

측두엽 간질 환자에 있어서 FLAIR 영상 (액체감쇠역전회복영상)의 유용성

양 태 기

제주대학교 의학전문대학원 신경외과학교실

(Received October 16, 2014; Revised October 23, 2014; Accepted October 30, 2014)

Abstract

Usability of the FLAIR Image in Temporal Lobe Epilepsy

Yage Tae Ki

Department of Neurosurgery, Jeju National University School of Medicine, Jeju, Korea

It is necessary to identify the epileptogenic zone in patients with intractable epilepsy. It is, however, difficult to identify the lesion in conventional MRI including T1WI and T2WI. Another pulse sequence, FLAIR (Fluid-attenuated inversion recovery) image, may give a clue to identify the epileptogenic lesion in MRI. This study included 20 patients, who did not show discrete unilateral hippocampal atrophy or sclerosis, and who showed unilateral hippocampal atrophy and contralateral sclerosis in T1WI or T2WI. Preoperatively, all patients had chronic video-EEG (Electroencephalography) monitoring with standard surface electrodes and depth electrodes in bilateral hippocampus. Standard anterior temporal lobectomy was performed in 17 patients, and selective amygdalohippocampectomy was done in three. MRI including T1WI and T2WI recognized unilateral hippocampal atrophy and sclerosis in three, unilateral hippocampal atrophy and contralateral hippocampal sclerosis in three. The rest of the patients did not show any identifiable lesion in MRI. FLAIR image, however, identified high signal intensity of the unilateral hippocampus in 12, bilateral hippocampus in three, and showed none of change in five. Anterior temporal lobectomy was performed based on the data of the MRI with FLAIR image and depth EEGs. Histopathologic findings revealed hippocampal sclerosis in all. 18 patients were seizure free at the follow-up period of 16- 28 months. In patients with intractable temporal lobe epilepsy who had difficulty in lateralizing the epileptogenic temporal lobe in semiology, surface EEG, and the conventional MRI including T1WI and T2WI, FLAIR image is of value in identifying the epileptogenic hippocampus. (*J Med Life Sci* 2014;11(2):126-130)

Key Words : Temporal lobe epilepsy, Fluid-attenuated inversion recovery

서 론

뇌자기 공명영상은 간질 환자의 평가에 사용되는 중요한 도구 중의 하나이다. 뇌자기 공명영상중 T2 강조영상은 민감도에서 T1 강조영상보다 앞서지만 뇌척수액으로부터의 신호가 뇌실질로부터의 신호보다 강하여 미세한 병변의 신호가 가려지는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 액체감쇠역전회복영상(Fluid Attenuated Inversion Recovery: FLAIR) pulse sequence를 사용함으로써 뇌척수액에서 발생하는 신호를 줄여 뇌척수액으로 인한 영향을 감소시킨 영상을 얻을 수가 있다.

1992년 Beatrice De Coene 등은 40명의 뇌질환이 의심되는 환자들을 대상으로 한 연구에서 48개의 병변을 발견하였는데 T2

강조영상에서 발견 못한 22개의 병변을 액체감쇠역전회복영상에서 더 발견할 수 있었으며 명확도(conspicuity)면에 있어서도 42개의 병변이 액체감쇠역전회복영상에서 더욱 우수한 것으로 조사하였다. 병변의 범위도 28개의 병변이 액체감쇠역전회복영상에서 보다 잘 구분이 되었으며 나머지의 병변도 T2강조 영상과 같은 정도를 보여 액체감쇠역전회복영상이 다양한 분야의 뇌질환에 있어서 높은 민감도(sensitivity)를 제공한다고 발표하였다¹⁾. 또한 1995년 Takayashi등은 5명의 tuberous sclerosis 질환을 가진 환자에서 tuber의 발견에 액체감쇠역전회복영상이 매우 민감함을 밝혔으며 같은 해 Wiesmann등은 25명의 다발성 경화증환자를 대상으로한 연구에서 plaque 발견에 액체감쇠역전회복영상이 T2 강조영상보다 우수함을 밝힌 바 있다.

