J Korean Epilep Soc 1(1) : 92-98, 1997

# 간질수술과 기능적 지도화를 위한 경막하전극삽입술의 유용성과 문제점*

# Subdural Electrodes : Usefulness and Problems in Epilepsy Surgery and Functional Mapping

홍승철[1] · 이상구[1] · 홍승봉[2] · 서대원[2] · 이문향[3] · 김종현[1]

Seung-Chyul Hong, M.D.[1], Sang Koo Lee, M.D.[1], Seung Bong Hong, M.D.[2], Dae Won Seo, M.D.[2], Moon Hyang Lee, M.D.[3], Jong Hyun Kim, M.D.[1]

**ABSTRACT**

Subdural grids or strips are useful for seizure localization and functional mapping, but are not used easily due to invasiveness. If properly used, subdural electrodes can provide much information about seizure localization and brain function without significant risk. During the last two and 3/4 years, 61 patients were operated upon for subdural electrode insertion and monitored for EEG recording and functional mapping. Five cases presented with rare seizures with glial tumors in the functionally eloquent areas. Other 56 cases were intractable epilepsy patients requiring accurate seizure focus localization and resection. Twenty-eight cases were temporal lobe epilepsy patients ; 23 patients with suspected neocortical temporal lobe epilepsy and 5 with bitemporal subdural strips for lateralization. Eleven cases of frontal lobe epilepsy, 5 cases of central sulcus region epilepsy, 2 cases of occipital lobe epilepsy, and 10 cases of multifocal epilepsy patients are includeded. We preferred extensive coverage for more accurate brain mapping. The mean duration of electrode insertion was 8.2 days (1-20 days). Fifty-eight patients (95.1%) went through successful resection procedures. Resection could not be performed in 3 cases due to involvement of eloquent area, poor localizatin of seizures, and brain swelling. Infection and transient third nerve palsy occurred in each two cases. One patient had epidural hematoma and another patient pulled out and displaced the electrode. There was no permanent neuropsychological problems. 89.1% of intractable epilepsy patients fared well and showed good seizure control (Engel Class I and II) during the mean follow up period of 16.2 months. If used carefully and properly, subdural electrodes are very useful for seizure localization and functional mapping without significant risk. Problems about repeated use of disposable electrode are discussed. (J Korean Epilep Soc 1 : 92-98, 1997)

KEY WORDS : Subdural electrode · Epilepsy surgery · EEG · Functional mapping · Complication.

## 서 론

간질은 전체 인구에서 차지하는 유병율이 높고,[1] 각환자에서 그 발생빈도가 잦아질수록 지적기능을 저하시키고 정신-사회적으로 많은 제한을 받도록 만들기 때문에 약물치료든 수술적 치료든 적절한 치료로써 발작증세를 억제시켜야 한다.

최근들어 난치성간질의 수술적 치료에 대한 관심이 고조되고 있는 이유는 Penfield 이후[2] 정립된 각종 간질과 대뇌의 기능적해부학에 대한 개념에, 괄목할 정도로 발달된 첨단과학에 의해 가능해진 비디오-컴퓨터 뇌파기술의 개발, 뇌전산화 단층촬영 (CT) 및 자기공명영상 (MRI) 기술의 향상, 뇌혈류나 뇌대사상태를 영상화하는 SPECT나 PET등을 이용하여 뚜렷한 구조적 병변이 없는 경우라도 간질이 발생하는 부위를 찾아내어서 그부위나 근처의 뇌기능의 손상 없이 절제해 내는 것이 가능하기 때문이다.

이른바 난치성 간질에서 수술적 치료를 고려함에 가장 핵심이 되는 목적은 간질발생부위를 정확하게 확인하여 기능적 손상이 없이 그부위를 절제해내는 것이다. 영상학적 검사에서 종양과 같은 구조적 병변이 발견되고 일반 뇌파검사

*본 연구는 성균관대학교 의과대학 임상의학연구비로 수행되었음.

[1]성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 신경외과, [2]신경과, [3]소아과
*Department of Neurosurgery[1], Neurology[2], Pediatrics[3], Sung Kyun Kwan University College of Medicine, Samsung Medical Center, Seoul Korea*
교신저자 : 홍승철, 135-710 강남구 일원동 50
TEL : (02) 3410-3493 · FAX : (02) 3410-0048

