원 저

대한신경과학회지 20(6): 497~ 503, 2002 ISSN 1225-7044

측두엽간질에서 경막하 선형전극술: 반구간 전파 시간과 수술 예후와의 연관성

계명대학교 의과대학교 신경과학교실

김광덕 조용원 강봉구 최종환 손성일 정두교 이 형 임정근 이상도

Subdural Strip Electrode Studies in Temporal Lobe Epilepsy: Relation between Interhemispheric Propagation Time and Surgical Outcome

Kwang-Duk Kim, M.D., Yong-Won Cho, M.D., Bong-Gu Kang, M.D., Jong-Hwon Choi, M.D., Sung-Il Sohn, M.D., Doo-Kyo Jung, M.D., Hyung Lee, M.D., Jeong-Geun Lim, M.D., Sang-Doe Yi, M.D.

Department of Neurology, Keimyung University, School of Medicine

Background : We evaluated whether the time required for a seizure to spread contralaterally, interhemispheric propagation time (IHSPT) could be related to post-surgical outcome in temporal lobectomy. **Methods** : We performed a retrospective study of 28 patients. All patients had previously undergone a phase I presurgical evaluation including MRI and video-EEG monitoring with scalp and sphenoidal electrodes, which strongly suggested the diagnosis of mesial temporal lobe epilepsy, but proved inadequate to lateralize the epileptogenic zone. All patients performed the video-EEG monitoring with bilateral subdural strip electrodes on their basal and mesial temporal area and unilateral temporal lobectomy with a minimum of 1-year follow up postoperatively. IHSPT was divided into two categories, 0~5.0 seconds, 5.1 seconds or longer. **Results** : Sixteen patients (57.1%) were seizure free and 12 suffered persistent seizures. A prolonged IHSPT (> 5.0sec) significantly correlated with a favorable surgical outcome (P = 0.05). Hippocampal atrophy on MRI significantly correlated with prolonged IHSPT (P < 0.05). **Conclusions** : Our result suggests that hippocampal atrophy on MRI and IHSPT can predict the surgical outcome and may be used as the selection criteria of temporal lobectomy for patients with intractable temporal lobe epilepsy.

J Korean Neurol Assoc 20(5):497~503, 2002

Key Words : IHSPT, Surgical outcome, Temporal lobe epilepsy

서 론

지난 20년 동안 난치성 간질에 대한 수술적 요법이 널리 적용되기 시작하여 이 분야에서 기술 및 개념의 진보가 지속적으로 이루어져 왔다. 이러한 최근의 기술적인 진보에 힘입어 과거보다 비교적 덜 침습적이거나 비침습적인 방법으로도 간질 병소를 확인할 수 있게 되었으나, 측두엽간질 환자에서 양측성 해마 위축이 의심되거나 정위(localization) 및 측위(lateralization)가 불명확한 경우에는 침습적인 방법으로 두개내 뇌파(intracranial ictal electroencephalography: EEG)를 분석하는 것이 일반적이다.[1-5]

수술에 관련된 예후인자로는 성별,[6] 간질의 발병 연령,[6] 수술 시 연령,[6] 간질 유병기간,[6] 산전 혹은 주산기 원인에 의한 신경 조직의 손상이나 정신지체의 동반 여부,[7] 열성경련,[8] 뇌외상 및 감염 질환과 같은 과거력,[8] 발작의 형태 및 초기의 발작 빈도,[9] 치료전의 긴장성 간대성 발작의 빈도,[10] 간질중첩증의 과거력,[10] 간질의 가족력,[11] 신경학적검사 소견,[11] 신경심리학적 소견,[11] 발작간 및 발작기 뇌파 소견,[12] 신경방사선학적 소견[12] 등이 있다. 이 중 뇌파검사의 반구간 전파 시간(interhemispheric propagation time: IHSPT)과 예후에 관한 연구는 대부분 심부전극(depth

Manuscript received March 28, 2002.
Accepted in final form July 18, 2002.
* Address for correspondence
Kwang-Duk Kim, M.D.
Department of Neurology, Keimyung University, School of Medicine,
194 Dongsan-dong, Daegu, 700-712, Korea
Tel : +82-53-250-7340 Fax : +82-53-250-7840
E-mail : neurokwang@dreamwiz.com

electrode)에 의한 것들인데, IHSPT가 짧은 경우는 수술 후 예후가 좋지 않은 것으로 알려져 있다.[13] 한편 심부전극은 입체정위적 방법으로 두개강 내 뇌심부에 전극을 삽입하고 뇌 내에서 직접 간질 발작파를 기록하여 간질 병소를 확인하는 입체 뇌파 기록(stereoencephalography)방법으로 간질 발생 부위의 확인에 있어서 가장 신빙성있는 방법으로 인식되어 왔으나, 뇌조직 손상의 위험성과 함께 심부전극이 탐색할 수 있는 범위가 비교적 좁기 때문에 표집오차(sampling error)가 발생할 단점이 있으므로 제한적으로 이용되어 왔다.[14]

최근에는 뇌의 입체적인 모양에 적합하게 접지할수 있는 경막하 판전극(subdural grid)과 경막하 선형전극(subdural strip)의 개발로 제1상(phase I)검사에서 간질 기시부가 불명확한 환자들을 대상으로 경막하전극술이 이용되고 있지만, 이에 의한 IHSPT와 수술 후 예후와의 연관성에 관한 보고는 드물었다.