간질환자를 대상으로 액체감쇠역전회복영상에 대한 연구도 있어왔다. 1995년의 Bergins 등은 36명의 부분 간질 환자(partial epilepsy) 20명을 대상으로한 연구에서 25개의 병변을 발견하였는데 이중 24개의 병변이 액체감쇠역전회복영상에서 보다 더 명확하게 보인 것으로 발표하였다. 또한 20명중 11명의 병변은 액

Correspondence to : Yage Tae Ki
Department of Neurology, Jeju National University Hospital,
Aran 13gil 15, Jeju-si, Jeju Special Self-governing Province, Republic of
Korea, 690-767
E-mail : yfound@hanmail.net

액체감쇠역전회복영상에서만 발견되었는데 모두 간질의 중요한 원인으로 생각되어지는 병변이었으며 이들은 해마, 편도, 피질, 피질하 또는 뇌실주위에서 발견되었다. 1996년 Wiesmann등은 128명의 간질환자를 대상으로 액체감쇠역전회복영상의 가치를 조사하였는데 신피질의 병변이나 명확한 해마체의 경화증에서 액체감쇠역전회복영상이 더 우수함을 발표하였다.

본 연구에서는 측두엽 간질로 진단을 받고 수술을 받은 환자를 대상으로하여 액체감쇠역전회복영상과 T2 강조영상에서 해마 및 편도의 신호강도와 수술부위와의 일치율을 조사하였고 또한 같은 환자들의 간질 양상, 연속 비디오 뇌파검사와 양전자방출 단층촬영(PET), 자기공명분광법(MRS)의 결과와 수술부위와의 일치율을 비교함으로써 측두엽간질 환자의 평가(evaluation)에 있어 액체감쇠역전회복영상의 유용성을 판단해 보고자한다.

액체감쇠역전회복영상 (TR/TE/TI : 9000/110/2500)을 얻었다.

각 영상은 1명의 방사선과의사와 1명의 신경외과의사가 판독하였다. 각 환자들의 자기공명영상중 액체감쇠역전회복영상과 T2 강조영상을 비교하였으며 각 영상의 측두엽 특히 해마체와 편도의 신호강도의 명확도(conspicuity)를 시각적으로 비교하였다. 명확도를 1단계에서부터 5단계까지 5단계로 구분하여, 20명 각 환자의 액체감쇠역전회복 영상과 T2 강조영상에서의 좌우 측두엽의 신호강도의 정도에 따라 점수를 매겼다. 명확도가 3점 이상인 경우에만 하여 고신호강도를 보여 병변이 있는 것으로 간주하였다.

또한 각각의 환자들은 sphenoidal 전극을 부착한 연속 비디오 뇌파검사, 자기공명분광법(MRS), 양전자방출 단층촬영(PET)을 시행하였다.

대상 및 방법

1997년부터 1999년까지, 약물로 치료되지 않아 본원에 입원하여 검사한 후 수술을 받아 측두엽 간질로 진단받은 20명의 환자를 대상으로 하였다. 20명의 환자중 남자가 14명이었고 여자가 6명이었으며 평균 연령은 28.5세 (9-39세)였다.

이 모든 환자들은 1.5 Tesla System Simens Magnetom Vision (Erlangen, Germany)을 이용하여 T2 강조영상 (TR/TE : 4600-5000/99),

결 과

우측 측두엽 절제술을 받은 환자가 10명, 좌측 측두엽 절제술을 받은 환자가 10명이었다. 수술을 통해 떼어낸 부위의 병리조직은 해마체 경화증(hippocampal sclerosis), microdysgenesis, 신피질 신경교증(neocortical gliosis), 편도 경화증(amygdala sclerosis), 내측두 경화증(mesial temporal sclerosis)등의 소견을 보였다 (Table 1).

Table 1. Operation site, Conspucuity of MRI and Pathologic Findings

	Age/Sex	Operation site	Conspucuity		Pathologic finding
			FLAIR (Rt : Lt)	T2WI (Rt : Lt)	
1	24/m	Rt T & AH	5 : 3	4 : 2	moderate HS, mild NG
2	27/m	Lt ant. T & AH	3 : 4	2 : 4	CD grade2, HS, MD of amygdala
3	32/f	Rt ant. T & AH	4 : 2	1 : 1	HS mild NG
4	26/f	Lt ant. T. & amygdalectomy	2 : 5	1 : 4	MD, NG
5	33/m	Lt ant T & amygdalectomy	3 : 5	1 : 2	CD1
6	27/f	Lt ant T & selective amygdalectomy	3 : 5	2 : 3	CD G2, NG
7	20/m	Lt T. & AH	2 : 5	3 : 2	CD grade 1
8	13/m	Lt T & AH	3 : 5	2 : 4	HS, CD G1
9	26/m	Rt T	4 : 2	3 : 1	HS, A-MD
10	34/m	Rt ant T& AH	4 : 2	2 : 1	mild HS, CD1
11	34/m	Rt ant T & AH	4 : 4	1 : 3	MTS, HS, mild AS, NG
12	34/m	Lt ant T	4 : 4	2 : 2	HS, MD, NG
13	31/m	Lt ant T & AH	5 : 5	4 : 3	MTS
14	21/f	Lt T & AH	3 : 5	2 : 4	CD3, HS
15	39/f	Rt ant T & AH	4 : 2	3 : 1	HS
16	27/m	Rt ant T & AH	5 : 3	4 : 2	severe HS, minimal subpial gliosis
17	28/m	Rt ant T & AH	5 : 3	4 : 2	HS
18	30/f	Rt ant T & AH	5 : 2	4 : 1	CD
19	38/f	Lt T & AH	4 : 4	2 : 3	severe HS, CD3
20	31/m	Rt ant T & AH	5 : 3	3 : 1	HS, mild NG, AS

