

발작 두피뇌파 형태에 따른 측두엽간질의 감별과 수술예후와의 연관성

Differentiation of Temporal Lobe Epilepsy by Scalp Ictal EEG and Its Correlation with Surgical Outcome

이상암 · 곽규환 · 이순금 · 강종구

Sang-Ahm Lee, M.D., Kyu-Hwan Kwak, M.D.,
Soon Keum Lee, M.D. and Joong Koo Kang, M.D.

ABSTRACT

Purpose : Ebersole and Pacia recently introduced a classification of scalp ictal EEG in temporal lobe epilepsy (TLE). So we investigated whether scalp ictal EEG without sphenoidal electrode can differentiate mesial TLE from neocortical TLE and can be predictive of surgical outcome after temporal lobectomy. **Methods** : A consecutive 77 patients (male 43, female 34) with TLE were included who had temporal lobectomy after the comprehensive presurgical evaluation. The patients with mesial TLE were 59 and those with neocortical TLE 18. The total 358 seizures were analyzed using bipolar and monopolar montage without sphenoidal electrodes. Scalp ictal EEGs were categorized into 3 types based on Ebersole and Pacia's classification and then were evaluated with regard to the differentiation of TLE and its correlation with surgical outcome. **Results** : 1) Out of the total 77 patients, type 1 pattern was observed in 23 (30%), type 2 in 51 (65%), and type 3 in 3 (5%). The number of patients with mesial TLE were 17 (74%) out of 23 with type 1, 41 (80%) out of 51 with type 2, 1 out of 3 with type 3. Type 1 pattern was relatively specific (74%) but not sensitive (30%) for mesial TLE. Also the lesion location of neocortical TLE with type 1 onset was not limited to medial temporal area. 2) Scalp ictal EEG patterns were significantly correlated with surgical outcome only in the subgroup of mesial TLE ($p=0.006$) but not in neocortical TLE. Type 1 onset pattern in mesial TLE was associated with favorable outcome comparing to type 2 onset. **Conclusions** : Scalp ictal EEG onset pattern cannot accurately differentiate mesial TLE from neocortical TLE. However, its onset pattern can be predictive of surgical outcome. (J Korean Epilep Soc 4 : 30-34, 2000)

KEY WORDS : Scalp ictal EEG · Seizure onset · Temporal lobectomy · Outcome.

서론

뇌파검사는 아직까지도 간질발생부위를 정위화 하는데 가장 중요한 간질수술전 검사이다. 뇌파검사는 두개강내 전극을 이용한 침습검사와 두피-절형골 전극을 이용한 비침습검사가 있다. 비침습 뇌파검사로 간질발작 초점의 정위화 및 측위화에 실패한 경우 침습뇌파검사가 시행된다. 그러나 최근에는 뇌영상기술의 발전과 침습뇌파의 고비용 및 합병증으로 가능한 한 비침습 검사만으로 간질수술을 결정하려

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 신경과학교실
Department of Neurology, Asan Medical Center, University of Ulsan
College of Medicine, Seoul, Korea

교신저자 : 이상암, 138-736 서울 송파구 풍납동 388-1
TEL : (02) 2224-3445 · FAX : (02) 474-4691
E-mail : salee@www.amc.seoul.kr

는 경향이 뚜렷해지고 있다.¹⁾ 이와 같이 비침습 뇌파검사의 중요성이 크게 부각되면서, 최근 수년간 Ebersole 등^{2,4)}은 측두엽간질의 발작 두피뇌파의 분류 및 임상적 가치에 관한 일련의 연구 결과를 발표하였다. 이전에도 두피뇌파 소견에 관한 몇몇 임상연구가 있었지만⁵⁻⁸⁾ 체계적인 연구는 거의 없는 실정이었다. Ebersole과 Pacia²⁾는 측두엽간질의 발작 두피뇌파를 세 형태로 분류하고 제 1형은 해마에서 발생하는 간질발작, 즉 내측두엽간질에 해당되는 소견이고, 제 2형은 측두엽 신피질에서 발생하는 간질발작 소견, 제 3형은 신피질 간질 또는 내측두엽간질 소견이라고 주장하면서, 이와 같은 발작 두피뇌파 소견은 측두엽절제술의 예후인자로써도 가치가 있다고 발표하였다.⁴⁾