본 연구에서는 난치성 간질 환자의 제1상 수술전 평가에서 발작 기시부가 확실히 편측화 되지 않은 환자에서 제2상(phase II) 수술 전 평가로서 양측 측두엽에 경막하 전극을 삽입하여 검사한 후 측두엽절제술을 받은 환자를 대상으로 발작파의 IHSPT와 수술 후 예후와의 연관성을 알아보고 심부전극술에 의한 연구 결과와 비교해 보았다.

대상과 방법

1. 대상

계명대학교 동산의료원 간질센터에서 난치성 간질로 수술받은 환자들 중 수술 전 검사로 양측 경막하 전극을 삽입하여 비디오-뇌파검사를 하였고, 편측 측두엽절제술을 받은 후 최소한 1년 이상 정기적인 외래 진료를 받은 환자 28명을 대상으로 하였다. MRI에서 해마 위축 이 외에 종양, 혈관기형, 기생충, 신경이형증, 출혈성이나 허혈성 병변 등의 구조적인 병변을 보이는 환자는 제외하였다.

대상군은 남자가 20명, 여자가 8명이었고, 좌측 측두엽간질이 14명, 우측 측두엽간질이 14명이었다. 간질 발병의 평균 연령은 15.7±7.5세로, 2세에서 44세 사이였다. 발병 후부터 측두엽절제술을 받기까지 평균 유병 기간은 13.3년이었다. 발병 전 열성경련의 기왕력이 있었던 환자는 5명(17.9%)이었고, 중추신경계 감염이 있었던 경우는 3명(10.7%), 뇌염 1명, 결핵성 뇌막염이 1명, 바이러스성 뇌막염 1명이었으며, 의식소실이 동반되지 않은 가벼운 두부 외상의 병력이 있었던 환자는 2명(7.1%)이었다. 수술 후 절제된 조직의 병리검사 소견은 각각 해마 경화 21명(75.0%), 측두엽 피질변성 2명(7.1%), 정상 5명(17.9%)이었다(Table 1).

2. 방법

28명 모두 본 간질센터의 간질 환자 등록프로그램에 따라 자세한 병력 청취와 신경학적검사, 고해상도 MRI 및 접형전극을 포함한 두피전극을 이용한 비디오-뇌파검사, 신경심리검사를 하였다. 이러한 제1상 수술 전 검사(phase I presurgical evaluation)에서 내측두엽간질이 강하게 의심되지만, 분명한 편측화가 힘든 경우는 제2상 검사로 양측에 경막하 전극을 삽입하여 비디오-뇌파검사를 다시 하였다. 제2상 검사 후 발작 기시부 결정은 반복적인 발작에서 시작 뇌파가 일률적으로 내측 측두엽에 위치한 경막하 선형전극에 국소적으로 나타나는 경우로 하였다.

경막하 선형전극은 미국의 Ad-Tech 회사의 제품으로 네 개의 접촉 전극이 있는 6 cm 길이의 전극으로 내측 측두엽으로 한 개(1x4), 외측 측두엽으로 한 개(1x4)씩 좌, 우 측두엽에 대칭으로 삽입하였다. 내측 측두엽으로 향하여 넣은 것은 귀 앞쪽, 관골(zygoma)위쪽의 천두공(burr hole)을 통하여 전극을 앞쪽 측두엽 기저부를 향하여 삽입하여 가장 안쪽의 접촉전극이 부해마회(parahippocampal gyrus)에 접촉하고 나머지 접촉전극들을 측두엽 기저부에 접촉할 수 있게 위치시켰고, 외측 측두엽(lateral temporal)으로 넣은 것은 측두엽 끝(tip)에서 시작하여 중측두회(middle temporal gyrus)를 따라 후방으로 위치하게 하였다(Fig. 1). 시술 후 두개 단순 X-ray나 CT로 전극의 위치를 확인하였다.

비디오-뇌파검사는 Telefactor 회사의 Beehive 32 또는 64 channel 비디오-뇌파감시장치를 사용하였다. 판독은 2명의 신경과 의사가 각각 발작기 뇌파를 분석하였으며, 의견이 일치하지 않는 경우는 토의를 하여 결정하였다. 뇌파의 필터(filter)는 저빈도 필터 0.3 Hz, 고빈도 필터 70 Hz로 하였으며, 민감도는 50 μv/mm로 하였다.