상에서 그병변 근처에서 간질이 시작되며 그부위나 근처가 기능적으로 중요하지 않으면 바로 그병변을 제거해낼 수 있음은 누구나 인정한다. 또 전형적인 내측두부경화증 (mesial temporal sclerosis)에 의한 측두엽간질은 임상증상이 현저하고, 뇌파검사소견상 한쪽 측두부에 국한되거나 특히 접형동 전극에서 간질뇌파가 나오는 것이 확인되고, MRI와 PET와 같은 영상학적 소견이 양성이며, 와다씨 검사와 신경심리검사상에서 동측의 내측두부, 즉 편도와 해마조직의 기능이 소실되거나 감소된 것이 확인되면 소위 표준적 측두엽절제술 (Standard temporal resection : anterior temporal lobectomy with amygdalohippocampectomy)을 바로 시술할 수 있고 수술 결과도 매우 우수한 것으로 알려져 있다.[3,4] 그러나 측두엽 이외의 다른 부위에서 발생하는 것같은 간질증상이 난치성이고, 영상학적으로 뚜렷한 병변이 관찰되지 않거나 관찰되더라도 뇌파소견과 일치하지 않거나 기능적으로 중요한 부위에 인접하여 있다면 단순한 수술적 절제가 용이하지 않고 주요기능을 보존하며 간질발생부위를 제거시켜야 하는 간질수술의 목적을 달성하기 어렵다. 또 측두엽간질에서도 내측두부경화증이 대부분이기는 하지만 일부에서는 측두엽의 신피질 (neocortex)에서 발생하는 경우가 있고, 내측두부경화증중 양측성이 의심되는 경우에서는 보통시행하는 측두엽절제술을 바로 시술할 수 없다. 이러한 경우에 소위 침습적 (invasive) 방법에 의한 두개강내 전극삽입을 통하여, 장기간에 걸쳐 발작간 (interictal) 또는 발작당시의 (ictal) 뇌파를 분석하여 간질의 발생과 전파되는 양상을 확인하고 동시에 전기적 자극을 통해 전극에 닿아있는 뇌표면에서의 기능적 지도화 (functional mapping) 과정을 통하여 기능을 보존하면서 간질발생부위를 절제할 수 있는 방법을 쓰는데, 그자체에 내포하고 있는 침습성과 고가의 설비 및 고도의 인력을 요하므로 모든 의료시설에서 보편화되어 있지 않다. 하지만 간질수술을 시술함에 있어 두개강내전극삽입은 불가피한 경우가 있게 마련이고, 이를 시술함에 있어 병원에 따라 또는 수술자에 따라 전극의 선택, 삽입하는 전극의 양, 그리고 전극으로 덮혀지는 뇌표면적이 다르게 시술되고 있다. 아직 어느 방법이 최선이라고 정립되지는 않았으나 본 성균관의대 삼성서울병원에서는 최근 약 2년 9개월간에 걸쳐 비교적 적극적인 방법으로 두개강내 전극삽입에 의한 간질수술을 시행하는 과정에서 간질발생부위를 정확하게 찾아내고 뇌기능을 정확하게 파악함에 있어 경막하 전극의 유용성, 안전성 및 문제점에 대해 연구를 수행하여 그 결과를 보고하고자 한다.

## 방 법

### 1. 연구대상

삼성서울병원에서 간질수술을 시작한 1994년 12월부터 1997년 8월 말까지, 간질수술 (56명) 또는 뇌종양절제 (5명)를 위해 언어나 운동기능에 대한 지도화가 필요했던 61명의 환자를 대상으로 하였다(Table 1). 참고로 같은 기간중 총 150예의 간질수술을 시행하였으며 개인적으로 뇌실질에 삽입하는 심부전극보다 경막하전극을 사용하는 것을 선호하였다. 56명의 간질환자중, 측두엽간질 환자 28명에서 경막하전극을 삽입하였는데, 외측 신피질의 측두부 간질이 의심되었던 23명, 양측성의 내측두엽간질이 의심되었던 5명이 있었다. 후자와같은 경우였던 5예에서는 양측에 정위적방법 (stereotactic method)으로 심부전극을 삽입하였었는데 이 5예는 본연구에서 제외하였다. 또 전자군에는 측두엽간질이 난치성이면서 MRI상에서 양성뇌종양 (모두 dysembryoplastic neuroepithelial tumor)이나 해면혈관종이 있었던 5예와 3예가 각각 포함되었다. 그리고 11예의 전두엽간질환자는 4예의 외측 전두엽 (lateral frontal lobe) 간질환자와 7예의 보조운동영역 (supplementary motor area) 간질환자로 구성되어 있고, 중심구 (central sulcus) 주변의 간질환자 5예와 후두엽간질환자 2예, 그리고 10예의 다발성 (multifocal) 간질환자를 대상으로 하였다.

뇌종양절제를 위해 기능적 지도화가 필요하였던 5예를 제

**Table 1.** Summary of 61 patients who had been operated upon to put the subdural electrodes

| Location | No. of Cases | |
|---|---|---|
| Temporal | | 28 |
| Neocortical | 15 | |
| Bilateral | 5 | |
| Benign tumor (DNT) | 5 | |
| Cavernous hemangioma | 3 | |
| Frontal | | 11 |
| SMA | 7 | |
| Lateral frontal | 4 | |
| Central Sulcus | | 5 |
| Occipital | | 2 |
| Multifocal | | 10 |
| Tumors with rare seizures | | 5 |
| Total | | 61 |

DNT : Dysembryoplastic neuroepithelial tumor
SMA : Supplementary motor area

외하고 모든 난치성 간질환자에서 먼저 간질에 대한 사전검사를 하였다. 즉 병력청취와 기본적인 혈액검사와 외래에서 할 수 있는 두피뇌파검사 (접형동전극포함, 32-channel의 4시간 지속검사), MRI, SPECT 및 PET소견상 부분간질 발작이 의심되는 환자들을 선별하여 간질집중감시실에서 (32-channel, Vanguard System, Cleveland, OH) 수일간 간질발작간 또는 간질발작중의 뇌파소견을 분석하여 임상증상과 영상학적 소견들을 참조하여 일차적인 간질발작의 발생부위를 추정하였다. 또 와다씨검사와 신경심리검사를 통해서 언어와 기억기능의 편측성 여부를 분석하고 각뇌엽의 기능을 분석하였다. 수술의 결정은 신경과, 소아신경과 및 신경외과의 간질치료전문의가 서로 토의하여 결정하였다.