간질발작 초점의 해부학적 위치에 근거한 Ebersole과 Pacia²⁾의 측두엽 간질발작 두피뇌파의 분류는 그 임상적

유용성이 매우 클 것으로 생각되는데, 아직 타 연구자에 의해 그 유효성이 검증되지 않는 상태이다. 이에 본 연구자들은 측두엽절제술을 시행받은 측두엽 간질환자의 발작 두피 뇌파를 Ebersole과 Pacia²⁾의 분류에 따라 분석하여 1) 내 측두엽간질과 신피질측두엽간질을 감별할 수 있는지, 2) 뇌파형태가 수술후 간질발작 예후를 예측할 수 있는지 알아보 고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 측두엽절제술을 시행한 총 77명의 난치성 측두엽간질 환자를 대상으로 하였다. 대상환자들은 1995년 1월부터 1998년 3월까지 본원에서 진단 및 치료를 받았으며, 다음의 기준을 만족하는 환자들이다. 1) 양측 측두하(subtemporal) 전극을 포함한 두피전극을 부착하고 비디오-뇌파검사를 시행하였으며, 2) 여러 번의 자발적인 간질 발작이 기록되었고, 3) 측두엽절제술 후 병리소견을 얻었으며, 4) 최소 1년 이상의 외래추적이 가능했던 경우들이다. 모든 대상환자는 여러가지 수술전검사를 통해 측두엽간질로 진단되었다. 수술전검사로써 두피-접형골 전극을 이용한 비디오-뇌파검사, 뇌자기공명촬영, 단일광자방출단층촬영, 신경정신학적 검사 및 와다검사 등이 시행되었으며, 이들 비침습 검사로 간질발작 초점이 확인되지 않은 경우는 두개강내 전극을 이용한 침습 뇌파검사가 추가로 시행되었다.

본 연구에서 배제된 환자는 비디오-뇌파 검사상 양측성 측두엽간질로 확인된 경우, 두피뇌파상 발작뇌파의 측위화가 잘못된 것으로 두개강내 뇌파검사로 확인된 경우, 및 최소 1년 이상 외래 추적이 되지 않은 경우 등이다.

2. 뇌파 분석

비디오-뇌파검사 때 두피 전극은 국제 10-20 체계(International 10-20 System)를 이용하여 부착하였다. 모든 환자에서 측두하 전극 F9/10, FT9/10, T9/10, P9/10 중 최소 양측 3개씩의 전극을 추가로 사용하였다. 발작 뇌파의 분석은 종양극 전위법(longitudinal bipolar montage) 및 Pz 기준전극 전위법(referential montage)을 모두 사용하였다. 접형골 전극은 본 연구에서는 뇌파분석에 이용되지 않았다. 모든 뇌파는 한 명의 간질 전문의와 한 명의 간질 전임의에 의해 모두 재판독 되었다. 인공음영이 심해 분석하기 힘든 발작 뇌파는 분석에서 제외하였다.

측두엽 간질발작의 두피뇌파는 Ebersole과 Pacia²⁾의 분류기준에 의해 분류되었다(Table 1). 제 1형은 최소한 5초 이상 규칙적인 5~9 Hz 측두하 파형(1A형) 또는 두정부 파형(1B형), 제 2형은 불규칙하거나 또는 짧은 기간동안만 규칙적인 2~5 Hz 측두 또는 전두중심 파형(2A형)이며 제 2형은 2~3 Hz 고진폭의 예파 또는 서파가 선행되는 경우(2C형)도 있다. 제 3형은 측위화가 되지 않거나 광범위하게 불규칙적인 변화가 보이는 형태를 말한다. 동일 환자에서 두 가지 이상의 형태가 관찰된 경우에는 더 많이 관찰된 형을 분석에 이용하였다. 그러나 제 3형이 다른 형과 함께 관찰된 경우는 그 관찰 빈도에 상관없이 뇌파의 측위화가 가능한 형태를 분석에 이용하였다.

