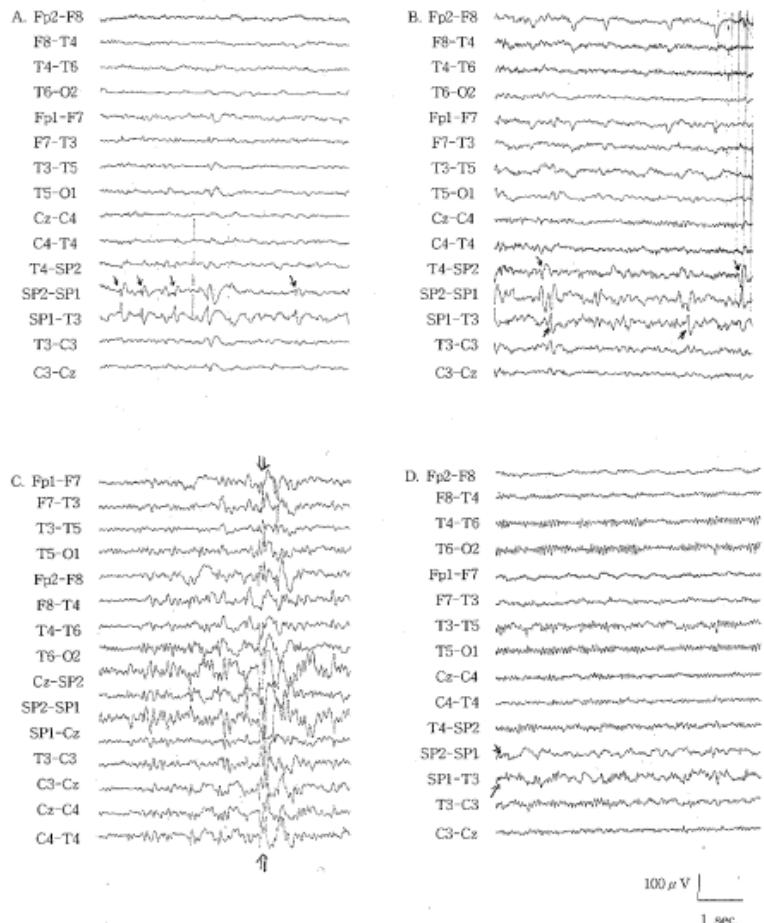


Figure 1. The EEGs show the unitemporal epileptiform discharge(A), bitemporal independent epileptiform discharge(B), generalized bisynchronous epileptiform discharge(C), and localized slow wave(D).

Table 2. Lateralizing values of interictal EEG abnormalities in 59 patients with temporal lobe epilepsy.

	Temporal epileptiform discharge			Nonepileptiform discharges : localized temporal slows
	unilateral	lateralized BIED*	nonlateralized BIED*	
Concordant	22 (95%)	20 (56%)	8 (57%)	28 (85%)
Discordant	1 (5%)	2 (5%)	6 (43%)	1 (3%)
Total	23 (39%)	22 (37%)	14 (24%)	29 (49%)

* : lateralized preponderance : at least 80 % laterality

BIED : bilateral independent epileptiform discharge

Table 3. Febrile convolution in unitemporal vs. bitemporal epileptiform discharge

	unitemporal	bitemporal	total
FC(+)	10 (43%)	13 (57%)	23 (40%)
FC(-)	13 (37%)	22 (63%)	35 (60%)
p > 0.05	p > 0.05	58 (100%)	

FC : febrile convolution

UED를 가진 환자군(23명)과 BIED(36명)를 가진 환자군으로 나누어 두 군간의 첫 간질발작시 나이와 간질의 유병기간을 비교하였다. 첫 간질발작시 나이는 UED군이 평균 12±7세, BIED군이 평균 12±8세로 두 군간에 차이가 없었으며 ($p>0.05$), 간질의 유병기간은 UED군이 16±7세, BIED군이 평균 17±8세로 차이가 없었다($p>0.05$) (Table 4).