IHSPT는 한 환자 당 2회 이상의 발작을 검사하여 뇌파상에서 한쪽 내측두엽 또는 기저부 측두엽에서 시작된 발작파가 반대편 측두엽으로 전파되는 시간을 0.1초 단위로 측정하여 그 평균값을 구하였는데, 발작 시작 뇌파의 정의는 20 Hz 이상의 낮고 빠른 파형을 저전압 속파(low voltage fast), 5-20 Hz의 지속적이면서 현저한 극파나 예파(recruiting ictal onset spike or sharp waves), 그

Table 1. Characteristics of patients

Parameters	Number of patients (%)
Side of temporal lobectomy	
right	14(50.0%)
left	14(50.0%)
Sex	
male	20(71.4%)
female	8(28.6%)
Age(years)	
age of onset at epilepsy (mean±SD)	15.7±7.5
age at temporal lobectomy (mean±SD)	29.0±9.6
Past history	
febrile convulsion	5(17.9%)
CNS infection	3(10.7%)
head trauma	2(7.1%)
Pathologic findings	
hippocampal sclerosis	21(75.5%)
norma	5(17.9%)
cortical dysplasia	2(7.1%)

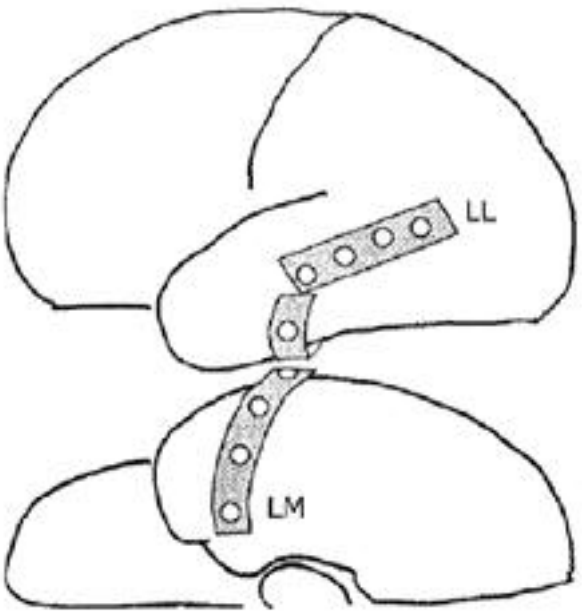

Figure 1. Subdural strip electrodes. LL; left lateral temporal subdural electrode, LM; left medial temporal subdural electrode.

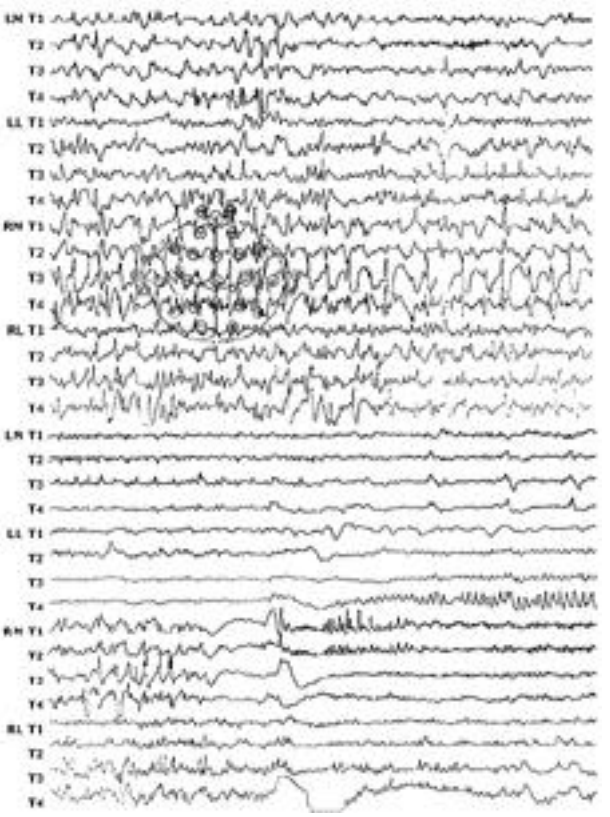

Figure 2. Example of interhemispheric propagation. Seizure onset is characterized by low voltage fast (LVF) activity in the left mesial temporal lobe (LMT_2 electrode). Ictal onset spreads to the right mesial temporal lobe (RMT_1, RMT_2 electrode).

리고 뚜렷한 서파가 나타나면서 예파나 극파가 없는 경우(sinusoidal slow rhythm in the alpha to delta range)로 정의하였다(Fig. 2).[15]

대상군을 IHSPT가 5.0초 이하, 5.1초 이상인 군으로 분류하였고, 조직검사상 해마 경화(hippocampal sclerosis)의 유무와 MRI상 해마 위축(hippocampal atrophy)의 유무에 따라 분류하여 수술 후 예후를 비교하였다. 해마 경화는 조직검사상 50% 이상의 세포수 감소(neuronal loss)로 정의하였고, 피질 이형성증은 Mischel 등[16]이 정한 분류에 따랐다. MRI상 해마 위축은 두 명 이상의 신경과 및 신경방사선과 전문의가 독립적으로 T2 경사 관상면 영상(oblique-coronal veiw)을 기준으로 양측의 해마 용적을 시각적으로 비교하여 결정하였고, 의견이 일치하지 않는 경우는 토의를 하여 결정하였다. 수술 예후에 대한 판정은 외래 추적 검사상 약물 복용의 유무나 용량에 관계없이 수술 후 1년 동안의 발작 빈도를 조사하여 Engel의 분류[17]에 따라 발작이 소실된 군(Engel's class I; group A)과 발작이 지속되는 군(Engel's class II-IV; group B)으로 구분하였다.