측두엽간질은 수술전검사 결과에 따라 내측두엽간질과 신피질측두엽간질로 분류되었다. 측두엽절제술후 예후는 간질발작의 유무로 나누어 분석하였다. 전조는 간질발작에 포함시키지 않았다. 또한 수술 후 1~2년간 발작이 없다가 항경련제를 줄여 나가는 과정 또는 본인이 임의로 약을 복용하지 않은 상태에서 간질발작이 발생한 경우에는 간질발작이 없는 것으로 분류하였다. 간질발작의 유무는 수술 후 정기적인 외래 방문 기록을 참조하였으며, 일부 부족한 정보는 전화 통화로 알아보았다. 두피 발작뇌파 분석 결과는 측두엽간질의 종류 및 수술 예후와 연관성이 있는지 분석되었다. 통계는 Windows용 SPSS(Ver 7.0) 프로그램을 이

용하였다. 통계는 Windows용 SPSS(Ver 7.0) 프로그램을 이

Table 1. Ebersole and Pacia's classification of temporal lobe seizures

Type	Description of earliest ictal rhythms
1A	Inferotemporal rhythm of 5 - 9 Hz that is regular for at least 5 seconds and often longer
1B	Vertex rhythm of 5 - 9 Hz that is regular for at least 5 seconds
1C	Seizure rhythm type 1B followed by type 1A
2A	Temporal and/or frontocentral rhythm of 2 - 5 Hz that is irregular or regular for only brief periods
2B	Seizure type 2A followed by type 1A
2C	Type 2A or 2B preceded by irregular or repetitive sharp or slow wave
3	Unilateralized or diffuse arrhythmic change in background

용하여 연속성 보정 카이제곱 검정(Pearson's chi-square test with Yate's correction)과 Fisher 직접 확률계산법(Fisher's exact test)으로 분석하였다.

결 과

1. 대상환자의 일반적 소견

총 대상환자 77명 중 남자는 43명, 여자 34명이었으며, 평균 나이는 30.1세(10~51), 간질발작 시작연령은 평균 14.2세(1~36), 수술 전까지의 간질유병기간은 평균 16.0년(2~38)이었다. 우측 병변이 35예, 좌측 병변 42예였다. 기록된 총 간질발작 수는 407회(환자당 평균 5.3회), 이중 인공음영 등이 심해서 발작파를 분석할 수 없었던 간질발작이 49회로써 이를 제외한 358회의 간질발작이 본 연구에서 분석되었다. 총 77명중 두피뇌파 소견이 한 형태만을 보인 경우가 61명(79.2%)이었고, 두 형태 이상인 환자가 16명이었다. 해마경화증을 특징으로 하는 내측두엽간질 환자는 59명, 신피질측두엽간질 환자는 18명이었다. 신피질측두엽간질의 병리소견은 뇌종양 7명, 혈관기형 4명, 피질이형성증 3명, 뇌경색 2명, 뇌낭미충증 1명, 비특이적 신경교증 1명이었다. 대상환자의 자세한 기본적 정보는 Table 2와 같다.

