

측두엽간질에서 수술의 절제범위가 수술 후 발작과 기억력의 예후에 미치는 영향

주은연¹ · 이은경¹ · 태우석¹ · 김지현¹ · 한선정¹ · 진주희¹ · 서대원¹
홍승철² · 이문향³ · 변홍식⁴ · 김명희⁵ · 김승환⁶ · 홍승봉¹

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 신경과학교실,¹ 신경외과학교실,² 소아과학교실,³ 영상의학과학교실,⁴
이화여자대학교 컴퓨터학과,⁵ 포항공과대학교 물리학과⁶

The Effect of Resection Extent Upon Postoperative Outcome of Seizures and Memory in Anterior Temporal Lobectomy with Amygdalohippocampectomy

Eun Yeon Joo, M.D.¹, Eun Kyung Lee, M.S.¹, Woo Suk Tae, M.S.¹, Jee Hyun Kim, M.D.¹, Sun Jung Han, M.D.¹,
Joo Hee Jin, M.D.¹, Dae Won Seo, M.D.¹, Seung-Chyul Hong, M.D.², Moon Hyang Lee, M.D.³,
Hong Sik Byun, M.D.⁴, Myoung-Hee Kim, Ph.D.⁵, Seunghwan Kim, Ph.D.⁶ and Seung Bong Hong, M.D., Ph.D.¹

Departments of Neurology,¹ Neurosurgery,² Pediatrics,³ and Radiology,⁴

Samsung Medical Center & Center for Clinical Research, SBRI, Sungkyunkwan University School of Medicine;

Department of Computer Science and Engineering,⁵ Ewha Womans University, Seoul; APCTP/NCSL,

Department of Physics,⁶ POSTECH, Pohang, Korea

Purpose : To investigate the relationship of the resection extent of hippocampus and temporal neocortex with the postsurgical outcome in patients with mesial temporal lobe epilepsy (TLE).

Methods : Sixty-eight patients with TLE underwent brain MRI pre- and post-operatively. They were divided into two groups by seizure outcomes : seizure free group (SF, N=54) and non-seizure free group (NSF, N=14). Patients were classified further according to the post-surgical memory changes : MD group (with postsurgical memory decline, N=15) and NMD group (without postsurgical memory decline, N=16). The hippocampal resection was estimated by subtracting the length of post-surgical hippocampus from the pre-surgical length. The resection of temporal neocortex was measured by comparing the resection lengths on superior, middle, inferior and basal temporal gyri shown on three dimensional brain MRI.

Results : The mean extent of hippocampal resection was signifi-

cantly larger in SF than in NSF (33.2 ± 7.5 mm vs. 24.8 ± 7.4 mm $p=0.001$) while that between MD and NMD was not significantly different. The resection extent of temporal neocortex was not significantly different between SF and NSF as well as between MD and NMD, but the resection extent of basal temporal gyrus of left TLE was significantly larger in MD than in NMD.

Conclusions : The hippocampal resection was significantly greater in SF. The overall resection extent of the temporal neocortex did not correlate to the surgical outcomes of seizures or memory although that of the basal temporal gyrus of the left TLE was larger in MD. (J Korean Epilep Soc 2004;8(1):54-60)

KEY WORDS : Temporal lobe epilepsy · Anterior temporal lobectomy · Hippocampus · Neocortex · Outcome · Memory.

서 론

측두엽에서 비롯되는 간질 발작은 가장 흔한 약물 난

치성 발작이다.¹ 최근에 측두엽 간질 수술에 사용되는 방법에는 지난 30여년 간 전 세계적으로 가장 많이 시행된 표준 전 측두엽 및 편도-해마 절제술(standard tempo-

Received 4 March 2003

Accepted 3 May 2003

Corresponding author: Seung Bong Hong, M.D., Ph.D., Department of Neurology Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50 Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea

E-Mail: hongsb@samsung.co.kr

This work was supported partly by the grant A18-01-00 from the next-generation new technology development program of the Ministry of Commerce, Industry and Energy, by the Korean Ministry of Science and Technology under the National Research Laboratory (NRL) program (M1-0204-00-0169), and by the NRL grant 2000-N-NC-01-C-163 (2003) by the Ministry of Science and Technology.

ral lobectomy and amygdalohippocampectomy)과 기저측두이랑(basal temporal gyri)과 외측 측두이랑(lateral temporal gyri)을 제한적으로 자르거나, 거의 자르지 않은 채 내 측두엽구조물, 편도, 갈고리(uncus), 해마복합체, 측해마 이랑만을 제거하는 방법(selective amygdalohippocampectomy)이 있다.