고 칠

간질환자의 수술적 치료를 위해서는 간질발생부위(epileptogenic zone)를 정확히 찾는 것이 필수적이며 이를 위하여 각 간질센타마다 조급의 차이는 있지만 뇌자기 공명영상, 비디오-뇌파 감시장치, 양전자방출단층촬영(positron emission tomography, PET) 또는 단일 phóng자방출단층촬영(single photon emission computed tomography, SPECT), Wada 검사(intracarotid amobarbital procedure), 심리검사(psychologic test), 신경심리검사(neuropsychologic test) 등의 비침습적 방법을 이용하고 이 검사들이 일치하지 않는 경우 침습적인 두개강내전극을 이용하여 간질발생부위를 국소화한다. 이 중 발작간 두피뇌파의 분석은 진단 및 수술 후 예후예측에서도 높은 가치를 갖지만 간질발생부위를 찾는데 있어 축두엽간질의 경우 10-20%의 실패율(error rate)이 보고되고 있다.^{1,2,18,19}

축두엽간질의 전형적인 발작간 뇌파는 일축 축두엽에 국한된 간질양뇌파소견(UED)이지만 환자의 약 1/3에서는 BIED가 나타난다고 하며, 이러한 경우 간질양뇌파가 80-90% 이상 한쪽 축두엽에 편중되면 일반적으로 높은 편위 가치를 가지는 것으로 판단한다.^{1,4,20} BIED가 나타나는 경우 우라도 수술치료시 좋은 결과를 기대할 수 있는데, Hirsch 등(1991)⁷은 110명의 TLE환자를 대상으로 심부뇌파(depth EEG)를 시행한 결과 발작간 두피뇌파상 BIED가 나타난 49명의 환자 중 36명(73%)에서 발작 심부뇌파상 한쪽 축두엽에서만 발작뇌파가 시작되는 소견을 보였으며 수술치료 후 좋은 결과를 보였다고 하였다.

본 연구에서는 58명 모두에서 간질양뇌파소견을 보였으며 UED를 보인 23명 중 22명(95%)은 수술한 쪽과 동족에, 1명(5%)이 수술한 쪽의 반대편에 관찰되었는데, UED가 수술한 쪽과 반대편에 나타난 1명은 MRI상 해마 위축이 수술한 쪽과 동족에 보였으며 복리소견장 피질이형 성증과 내측두엽경화증(mesial temporal sclerosis)의

Table 4. Onset age and duration of epilepsy in unitemporal vs. bitemporal epileptiform discharge

	unitemporal (n=23)	bitemporal (n=36)	
age at onset (yrs)	12 ± 7	12 ± 8	p > 0.05
duration of epilepsy (yrs)	16 ± 7	17 ± 8	p > 0.05

이증병리 소견이 관찰되었다. UED의 편위가치는 Williamson 등(1993)⁸이 수술후 간질발작이 없어진 TLE 환자 67명에서 수술전 발작간 두피뇌파를 분석한 결과 간질양뇌파는 35명에서 한쪽 축두엽에 국한되었고 이를 33명(94%)은 수술한 쪽과 동족에, 2명(6%)은 반대쪽에 관찰되었다는 보고와 차이가 없었다. 축두엽간질에서 UED를 보이는 환자는 수술치료시 좋은 결과를 기대할 수 있으나 일부에서는 반대측 축두엽이 간질발생부위일 수 있으며, 임상상 및 MRI소견이 반작간 두피뇌파와 일치한다면 정확히 판별된 것으로 간주할 수 있다.^{3,21}

본 연구에서 BIED는 36명(61%)에서 나타났으며 한쪽으로 80% 이상 편중되어 나타나는 경우가 22명이었으며 이를 21명(95%)은 수술한 쪽과 같았으나 1명(5%)은 수술한 쪽과 반대측이었다. BIED의 발생빈도는 King 등(1977)², So 등(1989)⁹, Williamson 등(1993)⁸의 보고보다 더 높은데, 그 이유는 수술대상환자의 선택시 지능이 낮은 환자(IQ 70±10)라도 간질이 치유된 경우 어느정도 독립적인 생활이 기대되면 수술대상에 포함되었으며 이러한 경우 한쪽 뇌반구의 비교적 심한 손상이나 양측반구의 손상이 있을 가능성이 높으므로 BIED가 발생할 가능성이 높을 수 있고, 또한 분석한 발작간 뇌파의 양이 많기 때문일 것이다. BIED의 경우도 한쪽에 80% 이상 편중되는 경우에는 90% 이상의 높은 편위가치를 가지며 Chung 등(1991)²²에 의하면 이러한 경우 수술 후 좋은 결과를 기대할 수 있고 MRI, 임상자료등을 일체화다면 심부전극(depth electrode)은 필요하지 않다고 주장하였다. BIED가 관찰되는 경우는 반드시 발작뇌파소견을 고려하여 편위를 판단하여야하고, 축두엽외의 영역에서 간질양뇌파가 관찰되는 경우는 대부분에서 두개강내전극을 이용한 침습적 검사가 필요하다.²