2. 측두엽간질 두피뇌파 소견(Table 3)

총 77명중 제 1형은 23명(29.9%), 제 2형 51명(66.2%), 제 3형은 3명(3.9%)으로 제 2형이 가장 많았다. 제 1형을 보인 23명중 내측두엽간질 17명, 신피질측두엽간질 6명으로 제 1형의 내측두엽간질에 대한 특이도(specificity)는 약 74%였다. 또한 내측두엽간질 59명의 뇌파소견을 보면, 제 1형은 17명(28.8%), 제 2형 41명(69.5%), 제 3형 1명(1.7%)으로 제 1형의 내측두엽간질에 대한 민감도(sensitivity)는 29%로 낮았다. 한편 제 2형이 관찰된 51명 중 내측두엽간질 41명, 신피질측두엽간질 19명으로 제 2형의 신피질측두엽간질에 대한 특이도는 약 20%로 매우 낮았다. 또한 신피질측두엽간질 18명 중 제 1형은 6명(33.3%), 제 2형 10명(55.6%), 제 3형 2명(11.1%)으로 제 2형의 신피질측두엽간질에 대한 민감도는 56% 정도였다. 제 1형을 보인 신피질측두엽간질 병변의 측두엽내 해부학적 위치는 전내측(anteriomedial) 2명, 전하측(anterioinferior) 1명, 상외측(superiolateral) 1명, 후하측(posterioinferior) 2

Table 2. Demographic data of patients and seizures

	Mesial* (n=59)	Neocortical† (n=18)	All (n=77)
Mean age (range)	30.5 (18-51)	29.3 (10-50)	30.1 (10-51)
Sex (male/female)	30/29	13/5	43/34
Onset age (range)	13.7 (1-36)	15.3 (1-32)	14.2 (1-36)
Duration (range)	16.8 (2-30)	14.0 (2-38)	16.0 (2-38)
Side (left/right)	33/26	9/9	42/35
Total seizures	333	74	407
Seizures excluded	43	6	49
Seizures included	290	68	358
Dominant seizures	261	64	325
Nondominant seizures	29	4	33

* : Patients with mesial temporal lobe epilepsy

† : Patients with neocortical temporal lobe epilepsy

Table 3. Ictal scalp EEG pattern in temporal lobe epilepsy

EEG type	Mesial* (%)	Neocortical† (%)	Total (%)
1	17 (28.8)	6 (33.3)	23 (29.9)
2	41 (69.5)	10 (55.6)	51 (66.2)
3	1 (1.7)	2 (11.1)	3 (3.9)
Total	59	18	77

* : Patients with mesial temporal lobe epilepsy

† : Patients with neocortical temporal lobe epilepsy

Table 4. Correlation of EEG pattern with outcome after temporal lobectomy

Seizure-free (%)	Not-seizure-free (%)	Total	p value	
Total patients (n=77)				
Type 1	20 (87.0)	3 (13.0)	23	
Type 2	34 (66.7)	17 (33.3)	51	0.124
Mesial* (n=59)				
Type 1	17 (100)	0	17	
Type 2	28 (68.3)	13 (31.7)	37	0.006
Neocortical† (n=18)				
Type 1	3 (50.0)	3 (50.0)	6	
Type 2	6 (60.0)	4 (40.0)	10	1

* : Patients with mesial temporal lobe epilepsy

† : Patients with neocortical temporal lobe epilepsy

명이었다.

3. 측두엽간질 두피뇌파의 수술적 예후(Table 4)

전체 환자를 대상으로 측두엽절제술 후 간질발작의 완해율을 보면, 제 1형 87.0%(23명중 20명), 제 2형 66.7%(51명중 34명)로 제 1형의 완해율이 다소 높았으나 통계학적으로 의미는 없었다(p=0.124). 그러나 내측두엽간질 환자에서는 두피뇌파 형태가 수술성과 연관성이 있었다. 제 1형이 관찰된 17명 모두에서 간질발작이 완해되어 제 1형의 완해율은 100%인 반면 제 2형의 완해율은 68.3%(41명중 28

명)로 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.006$). 신피질측두엽간질 환자의 완해율을 보면, 제 1형 50.0%(6명중 3명), 제 2형 60.0%(10명중 6명)로 서로간의 통계적 차이는 없었다.