### 2. 적용증

측두엽간질환자중 임상증상에서 전구증상이 없거나 비전형적이고, 또는 전형적인 정신운동성의 간질발작 (psychomotor seizure)을 보이지 않는 경우, 뇌파검사에서 한쪽내측두부로 국소화되는 소견이없고 외측두부나 주변 다른 뇌엽에서 발생하는 것이 의심될 경우, 그리고 영상학적 소견과 와다씨검사에서 일반적인 내측두엽간질의 소견이 부족할 경우에는 외측두부의 신뇌피질에서 발생하는 간질을 의심하여 경막하전극을 삽입하였다. 또 상기한 제반 소견상 양측성 측두엽간질이 의심될 경우에는 양측에 심부전극을 정위적으로 삽입하든지 양측에 띠형의 경막하전극을 삽입하였다. 나머지 측두엽외의 난치성 간질에서는 제반검사상 부분발작이 의심될 경우에 해당부위에 경막하전극을 삽입하였다. 부분발작이 의심되나 좌우가 불확실할 경우에는 양측 대뇌표면에 띠형 전극을 삽입하여 좌우를 결정한 뒤 의심되는 곳에 이차적으로 다시 새전극을 삽입하든지, 보다더 의심되는 쪽에 광범위하게 전극을 설치하고 반대쪽에 작은 개두술을 하여 띠형 전극을 몇개 삽입하는 방법을 사용하였다. 뇌종양이나 해면혈관종 환자중 장기간에 걸친 난치성 간질을 보이고 측두엽에 위치하여 내측두부간질과 유사한 양상을 보일 경우 내측두부구조물 (편도-해마)을 보존할 필요가 있을 경우에도 경막하전극을 삽입하였다. 이렇게 함으로써 두피뇌파검사를 통해 개략적으로 설정한 각 부위의 뇌표면으로부터 간질발생과 전파과정을 정확하게 파악하고 뇌자극을 통한 기능적 지도화를 함께 시행하여 간질발생부위를 기능적 손상없이 절제할 수 있는 범위를 설정하였다.

드문 간질을 보임으로써 발견된 뇌종양환자 5예에서 종양의 위치가 일차운동영역이나 언어영역에 인접한 경우에는 기능적 지도화를 목적으로 경막하전극을 삽입하여 검사를 하였다.

### 3. 수술기법

전극삽입을 위한 수술은 일반적인 개두술에 준하여 전신마취하에 시술하였다. 청결을 위해 두발전체를 삭발하고 간질발생이 의심되는 부위를 중심으로 비교적 크게 개두하였는데 이는 간질발생과 전파과정을 정확하게 확인하기 위해서 광범위한 전극삽입을 선호하였기 때문이다. 노출된 뇌표면뿐 아니라 주변 안 보이는 뇌표면까지 포함하기 위해 경막내면과 뇌표면사이에 있는 거미막줄기등을 미세수술기법으로 절단하고 정맥동으로 들어가는 표재성의 정맥이 눌리거나 손상되지 않도록 주의하였다. 보조운동영역의 간질이 의심되는 경우에는 전두엽의 내측표면과 대뇌겸사이, 즉 대뇌반구간 공간에 띠형전극을 앞에서 뒤쪽으로 1~2개를 평행하게 삽입하였는데 육안적으로 확인이 안 되므로 각별한 주의를 요하였다.[5] 경막하뇌표면에 전극을 삽입할 때에는 항생제를 혼합한 식염수를 많이 뿌리는데, 이는 뇌표면과 전극표면사이의 마찰을 줄이고 청결유지와 멸균을 위함이며 또 정맥혈의 출혈은 대개의 경우 냉각식염수를 반복해서 뿌림으로써 해결되었다. 충분한 양의 전극을 설치한 후 경막을 봉합하고 전극의 전선을 고정한 후 두피하에 가급적 길게 터널을 만들어 밖으로 빼내는데 이는 뇌척수액의 누출을 최소화하기 위함이었다.

이차수술, 즉 뇌파를 충분히 기록하고 뇌자극검사를 마친 뒤 전극을 제거하고 뇌조직을 절제할 때에는 전극을 재차 사용해야 했기 때문에 손상시키지 않도록 주의하였다. 장기간의 경막하전극 삽입후 두피하 및 경막외 공간, 그리고 경막하의 전극이 닿았던 곳에는 지저분한 조직이 관찰되는데 이차수술시에 이런 조직들을 채취하여 균배양검사를 예외없이 실시하였으며 수술시야에서 모두 제거하고 항생제가 혼합된 식염수로 충분히 세척하였다.