통계 처리는 SPSS 10.0 version을 사용하여 chi-square test 중 Fisher's exact test를 이용하였고, 95% 신뢰 구간에서 통계적 유의성 여부를 검증하였다.

결 과

수술 결과 group A는 16예(57.1%), group B는 12예(42.9%)였다. Group B 중에서 Engel's class II는 5예, class III이 3예였으며, class IV는 4예였다.

수술 예후는 IHSPT가 5.1초 이상의 군에서 좋았다(P=0.05)(Table2).

Table 2. Relationship between surgical outcome and IHSPT

Surgical outcome	IHSPT (sec)	
	≤ 5.0	> 5.0
Group A (n=16)	3 (18.7%)	13 (81.3%)
Group B (n=12)	7 (58.3%)	5 (41.7%)

P=0.05, Statistical test was done by chi-square test
IHSPT; interhemispheric propagation time,
Group A; Engel's class I, Group B; Engel's class II-IV

MRI상 해마 위축이 있는 군에서 IHSPT가 길었다(P < 0.05)(Table 3).

조직검사상 해마 경화가 있는 군에서 IHSPT가 좀더 긴 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다(Fig. 3).

조직검사상 해마 경화와 MRI상 해마 위축이 있는 경우가 수술 후 예후가 좋은 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다(Table 4).

조직검사상 해마 경화를 보인 21명과 MRI상 해마 위축을 보인 15명에서 IHSPT와 수술 예후와의 관계를 분석한 결과, IHSPT가 긴 군과 해마 위축을 보인 군에서 예후가 좋은 경향을 보였으나 환자수가 적어 통계적 분석을 할 수 없었다(Table 5).

Table 3. Relationship between HA on MRI findings and IHSPT

MRI findings	IHSPT (sec)	
	≤ 5.0	> 5.0
HA	2	13
NHA	8	5

P=0.01, Statistical test was done by chi-square test. HA ; hippocampal atrophy, NHA ; nonhippocampal atrophy, IHSPT ; interhemispheric propagation time

Table 4. Surgical outcome of HS on pathologic findings and HA on MRI findings

	Surgical outcome	
	Group A	Group B
Pathologic findings		
HS	14	7
NHS	2	5
MRI findings		
HA	10	5
NHA	6	7

P > 0.05, Statistical test was done by chi-square test.
Group A; Engel's class I, Group B; Engel's class II-IV,
HS; hippocampal sclerosis, NHS ; nonhippocampal sclerosis,
HA; hippocampal atrophy, NHA ; nonhippocampal atrophy

Table 5. Relationship between IHSPT and surgical outcome in HS on pathologic findings and HA on MRI findings

	Surgical outcome	
	Group A	Group B
HS on pathologic findings		
IHSPT ≤ 5.0	1	4
HSPT > 5.01	3	3
HA on MRI findings		
IHSPT ≤ 5.0	2	1
IHSPT > 5.0	8	4

IHSPT; interhemispheric propagation time, Group A ; Engel's class I, Group B; Engel's class II-IV, HS; hippocampal sclerosis, HA; hippocampal atrophy

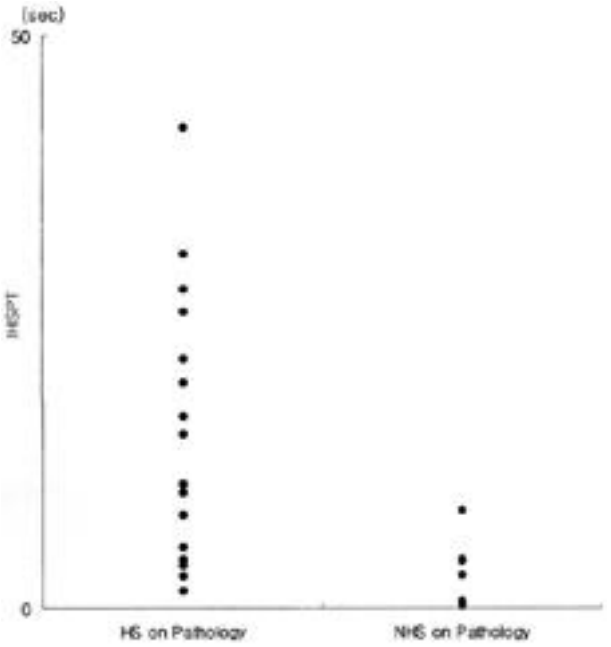

Figure 3. Relationship between HS on patholgic findings and IHSPT. the group of HS on pathology has a tendency to longer IHSPT but, has not a statistical significance,
HS; hippocampal sclerosis, NHS; nonhippocampal sclerosis, IHSPT; lnterhemispheric propagation time.