고 찰

두피 뇌파검사는 간질발작 때 환자의 움직임에 의해 많은 인공음영이 발작과 함께 기록되기 때문에 판독이 힘든 경우가 많다. 또한 부분발작인 경우 발작과가 두피뇌파에서는 전혀 기록되지 않는 경우도 흔하다.⁹⁾ 이와 같은 두피뇌파의 단점에도 불구하고 측두엽간질의 발작 두피뇌파는 발작초점의 측위화를 결정할 수 있을 뿐만 아니라 일부 환자에서는 측두엽내에서 정위화도 가능하게 하며 또한 이것은 관찰자간 오차가 적어 신빙성이 높다고 한다.⁴⁾¹⁰⁻¹²⁾ 측두엽 발작 두피뇌파의 다양한 형태는 두개강내 침습 뇌파검사로 확인한 결과 발작시작의 대뇌피질 활동을 반영하는 것이 아니라, 내측두엽 간질발작과 신피질 간질발작간의 발작시작 이후의 발전, 전파, 및 피질의 발작과 동조성(synchrony of cortical ictal discharge)의 차이가 각 두피뇌파 형태로 나타난다.⁴⁾ Risinger 등¹²⁾은 처음으로 측두엽내 발작초점에 근거하여 발작 두피뇌파 소견에 대해 언급하였는데, 그들은 발작시작 후 30초 내에 측위화된 5 Hz이상의 발작과가 기록되면 발작초점이 내측두엽일 가능성이 매우 높다고 기술하였다. 최근에는 Ebersole과 Pacia²⁾가 발작 두피뇌파로 신피질측두엽간질과 내측두엽간질을 구분할 수 있다고 하였다. 그들은 제 1형이 Risinger 등¹²⁾이 'early focal'로 명명한 발작 파형과 거의 동일한 형태로써 그 임상적 가치 또한 동일했다고 하면서 내측두엽간질을 의미하는 소견이라고 했다. 그들은 내측두엽간질에 대한 제 1형의 민감도가 약 40%로 낮지만 특이도는 86%로 높다고 하였다. 또한 뇌종양이 원인이었던 신피질측두엽간질 환자에서 제 1형이 기록된 경우가 4명이었는데, 모두 그 해부학적 위치가 내측두부였다고 한다. 본 연구에서는 제 1형의 민감도는 약 30%, 특이도는 74%로 그들에 비해 다소 낮았다. 또한 신피질측두엽간질 환자중 제 1형을 보인 6명 중 4명은 내측두부 이외의 부위에서 병변이 있었다. 이중 2명은 두개강내 뇌파검사로 간질초점을 확인하였으나 나머지 2명은 뇌종양 환자였는데 침습검사를 시행하지 않았다. 이상의 본 연구 결과를 종합하면, 제 1형은 발작초점이 반드시 해마 또는 내

측두부에 국한되어 발현되는 것 같지는 않기 때문에 내측두엽간질을 신피질간질과 감별하는데 주의를 요한다.

제 2형은 약 74% 정도가 신피질측두엽간질이었으며, 이는 유의한 연관성이 있다고 한다.²⁾ 특히 두개강내 뇌파검사를 시행한 환자 중 제 2C형은 모두 신피질측두엽간질이었다. 이것을 본 연구 결과와 직접 비교할 수는 없으나, 다소의 차이가 있다고 생각된다. 본 연구에서는 제 2형의 환자 중 약 20%만이 신피질 간질이어서 그 특이도가 매우 낮았는데, 이것은 본 연구에 포함된 측두엽 간질환자 중 신피질 간질환자의 비율이 너무 낮았기 때문으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 제 2C형 21례 중 16례가 내측두경화증에서 관찰되어 제 2C형이 신피질간질의 강력한 지표라고 생각되지 않는다.