AH:amygdalohippocampectomy, AS:amygdala sclerosis, CD:cortical dysplasia, f: female, G:grade, HS:hippocampal sclerosis, Lt:left, MD:microdysgenesis, m:male, MTS:mesial temporal sclerosis, NG:neocortical gliosis, Rt: right, T:temporal lobectomy

Conspucuity 1:normal 2:borderline 3:probable 4:suggestive 5:strong

□ : concordant with operation site □ : not concordant with operation site

전체 20명의 환자중 액체감쇠역전회복영상에서는 20예 전부에서 고신호강도를 보여 병변 발견율(detection rate)이 100%인 반면 T2 강조영상에서는 16예에서만 고신호강도를 보여 80%의 병변 발견율을 보이고 있어 액체감쇠역전회복영상이 T2 강조영상보다 병변의 발견율이 높게 나타났다 (Table 2).

Table 2. Detection Rate of Lesion

	Detection Rate	Borderline	No lesion
FLAIR image	20 (100%)	0	0
T2WI	16 (80%)	3 (15%)	1 (5%)

T2WI: T2-weighted image

액체감쇠역전회복영상에서 고신호강도를 보였던 20예중 16예에서 좌측과 우측의 신호강도에 차이가 있었고 4예는 좌우 양측의 신호강도가 같게 나타났다. T2 강조영상에서는 고신호강도를 보인 16예 모두에서 좌측과 우측의 신호강도에 차이가 나타났다. 액체감쇠역전회복영상에서 좌우측의 신호강도에 차이가 있는 16예 (80%)에서 보다 더 고신호강도를 보인 부위와 수술 부위가 일치하였다. T2 강조영상에서는 좌우측의 신호강도에 차이가 있는 16예 중 13예에서 고신호강도를 보인 부위가 수술부위와 일치하여 65% (20예중 13예)의 일치율을 보여 액체감쇠역전회복영상이 T2 강조영상보다 수술 부위와의 일치율이 더 높은 것으로 드러났다 (Table 3).

Table 4. Semiologies of Patients

Semiology	
1	Lt hand automatism, Rt hand dystonia with LOC- Rt hand automatism
2	both hand automatism-version to Lt
3	Rt hand automatism- Lt arm dystonia-turn of head to Lt, vocalization-GTC
4	lip smacking & both hand automatism
5	staring-version to Rt-sudden dropping of Lt arm-GTC
6	long staring-lip smacking-Rt arm tonic posture-Lt arm tonic posture-GTC
7	Lt hemispheric epilepsy
8	orofacial automatism-Rt hand automatism
9	feeling something-hand automatism-Lt arm dystonia
10	lip smacking & staring-1.Rt eye deviation-GTC -2.Rt head turning-GTC
11	4 extremities dystonia(Lt-Rt)-GTC
12	eye opening- trashing-version to Rt
13	Lt hand automatism briefly-versibe seizure to Lt
14	(staring)-Lt hand automatism, Rt hand dystonia with LOC-Rt hand automatism
15	Lt hand automatism
16	feel something, drop of head-Rt leg automatism-Rt hand automatism-Lt arm dystonia
17	feeling something-restlessness-quiet- 4 extremities dystonia-GTC
18	Lt hemispheric epilepsy
19	Rt hand dystonia, Lt hand automatism- version to Rt- generalized tonic seizure-GTC
20	orofacial automatism-kicking of both lower extremities

GTC: generalized tonic clonic seizure, LOC:loss of consciousness, Lt:left, Rt:right

Table 3. The Congruency between MRI Findings and Operation site

	Congruent	Incongruent
FLAIR image	16 (80%)	0 (0%)
T2WI	13 (65%)	3 (15%)

T2WI: T2-weighted image

Table 1.에서 각 환자의 MRI 영상의 좌우측 명확도 점수중 높은 점수를 합산하여 평균치를 비교해보면 액체감쇠역전회복영상의 평균치가 4.4점으로 2.9점의 T2 강조영상의 평균치보다 높아 액체감쇠역전회복영상에서의 신호강도가 T2 강조영상의 신호강도보다 더 두드러짐을 알 수 있다.