기억력 장애는 해마 경화가 있는 환자들의 가장 흔한 신경 심리학적 특징이며, 많은 연구에서 언어 우성이 좌측 반구이면서 좌측 측두엽 간질인 환자들이 특히 언어 기억의 장애를 많이 동반한다고 보고하였다.² 그러나 우측 내 측두엽 간질과 비언어적 기억 장애와의 관련성은 뚜렷하지 않다.³

내 측두엽 간질 수술 중에 피질뇌파검사(electrocorticography : ECoG)를 시행하면 발작간기 간질파가 외 측두엽 신피질에서도 종종 관찰된다.⁴ 이 발작간기 간질파의 정확한 역할은 아직 불분명하며^{4,5} 외측두엽 신피질의 절제 정도가 수술 후 기억력에 미치는 영향에 관한 의견도 분분한 상황이다.^{6,7}

본 연구의 목적은 해마 및 측두엽 신피질의 절제 범위가 수술 후 간질의 완치율과 수술 후 기억력의 변화에 영향을 미치는지를 알아보는 것이다.

대상 및 방법

1997년 1월부터 2001년 12월 사이에 본원 간질센터에 입원한 내 측두엽 간질 환자들을 대상으로 하였다. 간질 증후군(epilepsy syndrome)은 비디오-뇌파집중검사와 신경영상검사 등의 수술 전 검사에 의하여 결정하였으며, 모두 전 측두엽 절제와 편도-해마 제거술을 시행하였다. 대상군은 수술 후 발작의 예후와 수술 후 기억력의 변화에 따라서 두 군으로 분류하였다. 우선 수술 후 발작의 예후에 따른 분류는 Engel's classification에 의거하여, 수술 후 난치성 간질발작이 완전히 소실된 환자들을 SF군(seizure free group, Engel's class I, N=54), 그렇지 않은 환자들은 NSF군(non-seizure free group, Engel's class II-IV, N=14)으로 분류하였다. 모든 환자들에서 수술 전과 수술 후 3~6개월에 뇌자기공명영상(brain magnetic resonance imaging, MRI)을 시행하였다. 수술 후 병리 소견은 모두 해마경화증을 보였고, 수술 후 추적관찰 기간은 25.3 ± 7.5 (18~51)개월이었다.

수술 전 측두엽과 해마의 절제범위가 대략 정해지기는 하였지만 수술 중에 시행되는 피질뇌파검사 소견에 따라

외측두엽은 재단하여 절제(tailored resection)하였고, 해마의 절제는 수술 전 와다검사의 결과와 피질뇌파검사에서 간질파가 기록되는 영역을 관찰하면서 부분 또는 완전 해마절제술을 시행하였다.

신경심리검사는 수술 전 1~2개월 이내에 시행하였고 간질발작의 영향을 배제하기 위하여 검사하기 수일 이내에 간질발작이 발생하지 않은 것을 확인한 후 시행하였다. 수술 후 추적 신경심리검사는 수술 1년 후에 시행하였다. 수술 전, 후의 신경심리 검사를 모두 시행한 환자들은 전체 대상 중 31명이었으며, 수술 전에 비하여 수술 후에 기억력이 떨어진 15명은 MD군(memory decline)으로 분류하였고, 수술 후에 기억력이 떨어지지 않은 16명은 NMD군(non-memory decline)으로 분류하였다. MD군과 NMD군간의 분류는 방법에서 기술하였다.

자기공명영상의 획득

MRI는 GE Signa 1.5 Tesla(GE Medical Systems, Milwaukee, WI)를 이용하였고, SPGR(spoiled gradient recalled in the steady state) volumetric MRI는 1.6 mm의 절편 두께, 연속된 124장의 영상, 반복시간(TR, 30 msec), 반향시간(TE, 7 msec)을 절편간격 없이 촬영하였고, 숙임각(FA, flip angle)은 45도, FOV(field of view)는 22×22 cm, 기질은 256×192, 여기횟수(NEX, number of excitation)는 1을 매개변수로 하여 획득하였다. T2 강조영상은 3.0 mm의 두께, 절편 간격 0.3 mm, 56장의 영상, 반복 시간 5300 msec, 반향 시간 99 msec, 숙임각 90도, FOV 20×20 cm, 기질 256×192, 여기횟수 3으로 획득하였다. 관상 화적소 차원(Coronal voxel dimension)은 0.875×1.6 mm로 시행되었다. Fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) MRI는 1.0 mm의 간격에, 4.0 mm의 절편 두께, 32장의 영상, TR/TE=10.002/127.5 ms, 여기횟수 1, 빗 관상(oblique coronal)으로 촬영하였고, FLAIR의 축방향 영상(axial image)은 2.0 mm의 간격에, 5.0 mm의 두께로 시행되었다.