고 찰

측두엽간질 환자에서 수술 예후와 관련된 인자는 여러가지가 있다. 간질성 병변(epileptogenic focus)에 관하여 한 개의 간질성 병변을 지닌 환자는 국소적 절제술(focal resection)로 간질 완해가 이루어지는 반면, 전반적 미만성 뇌손상에 의한 Lennox-Gastaut형의 증상적 전신 발작인 경우에는 국소적 절제술이 도움이 되지 않는다.[18] 간질수술 가운데 비측두엽절제술보다 측두엽절제술이 예후가 좋고,[19] 내측두엽경화, 종양, 혈관기형, 뇌피질변성 등의 뚜렷한 병변이 있는 경우가 간질 완해가 좋은것으로 되어있다.[18] 병변의 위치와 조직병리학적 소견도 중요한 예후인자인데 혈관기형의 위치가 측두엽, 전두엽, 두정엽에 있는 경우, 내측두엽경화, 전두엽 뇌연화증(encephalomalacia), 저분화종양(low grade tumor)은 좋은 예후를 보이는 반면,[20-23] 혈관기형이 후두엽과 롤란드 도랑(rolandic sulcus)에 있는 경우[24]및 피질 이형증(cortical dysplasia)은 예후가 좋지 않다.[25] 뇌영상상 병변이 보이는 경우, 뇌파상 발작파가 보이는 부분과 절제 부위사이에 연관성이 있는 경우가 양호한 예후를 보였다.[14] 비병변성 외측두엽간질에서는 국소적 절제술에 의한 예후가 좋지 않으며,[26] 수술 후 1주 내에 유발되는 발작은 재발률과 연관성이 있는 것으로 보고하였다.[27]

측두엽 종양에서는 종양 자체만 제거하는 것보다는 종양과 내측두엽을 함께 제거하는 것이 예후가 더 좋은 것으로 보고되었다.[23] 피질 이형증이 해마 경화와 동시에 존재하는 이중 병소(dual pathology)가 있는 경우는 예후가 좋지 않은데, 이는 신경이주이상증(neuronal migration disorder), 뇌공동낭종(poren-cephal-ic cyst), 반응성 신경교종(reactive gliosis)과 잘 동반되기 때문으로 보고하였다.[28]

두개 내 뇌파상 좋은 예후는 발작 시작 뇌파의 빈도(frequency)가 13 Hz 이상이거나,[29] IHSPT가 길거나,13 초점성 시작(focal onset)을 보이는 경우[30]로 알려져 있다. 본 연구에서도 초점성 시작인 경우가 비교적 예후가 좋은

경향을 보였다. 발작 시작파의 양상과 예후와의 연관성에서는 몇몇 대상 환자에서 분석하여 보았으나 차이가 없어 보였고, 향후 증례를 추가하여 분석해 볼 필요가 있다고 생각하였다.

측두엽간질 환자에서 IHSPT와 수술 예후와의 관련성에 관한 이전의 연구들은 대부분 심부 전극을 통하여 이루어졌다. 심부전극은 뇌심부 조직에 직접적으로 삽입되어 매우 정확히 간질 발작 시작 부위를 확인할 수 있으며, 특히 두피전극이나 접형전극보다 발작시 뇌파를 20-30초 빨리 확인하며, 전조보다 앞서 또는 전조와 동시에 발작파를 확인할 수 있는 장점이 있다. 그러나 심부전극은 뇌조직의 매우 적은 부위의 전기생리적 변화만을 표집하므로, 표집 오차를 일으킬 수 있으며 뇌조직을 직접 손상시킬 가능성과 뇌내 출혈의 위험성이 있다는 단점이 있었다.

경막하 전극의 경우 비록 전극이 움직이는 단점이 있고 경막하 출혈, 뇌압의 상승 또는 장기간의 삽입으로 인하여 감염의 위험성은 있지만, 심부전극에 비해 비교적 덜 침습적이여서 최근에는 많이 사용하고 있다.[6,31,32] 그러나 수술 예후 판정에 있어서 경막하 전극에 의한 IHSPT와 수술 예후와의 연관성에 대한 연구나 두 시술 사이에서의 IHSPT의 비교 연구는 지금까지 드물었다.

Lieb 등[33]은 심부전극을 통한 연구에서 한쪽 해마에서 반대편 반구로 간질파가 전파됨에 있어 IHSPT가 0.5초 이하일 때는 수술 예후가 불량한 것으로 보고한 바 있고, Jeffrey 등[34]은 IHSPT가 5초 이하의 군에서는 50초 이상의 긴 IHSPT를 보이는 경우보다 그 수술 예후가 불량한 것으로 보고하였다.