측두엽절제술후 수술성적을 예측할 수 있는 임상 및 뇌영상 조건을 찾는 연구는 많이 진행되어 왔으나,¹³⁻¹⁸⁾ 간질수술 후 예후인자로서의 발작 두피뇌파의 임상적 가치에 대해서는 거의 보고된 바가 없었다.⁶⁾¹⁹⁾ 최근 Assaf와 Ebersole⁴⁾은 이 분야의 체계적인 연구를 수행하여 보고하였다. 그들은 측두엽절제술을 시행받은 총 75명의 환자를 대상으로 발작 두피뇌파 소견에 따른 수술후 예후를 분석하여 두피뇌파 소견으로 수술성적을 예측할 수 있었다. 제 1형의 뇌파 소견을 보인 16명은 모두 수술 후 간질발작이 완전히 소실되어 100%의 완해율을 보였으며, 제 2형의 발작 완해율은 65%, 제 3형은 38%로 서로 의미 있게 차이가 있었다.⁴⁾ 본 연구결과에서도 제 1형은 특히 내측두엽간질에서 제 2형에 비해 좋은 예후와 연관성이 있어서 그들의 결과와 같이 두피뇌파 형태가 수술후 발작예후를 예측하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 신피질 간질에서는 뇌파형태에 따른 수술성적의 차이가 없었다.

국소 전압 분석(topographic voltage analysis) 및 등가 이중극 모델(equivalent dipole modeling)의 뇌파 분석 방법을 이용하여 뇌파의 근원지를 규명하려는 연구가 꾸준히 지속되고 있다.²⁰⁻²³⁾ 초기에는 주로 발작간(interictal) 국파를 대상으로 분석하였으나 최근에는 발작과를 분석하여 발작초점을 찾고 수술예후와의 연관성을 밝히는 연구가 활발하다.²⁴⁾²⁵⁾ Assaf와 Ebersole⁴⁾은 제 2형의 뇌파를 다발성 고정 이중극 분석²⁴⁾(multiple fixed dipole analysis)을 이용하여 다시 세분하였는데, 측두엽의 사선(oblique) 이중극과 측두첨(temporal tip) 이중극은 예후가 좋은 반면 측부(lateral) 이중극은 나쁜 수술예후와 연관된다고 보고

했다.

본 연구는 측두엽절제술 환자를 대상으로 했기 때문에 연구자는 발작 두피뇌파를 재판독할 때 비측두엽간질의 가능성을 배제한 상태로 뇌파를 판독했다. 따라서 각 두피뇌파 소견이 비측두엽간질 환자를 감별할 수 있는지에 대해서는 전혀 고려되지 않았다. 또한 본 연구는 내측두엽간질 환자수에 비해 신피질측두엽간질 환자가 너무 적어서 민감도 및 특이도를 분석할 때 한쪽으로 결과가 편향될 수 있는 문제점이 있을 수 있다. 결론적으로 측두엽 간질발작의 발작 두

피뇌파 형태는 내측두엽간질을 신피질측두엽간질과 감별하는데 임상적 한계가 있으나 수술후 예후인자로는 그 유용성이 있다고 사료된다. 따라서 측두엽간질의 보다 정확한 감별을 위해 새로운 분류방법을 개발하여 더 많은 환자를 대상으로한 임상연구가 필요하다고 생각한다.

중심 단어 : 두피발작뇌파 · 발작시작 · 측두엽절제술 · 수술성적.