해마와 측두엽 신피질의 절제길이 측정

제거한 해마의 길이 측정

수술 전, 후의 뇌 MRI 영상은 서로 다른 촬영시기와 촬영위치로 인하여 각 영상이 일치하지 않기 때문에, 수술 후 MRI를 수술 전 영상에 surface matching 알고리

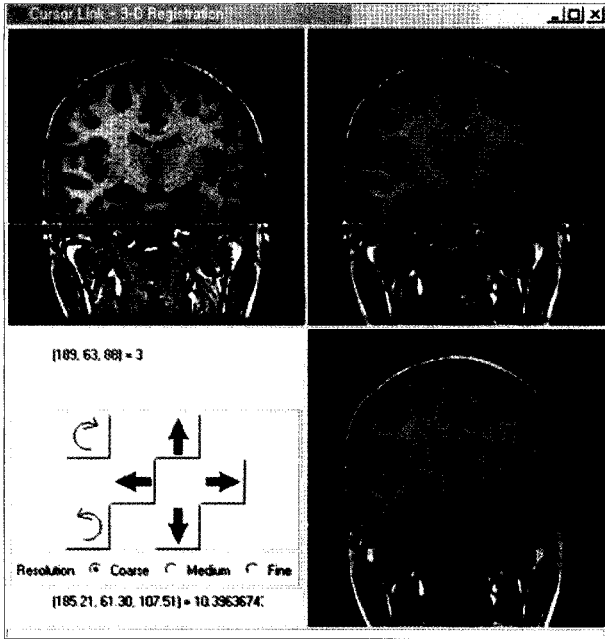


Fig. 1. Co-registration of pre- and post-surgical brain MRIs. Using Chamfer surface matching algorithm, post-operative MRI was co-registered and transformed to pre-operative MRI. Pre-surgical MRI is displayed in left upper quadrant, post-surgical MRI in right lower quadrant, and the overlaid image with pre- and post-surgical MRIs in right upper quadrant.

즘을 사용하여 정합(registration)시켜서 두 영상이 공간 상에서 동일한 좌표를 갖도록 하였다(Fig. 1).⁸

동일 좌표로 재구성된 수술 전 뇌 MRI를 시상영상으로 재구성한 후에 해마의 종축면이 가장 길게 보이는 영상을 선택하여 해마의 길이를 측정하였다. 해마의 전체 길이는 해마의 머리와 뇌척수액이 만나는 지점부터 해마의 꼬리와 뇌척수액이 만나는 지점까지로 결정하고 측해마 이랑에 평행하게 직선을 그어서 길이를 측정하였다. 제거 후 남은 해마의 길이는 수술 전 해마의 길이를 측정할 수술 전의 영상과 동일한 위치의 수술 후 뇌 MRI 시상 영상을 찾은 후 남아있는 해마의 길이를 같은 방법으로 측정하였다(Fig. 2A and B).

제거된 해마의 길이는 수술 전의 해마길이에서 수술 후 남은 해마길이를 뺀 값으로 결정하였으며, 제거한 해마의 비율은 계산으로 얻은 제거한 해마길이를 수술 전 해마 길이로 나눈 값에 100을 곱해서 구하였다(Table 2). 수술 후 영상에서 남아있는 해마가 보이지 않을 때는 해마가 완전히 절제된 것으로 판단하였다.

해마의 절제 범위의 정도를 측정하기 위하여 수술 후 SPGR MRI의 관상 시야에서 해마의 절단면을 추적하여 중뇌 후부의 경계(posterior border)를 넘었는지의 여부를 조사했다. 중뇌 후부의 경계는 quadrigeminal 판의 뒷

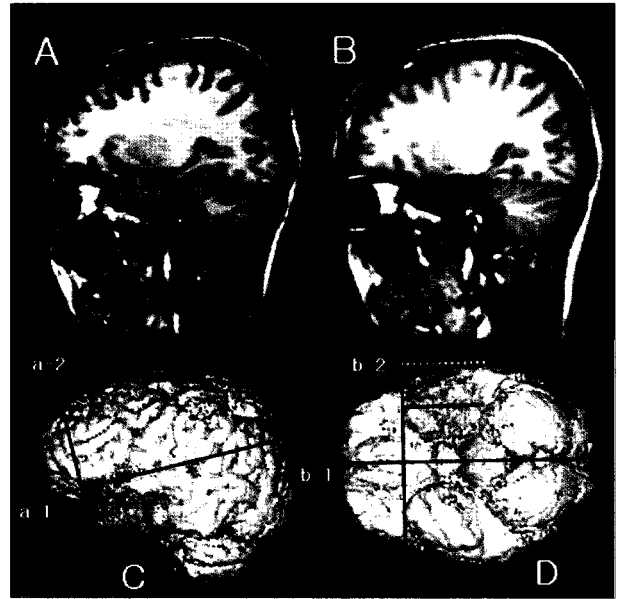


Fig. 2. The measurement of resection lengths of hippocampus and lateral temporal neocortex. A: Pre-operative brain sagittal MRI view. Red line indicates a length of pre-operative hippocampus. B: Post-operative brain sagittal MRI view (the same image number as the pre-operative MRI after co-registration). Red line is a length of post-surgically remained hippocampus. C: Lateral view of brain surface. a-1 line is parallel to Sylvian fissure. a-2 line is perpendicular to a-1 line at the temporal pole. Solid blue line indicates a length of resected superior temporal gyrus. Dotted blue line is a length of resected middle temporal gyrus. D: Basal view of brain surface. b-1 is drawn at the interhemispheric fissure. b-2 is a line connecting right and left temporal poles, which should be perpendicular to b-1. Yellow dotted line indicates a length of resected inferior temporal gyrus. Blue solid line is a length of resected basal temporal gyrus.