### 4. 전극삽입후 관리

수술후 1일은 중환자실에서 관찰하고 이틀째부터 간질집중감시실에서 뇌파를 지속적으로 기록하고 충분히 기록이 된 뒤에는 이차수술 직전 수일에 걸쳐서 뇌표면자극검사를 하여 기능적 지도화를 완결하였다. 수술 전날부터 예방적 항생제를 사용하였으며 삽입후 뇌부종을 예방하기 위해서 만니톨을 투여하였다. 매일 1~2회 이상 드레싱을 하여 최

대한 청결을 유지하였고 머리를 항상 심장보다 위에 두도록 하여 뇌척수액의 누출과 부종을 최소화하려고 노력하였다. 항생제는 특별한 감염징후가 없어도 이차수술후 2주간 사용하였다.

### 5. 전극관리

본원에서 사용하는 경막하전극은 주로 PMT사의 제품을 사용하였고 최근에는 Adtec사 제품을 혼용하여 사용하였다. 원래 일회용으로 상품화된 것이지만 고가이고 국내 의료보험체계상 4회까지 소독하여 반복사용하였다. 소독은 사용했던 전극을 깨끗이 세척한 뒤 각전극의 기능이 손상되지 않았음을 전기적으로 확인하고 ethylene oxide 가스로 24시간 소독하여 재사용하였다.

## 결 과

앞에서 언급한 바와 같이 1994년 12월부터 1997년 8월까지 61명의 환자를 대상으로 경막하전극을 삽입하여 간질수술 및 뇌종양절제를 위한 뇌파기록과 기능적 지도화를 수행하였다. 참고로 같은 기간동안에 본원에서 시행한 간질수술예는 150예였는데 40.7%에서 두개강내 전극을 삽입하였던 셈이다.

전극을 삽입하였던 기간은 1일에서 20일까지로 평균 8.2일간 삽입하였었다. 2주 이상 유지하였던 경우는 6예가 있었는데 4예는 전극삽입후 간질증상이 안 생겨 오래 유지하였었고 2예는 전극을 재배치하는 조작이 필요하였던 예들이었다. 1예는 끝까지 간질발생이 안되어 극파 (interictal spikes) 소견만으로 절제술을 하였다.

전극을 삽입하였던 목적은 앞에 기술한 바와 같이 Table 1에 나타내었다. 좌측 전두엽의 언어영역과 운동영역의 광범위한 부분을 침범하는 뇌교종 1예와 양측대뇌반구에서 다발성으로 광범위하게 간질이 발생하는 것으로 판명되었던 1예에서 목적하였던대로 뇌조직절제를 하지 못하였다. 좌측 전두부에 발생한 종양에 대해서 비교적 큰 8×8 격자형 전극을 삽입하였던 1예는 삽입후 뇌압상승증상을 보여 1일째에 전극을 제거하여야 하였다. 또 경막하농양으로 뇌압이 상승하여 전극삽입후 2일째에 전극을 제거해야 하였던 1예는 4주후 다시 우측 전두부 뇌표면을 노출시켜 피질뇌파 (electrocorticography)를 기록하면서 극파 (interictal spikes)를 확인하면서 간질발생부위를 절제해 낼 수 있었다. 또 나중에 언급하겠지만 여러차례 반복하여 전극을 사용할 경우 이차수술시에 전극이 닿아 있던 뇌표면에 지저분한 농같은 내용물이 관찰되는 경우가 많은데 초기에 이런 현상을 처음 경험하였던 측두엽간질 1예에서 이차수술시에 전극들만 제거하고 측두엽절제술을 2개월후에 시행하였다. 앞의 3예를 제외한 58예에서 (58/61=95.1%)에서 성공적으로 소기한 목적대로 절제술을 시행할 수 있었다.

2예에서는 일차 전극삽입후 뇌파소견상 전극을 더 삽입하거나 재배치할 목적으로 이차전극삽입을 하였다. 또 다발성의 간질발생부위를 보였던 2예에서는 한차례 전극삽입 및 뇌조직 절제후 간질증상이 지속되어 수개월후 전극삽입 및 절제술을 반복하여야 했다.

측두엽간질중 종양이나 해면혈관종과 같은 병변이 없이 외측 신피질의 간질이 의심되어 전극을 삽입하였던 15예중 4예는 내측두엽간질로 판명되었다. 측두엽의 양성종양이 있으면서 난치성간질을 보였던 5예중 3예는 뇌파검사와 와다씨검사결과를 고려하여 내측의 편도-해마구조물까지 제거하였으며 해면혈관종 3예도 같은 이유로 병변제거시에 내측구조물을 함께 제거하였다. 또 양측성 측두엽간질이 의심되어 양측에 띠형 경막하전극을 삽입하였던 5예는 모두 한쪽으로 편향되는 것이 확인되어 성공적으로 측두엽절제를 할 수 있었다. 전술한 바와 같이 본원에서는 간질의 발생과 전파에 대해서 보다 정확하게 평가하고 주변의 정상기능에 대해서 확인하기 위해 비교적 광범위하게 전극을 삽입하는 것을 선호하였는데 (Fig. 1), 검사결과에 따라 정상기능을 보존하는 한에서 간질의 발생부위 뿐 아니라 극파등에 민감한 부분 (irritable zone)까지 포함하여 절제를 광범위하게 하였다. 하지만 중심구 (central sulcus) 주변의 간질 5예에서는 모두 매우 국한된 절제를 하였으며 3예는 다발성 연막하절개술 (multiple subpial transection)을 동반하여 운동기능을 보존하는 데에 역점을 두었다.