- 논문접수일 : 2000년 10월 4일
- 심사통과일 : 2000년 11월 25일

REFERENCES

- 1) Spencer SS, Sperling MR, Shewmon DA. Intracranial electrodes. In: Engel J Jr, Pedley TA, eds. *Epilepsy: a comprehensive textbook*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997:1719-47.
- 2) Ebersole JS, Pacia SV. Localization of temporal lobe foci by ictal EEG patterns. *Epilepsia* 1996;37:386-99.
- 3) Pacia SV, Ebersole JS. Intracranial EEG substrates of scalp ictal patterns from temporal lobe foci. *Epilepsia* 1997;38:642-54.
- 4) Assaf BA, Ebersole JS. Visual and quantitative ictal EEG predictors of outcome after temporal lobectomy. *Epilepsia* 1999;40:52-61.
- 5) Blume WT, Young GB, Lemieux JF. EEG morphology of partial epileptic seizures. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984;57:295-302.
- 6) Walczak TS, Radtke R, Lewis D, McNamara JO, Friedman A. EEG predictors of success in temporal lobectomy: analysis of 100 cases. *Epilepsia* 1988;29:679.
- 7) Kwon OY, Cha JK, Chang DI, et al. Ictal Scalp EEG Patterns of the Patients with Partial Seizure. *J Korean Neurol Assoc* 1992;10:457-64.
- 8) Lee SK, Kim JY, Nam HW. The clinical usefulness of ictal surface EEG in neocortical epilepsy. *J Korean Neurol Assoc* 1999;17:370-5.
- 9) Abraham D, Ajmone-Marsan C. Patterns of cortical discharges and their relation to routine scalp electroencephalography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1958;10:447-61.
- 10) Walczak TS, Radtke RA, Lewis DV. Accuracy and interobserver reliability of scalp ictal EEG. *Neurology* 1992;42:2279-85.
- 11) Steinhoff BJ, So NK, Lim S, Luders HO. Ictal scalp EEG in temporal lobe epilepsy with unitemporal versus bitemporal interictal epileptiform discharges. *Neurology* 1995;45:889-96.
- 12) Risinger MW, Engel J, Van Ness PC, Henry TR, Crandall PH. Ictal localization of temporal lobe seizures with scalp/sphenoidal recordings. *Neurology* 1989;39:1288-93.
- 13) Primorse DC, Ojemann GA. Outcome of resective surgery for temporal lobe epilepsy. In: Luders H, ed. *Epilepsy surgery*. New York: Raven Press, 1992:601-11.
- 14) Cascino GD, Trenerry MR, So EL, et al. Routine EEG and temporal lobe epilepsy: relation to long-term EEG monitoring, quantitative MRI, and operative outcome. *Epilepsia* 1996;37:651-6.
- 15) Gilliam F, Bowling S, Billir E, et al. Association of combined MRI, interictal EEG, and ictal EEG results with outcome and pathology after temporal lobectomy. *Epilepsia* 1997;38:1315-20.
- 16) Ardura F, Cendes F, Andermann F, Du-beau F, Olivier A, Villemure JG. Prognostic value of mesial temporal atrophy in the surgical treatment of temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1995;36(suppl 4):74A.
- 17) Cascino GD, Trenerry MR, Jack CR, et al. Electroocutography and temporal lobe epilepsy: relationship to quantitative MRI and operative outcome. *Epilepsia* 1995;36:692-6.
- 18) Jack CR, Sharbrough FW, Cascino GD, et al. MRI-based hippocampal volumetry: correlation with outcome after temporal lobectomy. *Ann Neurol* 1992;31:138-46.
- 19) Williamson PD. Lessons from failures. In: Engel J Jr, ed. *Surgical treatment of the epilepsies*. New York: Raven Press, 1993:587-91.
- 20) Ebersole JS. Non-invasive localization of the epileptogenic focus by EEG dipole modeling. *Acta Neurol Scand* 1994;(suppl 152):20-8.
- 21) Boon P, D'Have M. Interictal and ictal dipole modeling in patients with refractory partial epilepsy. *Acta Neurol Scand* 1995;92:7-18.
- 22) Merlet I, Garcia-Larrea L, Gregoire MC, Lavenne F, Manguiere F. Source propagation of interictal spikes in temporal lobe epilepsy. *Brain* 1996;119:377-92.
- 23) Ebersole JS, Hawes S, Scherg M. Intracranial EEG validation of spike propagation predicted by dipole models. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1995;95(2):18.
- 24) Assaf BA, Ebersole JS. Multiple fixed dipole analysis of scalp ictal rhythms. *Epilepsia* 1995;36:143A.
- 25) Assaf BA, Ebersole JS. Continuous source imaging of scalp ictal rhythms in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1997;38:1114-23.