TLE환자에서도 독립적인 비축두엽성 간질양뇌파가 관찰될 수 있으며 So 등(1989)⁹은 TLE환자의 7% 정도에서 비축두엽성 간질양뇌파를 관찰하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 59명 중 1명(2%)에서 비축두엽성 간질양뇌파가 관찰되었는데, 이 환자는 발작간 두피뇌파에서 BIED가 주로 수술한 쪽과 동족에서 반대측에 비하여 2배 정도로 많이 관찰되었고 전두엽에서 국소화된 간질양뇌파가 계속 나타났으나 빈도는 축두엽에서 관찰되는 간질양뇌파보다 훨씬 적었으며, 병리소견상 피질이형성증을 보았다. 이러한 경우에 수술 후 좋은 결과를 기대하기 어렵지만 두개강내전극을 이용한 침습적 검사를 통하여 간질발생부위가 국소화되면 수술치료를 시행할 수 있다.

양측동시성 측두엽 또는 미만성 간질양뇌파가 TLE환자에서 나타날 수 있는데, 본연구에서는 BIED가 나타나는 4명(7%)의 환자에서 관찰되었다. 남현우 등(1997)¹⁵은 발작간谍뇌파와 BIED를 보이는 TLE환자에서 양측동시성 간질양뇌파가 나타나는 경우 이를 포함시켜 양측 측두엽의 간질양뇌파의 숫자를 계산한 결과 70%이상 한쪽으로 편중되면 편위가치가 있다고 하였다. 그러나 양측동시성 간질양뇌파는 양쪽 반구에 동시에 나타나는 이상소견으로 편위에는 도움이 되지 않을 것으로 판단되어, 본 연구에서는 양측동시성 측두엽 또는 미만성 간질양뇌파를 제외한 각각의 측두엽에 독립적으로 나타나는 간질양뇌파의 숫자만으로 편위를 결정하였다. 4명 모두 간질양뇌파가 수술한 부위와 동측으로 편중되었으며, 2명은 80% 이상이었고 2명은 80% 이하였다.

비간질양뇌파소견 종 측두엽의 국소서파(localized slow waves)는 다른 국소화 징후(localizing sign)가 없다면 상당한 편위가치가 있는 것으로 평가되지만 아직까지 논란이 많다.¹⁶ Panet-Raymond 등(1990)¹⁷의 연구에 의하면 부분간질환자에서 한쪽 반구의 미만성 서파는 대부분에서 동측의 간질발작을 시사한다고 하였으나, So 등(1989)¹⁸은 BIED를 보이는 측두엽간질환자 군에서 비간질양뇌파이상은 단독으로 판단시 정확히 편위되지 않았다고 하였다. 본 연구에서는 59명 중 33명(56%)에서 국소서파가 관찰되었으며, 한쪽 측두엽에 국한된 경우가 29명(49%)이었고 이 중 28명(97%)이 수술한 쪽과 동측, 1명(3%)이 반대측이었으며, 양쪽 측두엽에서 모두 서파가 관찰된 경우는 4명이었다. 국소부위의 서파는 간질양뇌파에 비하여 민감도(sensitivity)는 떨어지지만 한쪽 측두엽에 나타나면 90% 이상의 높은 편위가치를 가지는 것으로 판단되었다.