이는 영장류에서는 해부학적으로 양쪽 해마 사이를 서로 연결하는 신경 전달 섬유들이 하등 동물에 비하여 발달이 잘 되어있지 않기 때문에 반대편으로 전파되는 경로는 병변측의 측두엽에서 기시한 간질파가 먼저 동측의 신피질로 전파되고 이후 뇌량(corpus callosum)을 통하여 병변의 반대편으로 전파되는 경로를 취한다고 한다.[35] 그러므로, 건강한 반대편 해마로 발작파가 전달될 때까지는 비교적 긴 시간이 소요될 것으로 추측된다.[7]

따라서 긴 IHSPT는 내측 측두엽간질에만 해당되는 특징적인 소견으로서 한쪽 해마에서 시작되는 발작파의 특성에 의하며, 이런 현상은 해마 경화와 밀접히 연관성이 있을 것으로 생각하였고 비측두엽간질 발작파에서는 잘 볼 수 없는 소견이라고 하였다.[36]

이에 반해 짧은 IHSPT가 수술 예후가 나쁜 이유는 간질 시작 병변의 위치가 해마 또는 편도체가 아니라, 측두엽절제술로 제거되지 않는 신피질 부위에 존재하기 때문이다. 여기서 기시되는 발작파는 원심성 경로를 통하여 동측의 해마로 전파됨과 동시에 또한 직접적으로 뇌량을 통하여 반대편으로 전파될 수 있는 가능성과 반대편 해마에 이미 기존의 병리가 존재함으로써 반대편으로부터 전파되어 오는 간질파를 병변측이 용이하게 받아들임으로써 짧은 IHSPT를 유발할 수 있기 때문인 것으로 추측된다.[35]

본 연구에서는 IHSPT가 긴데도 예후가 좋지 않은 경우가 2명이었는데, 이는 해마 경화가 측두엽에 피질 변성이 있던 환자로 신피질 측두엽간질 환자로 진단하였고, 병변 부위를 모두 제거하지 못했기 때문으로 평가하였다.

Cascino 등[36]은 30명의 난치성 측두엽간질 환자를 대상으로 심부전극을 이용한 검사에서 긴 IHSPT를 보이는 경우와 MRI상 해마 위축 소견이 뚜렷하게 관찰되는 경우가 일치하며 그 수술 예후가 양호하다고 보고 하였다. 본 연구에서도 MRI상 해마 위축이 있는 군이 없는 군보다 통계적 유의성은 없으나 수술 예후가 좋은 경향을 보였다.

뇌 MRI는 측두엽간질의 수술 전 검사에 매우 유용한 의의를 가지며 특히 해마 위축의 진단에 매우 높은 특이도와 민감도를 가지는 것으로 알려져있다.[37] 해마 경화는 내측두엽간질의 원발 부위에서 가장 흔히 발견되는 병리 소견이며,[38] MRI 소견의 하나인 해마 위축은 내측두엽간질의 진단과 치료에 매우 중요한 의의를 가진다.[39] 이에 비해 측두엽 자체의 위축 소견이 가지는 의의에 대해서는 자세히 연구된 바가 없었고, 몇몇 연구에서 내측두엽 간질 환자의 병변의 편위에 보조적 가치를 가지지만 해마 위축 만큼의 민감도에는 이르지 못하는 것으로 보고 되어있다.[40,41]

경막하 전극을 통한 IHSPT에 관한 연구는 매우 드물다. Weinand 등[40]은 89명의 측두엽간질 환자를 대상으로 경막하 전극술을 시행한 검사에서 IHSPT가 8초 미만일 경우에는 25.0%, 8초 이상이거나 한쪽에서만 간질파를 보이는 경우는 74.1%에서 수술 후 예후가 양호함을 보고하였다.

본 연구의 제1상 검사에서 분명한 간질 발생 부위가 확인되어 예후가 양호할 것으로 기대되는 환자들은 연구 대상에서 제외하였고, 간질 발생 부위의 확인이 분명하지 않아 제2상 검사를 할 수 밖에 없었던 환자들만 대상으로 하였기 때문에 환자 선택에 선택 편견(selection bias)이 있다고 볼 수 있으나, 경막하 전극에서 측정한 IHSPT가 길수록 예후가 좋았다(P=0.05). 그러나, 조직검사상 해마 경화 또는 MRI상 해마 위축이 있는 경우가 수술 예후가 좋다는 이전보고[42,43]를 토대로 할 때, IHSPT와 상관없이 해마 경화와 해마 위축 자체로도 예후가 좋을 것으로 기대할수도 있으나, 본 연구에서는 통계적 유의성은 없었고, 예후가 좋은 경향만을 보여, 해마 경화와 해마 위축보다는 IHSPT가 수술 예후와 좀더 연관성이 있는것으로 나타났다. 또한 해마 경화 21명과 해마 위축 15명 중에서는 IHSPT가 긴군에서 비교적 예후가 좋은 경향을 보였으나 환자수가 적어 통계적 분석을 할 수 없었다. MRI상 해마 위축 유무와 IHSPT와의 연관성에서는 해마 위축이 있는 경우에서 IHSPT가 긴 것으로 나타났다(P<0.05). 하지만, 조직검사상 해마 경화를 보인 환자에서는 IHSPT가 좀더 긴 경향을 보였으나, 통계적 유의성은 없었다.