각 환자의 증상과 수술부위와의 일치율을 보면 20명중에서 12명 (60%)이 일치하였고 4명 (20%)이 일치하지 않았다. 4명에서는 증상만으로는 병변부위를 예측할 수 없었다. 연속 비디오 뇌파검사상에서는 20명중 10명에서 수술부위와 일치하는 부위에서 간질뇌파가 발생하여 50%의 일치율을 보였고 4명(20%)에서는 수술했던 부위와 반대편에서 간질뇌파가 발생하였으며 6명(30%)에서는 양측에서 간질뇌파가 발생하였다. 한편 양전자 방출 단층촬영 검사에서는, 전체 19명이 검사를 받았는데 이중 13명(68%)이 수술부위와 일치하였고 3명(16%)이 수술부위와 일치하지 않았으며 3명(16%)에서 양전자 방출촬영 검사상 양측에 병변이 있는 것으로 나타났다.

Table 5. The Results of PET

	PET	Video EEG
1	Hypometabolism of Rt temporoparietal	Rt temporal
2	Hypometabolism of bilateral temporoparietal cortex and severe Hypometabolism of Lt temporal cortex	Lt tempoal
3	Diffuse Hypometabolism of bilateral association area	Bilateral temporal
4	Hypometabolism of Lt temporal lobe	Rt posterior temporal
5	bilateral temporal hypoetabolism (Lt>Rt)	bilateral temporal
6	severe hypometabolism Rt lateral temporal cortex	Lt temporal
7	bilateral temporal hypometabolism (more severe at the left side)	Lt temporal
8	severe hypometabolism Lt temporal cortex	Rt hemisphere
9	Hypometabolism of Rt temporal cortex and bilateral posterior frontal and anterior parietal cortex	bilateral temporal
10	Lt whole temporal	Rt hemisphere
11	Diffuse hypometabolism of temporal cortex with focal Hypometabolism of Rt anteromedial temporal cortex	bilateral temporal
12	Diffuse hypometabolism remaining Lt temporal and occipital cortex	Lt side
13	Rt temporal cortex hypometabolism, Mild Hypometabolism of Lt anterior temporal cortex and bilateral anterior parietal cortex	bilateral temporal
14	not available	nonlateralization
15	heterogenous hypometabolismH of Rt frontotemporoparietal cortex	Rt temporal
16	Hypometabolism of bilateral temporal cortex (more severe at the Rt side)	Rt temporal
17	Diffuse hypometabolism of bilateral cerebral cortex	Lt hemisphere
18	Hypometabolism of Rt cerebral cortex (more severe at the Rt temporoparietal cortex)	Lt hemisphere
19	Hypometabolism of Lt temporal	Lt frontotemporal
20	Bilateral anterior temporal cortex hypometabolism (more severe at the Rt side)	Rt temporal

Lt: left, Rt: right

고찰

측두엽 간질에 대한 본격적인 연구는 1950년대 측두엽 절제술의 실시 이후였으며, 이후 선택적 편도해마 절제술(selective amygdalohippocampectomy)이 시행되면서 간질원성병소(epileptogenic focus)로 심부측두엽지역(mesiotemporal region)이 새롭게 조명되었다²⁾. 1880년에 Sommer³⁾에 의해 처음으로 기술되어진 내측두 경화증(mesial temporal sclerosis, MTS)은 내과적 치료에 반응하지 않는 측두엽 간질의 가장 흔한 원인으로²⁻⁹⁾, 병변이 해마에 국한된 전형적인 내측두 경화증의 경우 난치성 측두엽간질의 50-70%를 차지하고 있다^{10,11)}. 병변은 주로 해마의 추체세포층의 CA1분절(Sommer 영역)의 신경원 소실과 신경교증이며, 이것은 추체세포층의 연속되는 분절과 기저의 치상회까지 연장되어 있다.