BIED가 나타나는 기전은 밝혀져있지 않으나 처음부터 양쪽 측두엽이 독립적인 간질발생종점이거나 한쪽 측두엽에 국한된 간질발생종점이 있고 이 부위로부터 반대측 측두엽이 지속적으로 자극되어 이차적으로 독립적(secondary epileptogenic focus) 또는 종속적인 간질발생종점을 형성한 것일 수도 있고 비측두엽간질(extratemporal epilepsy)에서 양쪽 측두엽에 2차성 간질발생종점을 형성한 것일 수도 있다.^{19,20,21} 또한 UED가 나타나더라도 양쪽 측두엽이 독립적으로 간질발작을 일으키는 부위(bilateral independent ictal onset)일 가능성을 배제하지는 못한다.^{22,23} Lim 등(1991)²⁴은 UED를 가지는 환자 30명과 BIED를 가지는 환자 30명을 대상으로 BIED를 유발시킬 수 있는 인자를 찾고자 해마경화증과 관계가 있을 것으로 추정되는 열성경련 및 양쪽 뇌손상을 일으킬 수 있는 중추신경계 감염의 병력과, secondary epileptogenesis와 간접적으로 연관이 있을 수 있는 첫 간질발작시 나이 및 간질이환기과의 관계를 조사한 결과 열성경련의 병력은 UED군이 BIED군보다 유의하게 많았고(UED군 vs BIED 군; 40% vs 17%) 첫 간질발작시 나이, 간질이환기간, 중추신경계감염의 병력은 두 군간에 유의한 차이가 없었다.

고 보고하였다. 또한 Hirsch 등(1991)⁷은 166명의 간질환자를 심부뇌파로 연구한 결과 110명의 측두엽간질환자 중 87명은 한쪽 측두엽에서 23명은 양쪽 측두엽에서 독립적으로 간질발작이 관찰되었으며, 두 군간에 첫 간질발작시 나이, 간질이환기간, 두뇌뇌파의 국소적인 이상소견, 수술결과, 명리소견의 유의한 차이는 없었으나, 양측 측두엽에서 독립적으로 간질발작이 관찰된 군에서 열성경련의 병력이 유의하게 적었다고 하였다. 그리고 양측 측두엽에서 독립적으로 간질발작이 관찰된 2명의 환자는 후에 측두엽이 아닌 다른 곳(extratemporal lesion)의 병변이 발견되어 이 병변을 제거한 후 모든 간질발작이 없어졌는데, 이러한 결과로 보아 독립적으로 양측 측두엽에서 간질이 발생하는 경우는 비측두엽간질의 가능성이 있다고 하였다. 본 연구에서는 열성경련의 병력이 없는 환자에서 BIED의 발생률이 조금 높았으나(57% vs. 63%) 통계적으로 유의한 차이는 없었고, UED군과 BIED군 사이에 첫 간질발작시 나이 및 유병기간의 차이가 없었으므로 열성경련, 첫 간질발작시 나이, 간질유병기간은 BIED의 발생과 관계가 없는 것으로 판단된다.

결 론

TLE환자의 발작간 이상뇌파소견 중 간질양뇌파는 모든 환자에서 관찰되었으며 이들의 편위가치는 90% 이상이었다. 측두엽의 국소적 서파는 56%의 환자에서 나타났으며 90% 이상의 편위가치를 가졌다. BIED는 TLE환자의 61%에서 관찰되었으며 한쪽으로 80% 이상 편중되어 나타나면 90% 이상의 높은 편위가치를 가지며, BIED가 나타나더라도 수술치료시 좋은 결과를 기대할 수 있다. 열성경련, 첫 간질발작시 나이, 간질유병기간은 BIED의 발생과 관계가 없는 것으로 판단되나 더 많은 중례에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Quesney LF, Risinger MW, Shewmon A. Extracranial EEG evaluation. In : Engel J Jr ed. *Surgical treatment of epilepsies*. New York, Raven Press 1993;pp173-195.
- Barry E, Sussman NM, O'Connor MJ, Harner RN. Presurgical Electroencephalographic Patterns and Outcome From Anterior Temporal Lobectomy. *Arch Neurol* 1992;49:21-27.
- King DW, Ajmone-Marsan C. Clinical features and ictal patterns in epileptic patients with EEG temporal lobe foci. *Ann Neurol* 1977;2:138-147..
- So N, Gloor P, Quesney LF, Jones-Gotman M, Olivier A, Andermann F. Depth electrode investigations in patients with bitemporal epileptiform abnormalities. *Ann Neurol* 1989;25:423-431..
- Sadler RM, Blume W. Significance of bisynchronous spike-waves in patients with temporal lobe spikes. *Epilepsia* 1989;30:143-146.
- Hirsch LJ, Spencer SS, Spencer DD, Williamson PD,