결론적으로, MRI상 해마 위축이 있는 경우가 IHSPT가 길었고, 경막하 전극의 발작기 뇌파 소견에서 IHSPT가 긴 경우는 좋은 예후를 보였으나, MRI상 해마 위축이 있으면서 동시에 IHSPT가 긴 경우에는 예후가 좋은 경향을 보이긴 했으나, 환자수가 적어 통계적 분석을 할 수 없었다. 향후, 환자수를 추가하면 좀더 의미 있는 결과를 얻을 수 있

을 것으로 기대되며, 본 연구로 볼 때 MRI상에서 해마 위축이 있으면서, 경막하 전극의 발작기 뇌파 소견에서 IHSPT가 긴 경우는 수술 후 좋은 예후를 예측할 수 있는 지표가 될 수 있을것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Spencer SS, Sperling MR, Shewmon DA. Intracranial electrodes. In : Engel J Jr, Pedley TA. *Epilepsy: A com - prehensive textbook.* Philadelpia: Lippincott-Raven, 1997;1719-1747.
2. Spencer SS, So NK, Engel J, Williamson PD, Levesque MF, Spencer DD. Depth electrodes. In: Engel J Jr. *Surgical treatment of epilepsies.* 2nd ed. New York: Raven press, 1993;359-376.
3. Sperling MR. Clinical challenges in invasive monitoring in epilepsy surgery. *Epilepsia* 1997;38(Suppl. 4):S6-12.
4. Engel J Jr, Crandall PH. Intensive neurodiagnostic monitoring with intracranial electrodes. In : Gumnit RJ. *Advances in neurology.* Vol. 46. New York: Raven Press, 1986;85-106.
5. Gloor P. Preoperative elec-troen-cephalo-graph-ic investigation in temporal lobe epilepsy: extracranial and intracranial recordings. *Can J Neurol Sci* 1991;18(suppl. 4):554-558.
6. Annegers JF, Hquser WA, Elveback LR. Remission of seizures and relapse in patients with epilepsy. *Epilepsia* 1979;20:729-737.
7. Okuma T, Kumashiro H. Natural history and prognosis of epilepsy: report of a multi-institutional study in japan. *Epilepsia* 1981;22:35-53.
8. Broson LO, Wranne L. Long-term prognosis of childhood epilepsy: survival and seizure prognosis. *Epilepsia* 1987;28:324-330.
9. Elwes RD, Johnson AL, Shorveon SD, Reynolds EH. The prognosis for seizure control in newly diagnosed epilepsy. *N Engl J Med* 1984;311:944-947.
10. Sillanpaa M. Remission of seizures and predictors of intractablility in long-term follow-up. *Epilepsia* 1993; 34:930-936.
11. Reynolds EH. Early treatment and prognosis of epilepsy. *Epilepsia* 1987;28:97-106.
12. Armon C, Radtke RA, Friedman AH, Dawson DV. Predictors of outcome of epilepsy surgery: multivariate analysis with validation. *Epilepsia* 1996;37:814-821.
13. Jung WY, Pacia SV, Devinsky R. Neocortical temporal lobe epilepsy: intracranial EEG features and surgical outcome. *J Clin Neurophysiol* 1999;16:419-425.
14. Sperling MR, O 'Connor MJ. Comparison of depth and subdural electrodes in recording temporal lobe seizures. *Neurology* 1989;39:1497-1504.
15. Lee SA, Spencer DD, Spencer SS. Intracranial EEG seizure-onset patterns in neocortical epilepsy. *Epilepsia* 2000;41:297-307.
16. Mischel PS, Nguyen LP, Vinters HV. Cerebral cortical dysplasia associated with pediatric epilepsy: Review of neuropathologic features and proposal for a grading system. *J Neuropathol Exp Neurol* 1995;54:137-153.
17. Engel J Jr, Van Ness PC, Rasmussen TB, Ojemann LM. Outcome with respect to epileptic seizures. In: Engel J Jr. *Surgical treatment of the epilepsies.* New York: Raven Press. 1993;609-621.
18. Cascino GD, Trenerry MR, Jack CR Jr, Dodick D, Sharbrough FW, So EL, et al. Electrocorticography and temporal lobe epilepsy: relationship to quantitative MRI and operative outcome. *Epilepsia* 1995;36:692-696.
19. Berg AT, Walczak T, Hirsch LJ, Spencer SS. Multivariable prediction of seizure outcome one year after resective epilepsy surgery: development of a model with independent validation. *Epilepsy Res* 1998;29:185-194.
20. Berkovic SF, McIntosh AM, Kalnins RM, Jackson GD, Fabinyi GC, Brazenor GA, et al. Preoperative MRI predicts outcome of temporal lobectomy: an actuarial analysis. *Neurology* 1995;45:1358-1363.
21. Dodick DW, Cascino GD, Meyer FB. Vascular malformations and intractable eilepsy: outcome after surgical treatment. *Mayo Clin Proc* 1994;69:741-745.
22. Kazemi NJ, So EL, Mosewich RK, O 'Brien TJ, Cascino GD, Trenerry MR, et al. Resection of frontal encephalomalacias for intractable epilepsy: outcome and prognostic factors. *Epilepsia* 1997;38:670-677.
23. Jooma R, Yeh HS, Privitera MD, Gartner M. Lesionectomy versus electrophysiologically guided resection for temporal lobe tumors manifestating with complex partial seizures. *J Neurosurg* 1995;83:231-236.
24. Dodrill CB. Neuropsychology of epilepsy. In: Filskov SB, Boll T. *Handbook of clinical neuropsychology.* New York: Wiley-Interscience. 1981:366-395.
25. Aykut-Bingol C, Bronen RA, Kim JH, Spencer DD, Spencer SS. Surgical outcome in occipital lobe epilepsy: Implications for pathophysiology. *Ann Neurol* 1998;44:60-69.
26. Wyllie E, Comair YG, Kotagal P, Bulacio J, Bingaman W, Ruggieri P. Seizure outcome after epilepsy surgery in children and adolescents. *Ann Neurol* 1998;44:740-748.
27. Luders H, Murphy D, Awad I, Wyllie E, Dinner DS, Morris HH 3rd, et al. Quantitative analysis of seizure frequency 1 week and 6, 12 and 24 months after surgery of epilepsy. *Epilepsia* 1994;35:1174-1178.
28. Cascino GD, Jack CR Jr, Parisi JE, Sharbrough FW, Schreiber CP, Kelly PJ, et al. Operative strategy in patients with MRI: identified dual pathology and temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Res* 1993;14:175-182.
29. Kutsy RL, Farrell DF, Ojemann GA. Ictal patterns of neocortical seizures monitored with intracranial electrodes: correlation with surgical outcome. *Epilepsia* 1999;40:257-266.
30. Spencer SS, Spencer DD, Williamson PD, Mattson R. Combined depth and subdural electrode investigation in uncontrolled epilepsy. *Neurology* 1990;40:74-79.
31. So NK. Depth electrode studies in mesial temporal epilep-