측두엽간질의 기전은 Serrano등¹²⁾과 다른 연구¹³⁾들에 의하면 뇌 발달 과정의 초기에 두부 손상이나 중추신경계 감염 및 열성 경련등이 있는 경우 치상회 세포들의 신경원들이 손상을 받게되면, basket 세포의 흥분 억제력의 감소와 이로 인한 추체세포(특히 CA3 영역)의 과흥분상태의 지속이 발생하는데 이것이 간질의 원인이 된다고 보고하고 있다. 그러나 이러한 조직학적 변화는 해마에만 국한된 것이 아니라 변연계와 내측두엽의 다른 지역(amygdala, entorhinal cortex, parahippocampal gyrus)에서도 발견될 수 있는 것으로 알려져 있다.

최근에 주목받고 있는 MR영상 기법의 하나인 액체감쇠역전회복영상 기법은 90도와 180도 고주파 펄스를 주기 전에 180도 역정

펄스를 사용함으로써 뇌척수액의 신호를 없애거나 약화시키는 방법으로, T2 강조영상에서 TE(echo time)를 연장시킴으로써 흔하게 발생하는 인공음영(artifact)과 뇌척수액의 partial voluming effect에 의해 나타나는 T2 강조영상의 문제점을 해결함으로써 내측두경화증의 새로운 진단방법으로 소개되고 있다^{3,6,14-17)}.

John, N. Rydberg등은 1994년 41명의 뇌병변을 가지고 있는 환자들을 대상으로 액체감쇠역전회복영상과 T2 강조영상을 비교하여 병변의 발견율이 100%와 98%로 액체감쇠역전회복영상에서 더 높은 것으로 조사하였고 명확도 역시 액체감쇠역전회복영상이 우수하거나 비슷함을 주장하였다¹⁵⁾.

간질환자를 대상으로 한 비교도 이루어졌는데 1996년 Clifford R. Jack, Jr. MD 등은 36명의 약물에 반응하지 않는 간질환자들에 있어서의 액체감쇠역전회복영상과 스핀에코 영상을 비교하였다. 여기에서 그는 액체감쇠역전회복영상이 스핀에코 영상에 비해 정확도(accuracy)면에서 97% 대 91%로 우수함을 증명하였다¹¹⁾. 그리고 Meiners LC등은 1999년 30명의 약물에 반응하지 않는 간질환자를 대상으로 액체감쇠역전회복영상과 T2 강조영상의 민감도와 특이도를 비교하여 모두 액체감쇠역전회복영상에서 우수함을 발표하였다⁸⁾.

본 연구에서도 병변 발견율(100%:80%)과 수술부위와의 일치율(80%:65%)면에서 액체감쇠역전회복영상이 T2 강조영상은 물론 임상 증상학(60%), 연속 비디오 뇌파검사(50%), 양전자방출 단층촬영 검사(68%), 자기공명분광법(57%)에 비해 수술부위와의 일치율면에서 우수한 것으로 결과가 나타났다.

실제 병변과 정상 부위에서의 해마의 평균 신호강도는 액체감

쇠역전회복영상에서보다 T2 강조영상이 더 높는데 이는 이론적으로 T2 강조영상의 에코시간이 액체감쇠역전회복영상의 에코시간보다 짧아서 T2 이완 곡선에서 더 높은 신호강도를 얻을 수 있기 때문이다. 이와 같이 T2 강조영상에서 해마의 평균 신호강도가 더 높음에도 불구하고 해마 내 고신호강도의 발견율과 영상 선호도에서 액체감쇠역전회복 영상에 더 우수한 것은 해마의 주된 배경 조직인 뇌척수액과의 대조도가 액체감쇠역전회복영상에서 훨씬 높기 때문이다.

해부학적으로 뇌척수액은 해마의 상측, 내측, 외측면과 경계를 이루고 있어 뇌저조(basal cistern) 및 맥락열(choroid fissure)에서 뿐만 아니라 측두각에서도 주요한 해마 주위 조직으로 작용하고 있다. 따라서 판독자는 T2 강조영상에서 고신호 강도의 배경에 고신호강도의 해마를 보게 되지만, 액체감쇠역전회복영상에서는 저신호 강도의 배경에 고신호강도의 해마를 관찰할 수 있는 잇점을 가지게 된다. 이와 같은 이론적인 배경과 실제 본 연구의 결과를 볼 때 액체감쇠역전회복영상은, 해마체의 비정상적인 고신호 강도를 통한 내측두 경화증의 진단시 T2 강조영상보다 높은 판정율을 보일 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 액체감쇠역전회복영상에서는 인접한 측두각내 맥락막층이 두드러진 경우 뇌실질보다 고신호 강도를 보일 수 있고, 젊은 연령에서도 뇌실막 표면(ependymal surface)이 고신호 강도를 보이는 단점이 있어 해부학적으로 세심한 관찰이 필요하며 정도의 내측두 경화증과 이소성 병변이 있는 경우에 잘못 판정 할 수 있는 가능성도 있으므로 주의를 요할 것으로 보인다.