- Mattson RH. Temporal lobectomy in patients with bitemporal epilepsy defined by depth electroencephalography. *Ann Neurol* 1991;30:347-356.
7. Hirsch LJ, Spencer SS, Williamson PD, Spencer DD, Mattson RH. Comparison of bitemporal and unitemporal epilepsy defined by depth electroencephalography. *Ann Neurol* 1991;30:340-346.
 8. Williamson PD, French JA, Thadani VM, Kim JH, Novelly RA, Spencer SS, Spencer DD, Mattson RH. Characteristics of Medial Temporal Lobe Epilepsy: II. Interictal and Ictal Scalp Electroencephalography, Neuropsychological Testing, Neuroimaging, Surgical Results, and Pathology. *Ann Neurol* 1993;34:781-787.
 9. Lim SH, So NK, Luders H, Morris HH, Turnbull J. Etiologic factors for unitemporal vs bitemporal epileptiform discharges. *Arch Neurol* 1991;48:1225-1228.
 10. Morell F. Varieties of human secondary epileptogenesis. *J Clin Neurophysiol* 1989;6:227-275.
 11. Quesney LF, Abou-Khalil B, Cole A, Olivier A. Pre-operative extracranial and intracranial EEG investigation in patients with temporal lobe epilepsy : trends, results and review of pathophysiological mechanisms. *Acta Neurol Scand* 1988;[Supp 117]:52-60.
 12. Goldensohn ES. The relevance of secondary epileptogenesis to the treatment of epilepsy : kindling and the mirror focus. *Epilepsia* 1984;25:S156-S168.
 13. Margerison JH, Corsellis JAN. Epilepsy and temporal lobes. *Brain* 1966;89:499-530.
 14. Sano K, Malamud N. Clinical significance of sclerosis of the cornu ammonis. *Arch Neurol Psychiatry* 1953;70:40-53.
 15. Mouritzen-Dam A. Hippocampal neuron loss in epilepsy and after experimental seizures. *Acta Neurol Scand* 1982;66:601-642.
 16. Babb TL, Brown WJ. Pathological findings in epilepsy. In: Engel Jr Ed. *Surgical treatment of epilepsies*. New York, Raven Press. 1987;pp511-540.
 17. Engel J Jr, Van Ness PC, Rasmussen TB, et al. Outcome with respect to epileptic seizures. In : Engel J Jr ed. *Surgical treatment of epilepsies*. New York, Raven Press 1993; pp609-621.
 18. Cahan LD, Surtherling WW, McCullough MA, Rausch R, Engel J Jr, Crandall PH. Review of the 20-year-old UCLA experience with surgery for epilepsy. *Cleve Clin Q* 1984; 51:313-8.
 19. Wieser HG, Bancaud J, Talairach G. Comparative value of spontaneous and chemically and electronically induced seizures in establishing the lateralization of temporal lobe seizures. *Epilepsia* 1979;20:47-9.
 20. Chung MY, Walczak TS, Lewis DV, Dawson DV, Radtke R. Temporal Lobectomy and Independent Bitemporal Interictal Activity: What Degree of Lateralization Is Sufficient? *Epilepsia* 1991;32(2):195-201.
 21. 남현우, 이상진, 백성호, 이상복, 명호진. 축두엽간질에서의 interictal epileptiform discharge의 진단적 가치. 대한신경과학회지 1997;15:67-76.
 22. Panet-Raymond D, Gotman J. Asymmetry in delta activity in patients with focal epilepsy. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990;17:235.
 23. Thadani VM, Williamson PD, Spence SS, Spence DD, Norvelly RA, Sato KJ, Kim JH, Mattson RH. Successful epilepsy surgery without intracranial EEG recording : criteria for patient selection. *Epilepsia* 1995;36(1):7-15.
 24. So N, Olivier A, Andermann F, Gloor P, Quesney LF. Results of surgical Treatment in Patients with Bitemporal Epileptiform Abnormalities. *Ann Neurol* 1989;25:432-439.