수술후 현재까지 평균 16.2개월간 추적관찰하고 있는데 이들 환자의 간질치료성적은 Engel 분류[6] 상 Class I이 39예, Class II가 10예, Class III이 3예, 그리고 Class IV가 3예였다. 기능적 지도화를 목적으로 하였던 뇌종양 환자 5예와 양측의 다발성간질로 판명되어 절제를 할 수 없었던 1예를 제외한 55예의 환자를 기준으로 하여 백분율을 계산한 결과 각각 70.9%, 18.2%, 5.5% 및 5.5%였으며 Class I과 II를 합치면 89.1%였다. 부위별로 구분하여 간질치료성적을 분석한 결과, 중심구부근, 측두엽 및 전두엽의 보조운동영역

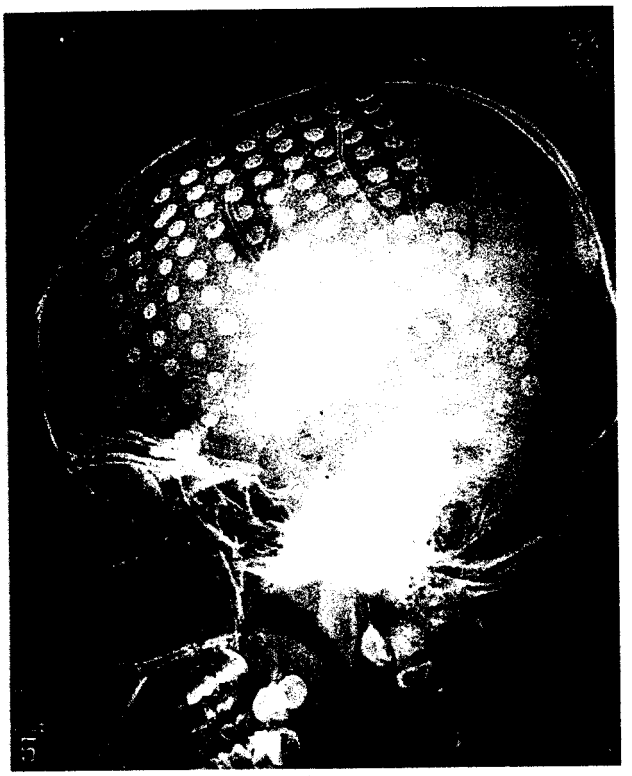

**Fig. 1.** A : Subdural electrodes covering widely the whole right hemisphere. Depth electrodes are inserted at the insular cortex.

**Table 2.** Outcome of seizure control after resective procedures in 56 patients who had been operated upon for intrctable epilepsy[6]

| Engel Class | Temporal | Frontal | | Central | Occiptal | Multifocal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SMA | Lateral | | | |
| Ⅰ | 23 | 5 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| Ⅱ | 5 | 2 | 1 | | | 2 |
| Ⅲ | | | 1 | | 1 | 1 |
| Ⅳ | | | 1 | | | 2 |

SMA : Supplementary motor area

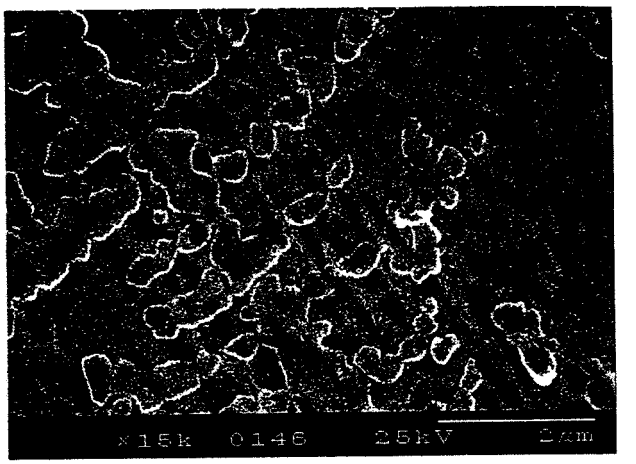


**Fig. 2.** Scanning electron microscopic finding showing streptococcal growth on the surface of subdural grid which had been used several times and sterilized by exposure to ethylene oxide(×15,000).

의 간질의 치료성적이 우수하였다 (Table 2).