결 론

1997년부터 1999년까지 수술하였던 20명의 측두엽 간질 환자를 대상으로 액체감쇠역전회복영상과 T2 강조 영상, 연속 비디오 뇌파검사와 양전자방출 단층촬영(PET), 자기공명분광법(MRS)의 비교 결과 액체감쇠역전회복영상이 병변의 발견율, 수술부위와의 일치율, 명확도면에서 더 유용하였으며 따라서 측두엽 간질 환자의 평가에서 액체감쇠역전회복영상이 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) 1) 1) De Coene B, Hajnal JV, Gatehouse P, Longmore DB, White SJ, Oatridge A, et al. MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13(6):1555-64.
- 2) Mayanagi Y, Watanabe E, Kaneko Y. Mesial temporal lobe epilepsy: clinical features and seizure mechanism. *Epilepsia* 1996;37 Suppl 3:57-60.
- 3) Sitoh YY, Tien RD. Neuroimaging in epilepsy. *J Magn Reson Imaging* 1998;8(2):277-88.
- 4) Bronen R. MR of mesial temporal sclerosis: how much is enough? *AJNR Am J Neuroradiol* 1998;19(1):15-8.

- 5) Chan S, Erickson JK, Yoon SS. Limbic system abnormalities associated with mesial temporal sclerosis: a model of chronic cerebral changes due to seizures. *Radiographics* 1997;17(5):1095-110.
- 6) Jack CR, Jr., Rydberg CH, Krecke KN, Trenerry MR, Parisi JE, Rydberg JN, et al. Mesial temporal sclerosis: diagnosis with fluid-attenuated inversion-recovery versus spin-echo MR imaging. *Radiology* 1996;199(2):367-73.
- 7) Jackson GD, Berkovic SF, Duncan JS, Connelly A. Optimizing the diagnosis of hippocampal sclerosis using MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 1993;14(3):753-62.
- 8) Meiners LC, van Gils AD, De Kort G, Van Der Graaf Y, Jansen GH, Van Veelen CW. Fast fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) compared with T2-weighted spin-echo in the magnetic resonance diagnosis of mesial temporal sclerosis. *Invest Radiol* 1999;34(2):134-42.
- 9) National Institutes of Health Consensus Conference. Surgery for epilepsy. *Jama* 1990;264(6):729-33.
- 10) Lehericy S, Dormont D, Semah F, Granat O, Baulac M, Marsault C. [Magnetic resonance imaging of temporal lobe epilepsy]. *J Radiol* 1996;77(11):1095-104.
- 11) Van Paesschen W, Connelly A, Johnson CL, Duncan JS. The amygdala and intractable temporal lobe epilepsy: a quantitative magnetic resonance imaging study. *Neurology* 1996;47(4):1021-31.
- 12) Serrano-Castro P, Sanchez-Alvarez JC, Garcia-Gomez T. [Mesial temporal sclerosis (I): histological data, physiopathological hypothesis and etiological factors]. *Rev Neurol* 1997;25(140):584-9.
- 13) Liu Z, Mikati M, Holmes GL. Mesial temporal sclerosis: pathogenesis and significance. *Pediatr Neurol* 1995;12(1):5-16.
- 14) Morioka T, Nishio S, Mihara F, Muraishi M, Hisada K, Hasuo K, et al. [Efficacy of the fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) sequence of MRI as a preoperative diagnosis of hippocampal sclerosis]. *No Shinkei Geka* 1998;26(2):143-50.
- 15) Rydberg JN, Hammond CA, Grimm RC, Erickson BJ, Jack CR, Jr., Huston J, 3rd, et al. Initial clinical experience in MR imaging of the brain with a fast fluid-attenuated inversion-recovery pulse sequence. *Radiology* 1994;193(1):173-80.
- 16) Segawa F, Kishibayashi J, Kamada K, Sunohara N, Kinoshita M. [FLAIR images of brain diseases]. *No To Shinkei* 1994;46(6):531-8.