sy. In: Luders H. *Epileptic surgery*. New York: Raven Press, 1992:371-384.
32. King D, Spencer S. Invasive electroencephalography in mesial temporal lobe epilepsy. *J Clin Neurophysiol* 1995; 12:32-45.
33. Lieb JP, Engel J Jr, Gevins A, Crandall PH. Surface and deep EEG correlates of surgical outcome in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1981;22:515-538.
34. Jeffrey P, Lieb JP, Engel J, Babb TL. Interhemispheric propagation time of human hippocampal seizures I. Relationship to surgical outcome. *Epilepsia* 1986;27:286-293.
35. Lieb JP, Babb TL. Interhemispheric propagation time of human hippocampal seizures: II. Relationship to pathology and cell density. *Epilepsia* 1986;27:295-300.
36. Cascino GD, Trenerry MR, Sharbrough FW, So FL, Marsh WR, Strelow DC. Depth electrode studies in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1995;36:230-235.
37. Jackson GD, Berkovic BS, Duncan JS, Connelly A. Optimizing the diagnosis of hippocampal sclerosis using MR imaging. *Am J Neuroradiol* 1993;14:753-762.
38. Jack CR Jr, Twomey CK, Zinsmeister AR, Sharbrough FW, Petersen RC, Cascino GD. Anterior temporal lobes and hippocampal formations: normative volumetric measurement from MR imaging in young adults. *Radiology* 1989;172:549-554.
39. Nam BK, Kang JK, Hwang YM. Correlation of ictal scalp/sphenoidal EEG patterns and MRI findings with surgical outcome in temporal lobe epilepsy. *J Korean Neurol Assoc* 1996;14:142-149.
40. Weinand ME, Wyler AR, Richey ET, Phillips BB, Somes GW. Long-term ictal monitoring with subdural strip electrodes. *J Neurosurg* 1992;77:20-28.
41. Rosene DL, Van Hosen GW. Commisural connections to the hippocampal formation in the rhesus monkey. *Neurosci abstract* 1981;7:257.
42. Nakasato N, Levesque MF, Babb TL. Seizure outcome following standard temporal lobectomy: correlation with hippocampal neuron loss and extrahippocampal pathology. *J Neurosurg* 1992;77:194-200.
43. Jack CR Jr, Sharbrough FW, Cascino GD, Hirschorn KA, O'Brien PC, Marsh WR. Magnetic resonance image-based hippocampal volumetry: correlation with outcome after temporal lobectomy. *Ann Neurol* 1992;31:138-146.