앞에서 기술한 바와 같이 전극을 비교적 다량 삽입하였기 때문에 두피아래로 터널을 가급적 길게 통과시켜 전선을 밖으로 노출시키고 경막과 두피를 단단하게 봉합하였지만 어느정도의 뇌척수액 누출은 거의 모든 예에서 불가피하였다. 두명의 환자에서 일시적인 한쪽의 동안신경마비증상이 있었는데 1예는 이차전극제거 및 절제술 후 바로 회복되었으며 1예는이차수술후 약 4주간에 걸쳐서 느리지만 완전히 회복되었다. 또 2예에서 전극삽입후 뇌부종으로 인한 뇌압상승증상이 있어 전극을 제거하여야 했으며, 1예는 간질집중감시실에서 뇌파측정도중 괴로움을 견디지 못하여 전선을 잡아당겨 전극일부를 손상시키고 위치를 변화시켰는데 다행히 뇌손상이나 출혈은 없었다. 한 환자에서는 전극삽입을 위해 만들었던 개두부의 바깥쪽에 경막외혈종이 생겼었는데 이차수술시 동시에 혈종을 제거하였다. 두개전극삽입후 경막하 농양이 발생하여 전극을 제거하여야 했던 1예가 있었고 뇌조직 절제후 뇌농양이 생겼던 예가 1예 있었다. 이들 각각에서 *Enterococcus faecium*과 *Bacillus cereus*가 배양되었다. 이상 총 8예에서 (8/61=13.1%) 경막하전극삽입으로 인한 합병증이 있었는데 영구적인 장애나 후유증이 없이 해결되었다. 앞에서 언급한대로 부득이하게 일회용 전극을 여러차례 사용하였는데 이차수술시에 모든 예에서 전극주변에 형성된 염증성 조직을 채취하여 균배양검사를 한 결과 61명중 18명 (29.5%)에서 10종의 균이 동정되었다. *Staphylococcus epidermidis*가 가장 많이 동정되었고 (6예) *Bacillus cereus*, *Propriobacterium acnes*와 *Staphylococcus aureus*가 각각 3예씩, 그리고 *Enterococcus faecalis, Staphylococcus hemolyticus, Staphylococcus simulans, Pseudomonas florescens, Serratia marcescens* 및 *Enterococcus faecium*등이 동정되었다. 검체에서는 이와같이 높은 비율로 균이 동정되었으나 임상적으로 감염이 문제시된 예는 앞의 2예뿐이었고 나머지 환자들은 특이한 문제가 없이 경과하였다. 또 일회용 전극을 여러차례 가스소독하여 사용함에 있어 충분히 소독되는지를 확인하기 위해 소독후의 전극표면을 전자현미경으로 관찰한결과 연쇄상구균으로 보이는 균체가 관찰되었다 (Fig. 2).

## 고 찰

최근들어 국내에서도 간질수술에 대한 관심이 고조되고

있으며 이미 여러곳에서 활발하게 진행되고 있다. 이미 서론에서 언급한 바와 같이 간질수술의 궁극적 목표는 정상뇌조직의 기능을 최대한 보존시키면서 간질을 발생시키는 부위만을 절제하는 것인데, 한쪽으로 편향되는 전형적인 내측두부경화증에 의한 측두엽간질에서는 전극삽입이 필요없겠지만 그이외의 구조적 병변이 없는 부분간질환자에서는 전극삽입과정이 불가피할 것이고 또 국내에서 간질수술이 활발히 이루어 질수록 이러한 전극삽입과정이 필요한 증례가 증가하리라고 본다. 또 뇌종양등의 구조적 병변에 대한 절제술을 시행함에 있어서도 주변뇌조직의 기능을 보존하며 가급적 병변을 근치적으로 절제하기 위해서, 또는 병변주변의 간질발생부위까지를 절제하기 위해서 두개강내 전극사용이 반드시 필요하므로[7] 이런 시술의 적응이 확대되리라고 본다.

본 연구에서 나타난 것과 같이 총 61예중 3예만을 제외하고 나머지 58예에서 성공적으로 절제술을 마칠 수 있었는데 기능적 손상이 없이 종양을 근치적으로 제거하고 난치성의 간질에서 1년 이상의 평균 추적기간동안 Engel 분류상 I군과 II군에 해당하는 환자비가 90%이 가까운 것은 매우 고무적인 결과로 생각된다. 더구나 이는 전극삽입없이 수행할 수 있는 전형적인 내측두엽간질을 제외한 결과이다. Table 2에 보는대로 간질치료에 대한 성적이 중심구 부근과 측두부의 간질군에서 좋은 것은 간질발생부위가 비교적 잘 국소화되었기 때문일 것이며, 보조운동영역부위의 간질군은 간질발생부위를 포함해서 광범위하게 절제를 할 수 있었던 때문으로 생각된다. 다발성간질군과 함께 외측전두부군의 성적이 좋지 않은 것은 간질발생부위가 집중되는 경향을 보이지 않고 광범위하였었기 때문으로 생각된다.

두개강내 전극이 유용한 이유에 대해 새삼 다시 논할 필요는 없겠지만, 간질의 발생과 전파과정을 일목요연하게 확인하고 병변이나 간질발생부위를 절제하는 과정에서 기능적 해부학적 상태를 알기 위해 필요불가결하지만 제한되어 사용되어 온 이유는 전극삽입을 위해서 따로 수술이 필요하고 전극을 삽입한 상태로 충분한 정보를 얻을 때까지 일정기간을 지내야 하는 이른바 침습성과 그과정이 고가의 경제적 부담을 주기 때문이다. 하지만 침습성에 대해서 이제까지의 보고된 바로는 영구적이거나 치명적인 합병증은 거의 없고 특히 심부전극삽입에 비하면 뇌실질내출혈과 같은 합병증은 거의 우려할 바가 아니다.[8][9][10] Fig. 1에서 보는것처럼 비교적 광범위한 부위에 전극을 삽입한 이유는 간질발생의 양상과 전파상태를 정확하게 판단하고 아울러 뇌자극을 통한 인접부위의 뇌기능을 파악하기 위해서인데 안전성이 문제되지 않는 한에서, 즉 경막하전극이 직접 뇌표면을 압박하거나 혈관에 영향을 주지 않는 한에서 의심되는 부위에는 광범위하고 빈틈이 없도록 전극을 설치함이 중요하다고 본다. 일반적으로 뇌척수액의 누출과 그로 인한 각종 감염의 문제가 가장 크게 대두되나 대부분에서 발열, 두통 등의 증세가 있을 뿐 뇌농양등의 심각한 문제발생의 빈도는 그다지 높지 않다고 본다.[8][10][12] 전극삽입후 항생제의 사용에 대해서는 외부로 노출되는 이물질을 두개강내에 삽입하여 상당기간 유지한다는 이유만으로도 논란의 여지가 없이 사용하여야 한다고 본다.[13][14] 뇌척수액의 누출은 거의 모든 예에서 있었는데 이는 전극을 비교적 많이 삽입한 때문에 불가피하였다고 생각하며 누출을 최소화하기 위해서 경막과 두피하조직, 두피를 매우 단단히 봉합하고 두피하로 가급적 길게 전선을 통과시켜 외부로 노출시시켰다. 최대한 청결을 꾀하기 위해서 수술시야에서 세척을 철저하게 하고, 전극을 유지하고 있는 동안 하루 수차례씩 드레싱을 반복하는 방법과 항생제의 사용으로 심각한 문제발생을 방지할 수 있었다고 생각한다. 본연구를 통해 제기할 가장 중요한 사항은 현행의 국내 의료보험체계상 일회용으로 생산되어 수입해 사용하는 전극을 여러차례 소독하여 반복사용하는 과정에서 야기되는 문제라고 생각한다. 재질의 성격상 내압증기소독(autoclave)이 불가능하여 세척후 ethylene oxide 가스로 소독하여 사용하였는데, 반복하여 사용한 전극을 써서 일주일 정도 경과하고 이차수술시에 경막하를 노출하여 보면 매우 불결해 보이는 내용물이 전극주변에 많이 생겨 있고 때로는 뚜렷한 농이 생겨 있는 경우도 적지않게 관찰되었다. 또 뇌표면의 일부 표재성 정맥의 혈전과, 거미막과 연막에 염증반응이 침윤하는 양상 등이 흔히 관찰되었다. 가스소독으로는 전극표면의 미세공 (micropores) 내에 서식하는 균들을 살균하는 데에 제한이 있을 것이며 연구자들의 실험결과, 전자현미경 소견상 반복사용후 가스소독을 마친 전극표면에서 연쇄상구균체가 관찰되는 것으로 보아 (Fig. 2) 반복사용하는 전극에 의한 감염은 불가피한 현상일 것이다. 또 간염이나 후천성면역결핍증 또는 slow virus에 대한 감염에 대해서도 무방비상태이므로 이문제의 해결이 매우 시급하다고 생각한다. 사용하는 전극의 양을 줄여 비용을 적게 할 수도 있으나 전극의 양을 줄이면 그만큼 침습성인 것을 무릅쓰고 시행하는 두개강내전극삽입의 목적을 달성할

수 없다. 즉 간질발생이 의심되는 부위를 광범위하게 전극으로 포함시켜 검사해보면 실제 간질발생부위가 매우 넓게 나타난다는 보고가 있고,[15] 이미 알려진 기능적 해부학적 상식이 구조적 병변이나 간질에 의해 변화될 수 있다는 증거가 충분하므로,[12][16][17] 정확한 기능적 지도를 만들고 난치성 간질을 근치한다는 취지에서 가급적 광범위한 전극의 삽입-설치는 충분히 정당화되리라고 생각한다.[18]

2예에서 경막하전극삽입후 한쪽의 동안신경마비가 생겼다가 이차수술시 전극을 제거한 뒤 회복되었는데 전극삽입후의 동안신경마비에 대하여 보고된 바는 아직 없었다. 2예 모두 한쪽의 측두엽 외측 신피질의 간질이 의심되고 반대쪽에서도 간질발생이 의심되어 한쪽 측두엽에는 비교적 다량의 경막하전극을 삽입하고 반대쪽에는 띠형 전극을 몇개 삽입하였었는데 1예는 동측에, 1예는 반대쪽에 동안신경마비가 생겨 삽입한 전극의 양과는 무관한 것 같았다. 모두 동안신경마비가 있었으나 충분한 기간동안 뇌파기록을 한 후에 이차수술후 각각 1주일과 2개월만에 완전히 회복되었다. 이와같이 경막하 전극을 삽입하고 장기간 유지하면서 이차수술이 완료될 때까지 세심한 주의를 기울이며 가능한 모든 조치를 취해가면서 치명적이고 비가역적인 합병증이나 신경-정신적 후유증은 전혀 없었다.

결론적으로 요약하면 난치성의 부분간질발작을 치료하기 위한 수술에서 경막하전극의 삽입과정이 비록 자체가 내포하고 있는 침습성의 문제가 있지만 간질치료의 성적을 높이고 정상기능을보존하기 위해서 매우 유용한 방법이며, 간질 이외에 기능적으로 중요한 부위에 발생한 뇌종양등을 근치적으로 수술하기 위한 기능적 지도화에 반드시 필요한 수단이라고 생각한다. 아울러 내포하고 있는 침습성으로 인해 생길 수 있는 문제나 합병증은 실제로 흔하지 않고 세심한 주의와 관심을 가짐으로써 예방가능하다. 단지 현행의 국내 의료보험에서 요구하고 있는 일회용 전극의 여러차례 재사용은 심각하게 재고되어야 하겠다.

**중심 단어** : 경막하전극 · 간질수술 · 뇌파검사 · 기능적 지도화 · 합병증

• 논문접수일 : 1997년 9월 19일
• 심사완료일 : 1997년 10월 27일

## REFERENCES

1) Engel JP. Seizures in Epilepsy: Contemporary Neurology Series. Philadelphia, FA Davis, 1989:30-8.
2) Penfield W, Jasper H. Epilepsy and the functional anatomy of the human brain. Boston: Little Brown, 1954:20-40.
3) Hauser WA. Seizure disorders: The changes with age. *Epilepsia* 1992:33(suppl 4):S6-14.
4) Meyer FB, Marsh WR, Laws ER, *et al.* Temporal lobe epilepsy in children with epilepsy. *J Neurosurg* 1986:64:371-6.
5) Comair YG, Hong SC, Bleasel AF. Invasive investigation and surgery of the supplementary motor area: The Cleveland Clinic Experience. *Adv Neurol* 1996:70:369-78.
6) Engel J, Van Ness PC, Rasmussen TB, Ojemann LM. Outcome with respect to epileptic seizures. In: Engel J Jr ed. Surgical treatment of the epilepsies. New York:Raven Press, 1993:609-22.
7) Awad IA, Rosenfield J, Ahl J, Han JF, Luders H. Intractable epilepsy and structural lesions of the brain: Mapping, resection strayegies, and seizure outcome. *Epilepsia* 1991 :32:179-86.
8) Adelson PD, ORourke DK, Albright AL. Chronic invasive monitoring for identifying seizure foci in children. *Neurosurgery Clinics of North America* 1995:6:491-504.
9) Van Buren. Complications of surgical procedures in the diagnosis and treatment of epilepsy. In: Engel J Jr, ed. Surgical Treatment of the Epilepsies. New York: Raven Press, 1987:465-75.
10) Wyler AR, Walker G, Richey ET, *et al.* Chronic subdural strip electrode recordings for difficult epileptic problems. *J Epilepsy* 1988: 1:171-8.
11) Swartz BE, Rich JR, Dwan PS, Desalles A, Kaufman MH, Walsh GO, Delgado-Escueta AV: The safety and efficacy of chronically implanted subdural electrodes: A prosp-ective study. *Surgical Neurology* 1996:46: 87-93.
12) Uematsu S, Lesser R, Fisher RS, *et al.* Motor and sensory cortex in humans: Topography studied with chronic subdural stimulation. *Neurosurgery* 1992:31:59-71.
13) Maxwell RE. Intracranial monitoring and functional localization. In Apuzzo MLJ, ed. Neurosurgical Aspects of Epilepsy. Park Ridge: AANS Publications, 1991:103-14.
14) Nespaka M, Wylie E, Luders H, *et al.* EEG recording and functional localization studies with subdural electrodes in infants and young children. *J Epilepsy* 1990:3(suppl):107 -24.
15) Salanova V, Morris HH, Van Ness PC, Luders H, Dinner D, Wyllie E. Comparrison of scalp electroencephalogram with subdural electrocorticogram recordings and functional mapping in frontal lobe epilepsy. *Arch Neurol* 1993:50:294-9.
16) Davies KG, Maxwell RE, Jennum P, *et al.* Language function following subdural grid-directed temporal lobectomy. *Acta Neurol Scan* 1994:90:201-6.
17) Urasaki E, Uematsu S, Gordon B, Lesser RP. Cortical tongue area studied by chronically inplanted subdural electrodes-with special reference to parietal motor and frontal sensory responses. *Brain* 1994:117:117-32.
18) Luders H, Hahn J, Lesser RP, *et al.* Basal temporal subdural electrodes in the evaluation of patients with intractable epilepsy. *Epilepsia* 1989:30:131-2.