부분이 중심선에서 합쳐지기 전까지로 결정했다.

측두엽 신피질의 절제길이 측정

대상 환자의 수술 전과 후의 SPGR MR 영상에서 반자동화 기법을 이용하여 대뇌를 추출하였다. 추출된 수술 전, 후 뇌의 표면을 서로 맞추는 surface matching 기법에 의하여 수술 후 뇌를 수술 전 뇌의 방향과 각도에 맞추어 3차원으로 재구성(reconstruction)하였다. 다음으로 수술 전 뇌와 수술 후 뇌를 측두엽 줄기(temporal stem)가 처음 보이는 시점이 좌, 우에서 같도록 하여 양쪽 반구가 대칭이 되도록 3차원으로 재구성 하였다. 영상 감산 프로그램(image subtraction software)을 이용하여 수술 전 뇌 MRI에서 수술 후 뇌 MRI영상을 감산하여 수술 시에 잘라낸 측두엽 부위만을 분리하였다. 이 잘라낸 부위를 수술 전 뇌 MRI에 정합한 후 삼차원 뇌를 구성하여(rendering) 수술 전 뇌에 수술로 절제된 측두엽 부위가 투영되도록 한 후 노란 색으로 표시하였다(Fig. 2C and D).

상, 중 측두엽 이랑(Superior and middle temporal gyri)의 절제길이 측정(Fig. 2C)

삼차원 뇌의 정측면(true lateral view)에서 실비안 틈새에 평행한 가상의 직선인 a-1을 긋고 이 직선에 수직으로 측두엽 극(temporal pole)과 만나는 가상의 선인 a-2를 긋는다. 이 수직의 가상 선으로부터 상 측두엽 이랑의 중간을 지나는 선을 a-1에 평행하게 그은 후 상 측두엽 이랑의 가장 앞부분부터 절단한 부위까지 절제길이를 측정하였다. 중 측두엽 이랑의 절제길이도 같은 방법으로 측정하였다.

하, 기저 측두엽 이랑(Inferior and basal temporal gyri)의 절제길이 측정(Fig. 2D)

뇌의 기저면(basal view)에서 반구간열(interhemispheric fissure)을 따라서 직선인 b-1을 긋고 이 선에 수직으로 양쪽의 측두엽 극을 연결하는 선인 b-2를 긋는다. 그리고 측두엽 극에서부터 b-1에 평행하게 가상의 선을 그어 하 이랑과 기저 이랑의 절제 범위를 측정하였다.

절제된 측두엽 부피의 측정

영상정합법을 이용하여 수술 전 뇌MRI에서 수술 후 뇌MRI를 차감(subtraction)하여 구한 측두엽 절제부위의 총 화소수에 단위부피(0.86×0.86×0.86=0.636 mm³)를 곱하는 방법으로 제거된 측두엽 부피를 구하였다. 이를 각 환자의 전뇌 부피(whole cerebral volume)로 나누어 보정한 부피(normalized volume)을 구하였다.

신경심리검사

시각기억을 보기 위한 복합도형기억검사(Rey-Osterreith complex figure test : CFT)와 언어 기억을 보기 위한 단어기억검사(California Verbal Learning Test ; CVLT)를 시행하였다. CFT는 시공간 구조능력과 시각 기억의 평가를 위한 검사로서 정해진 복잡한 그림을 보여주고 베끼기(copy), 즉시 회상(immediate recall), 20분 후의 지연회상(delayed recall) 3항목을 검사하였고, 18개의 항목을 채점 기준에 따라 각 항목을 2점 만점으로 채점하였다. CVLT는 16개의 단어를 불러주고 20분 뒤에 지연회상검사를 한 뒤 16개의 단어 중에서 들은 단어를 표시하는 재인 검사(recognition test)를 차례로 시행하고 기억한 단어 수를 점수로 계산하였다.

우측 측두엽 간질환자는 수술 후 CFT의 점수, 좌측 측두엽 간질환자는 CVLT의 점수가 수술 전 결과보다 20% 이상 감소한 환자들은 MD(memory decline)군으로, 그

렇지 않은 환자들은 NMD(non-memory decline)군으로 구분하였다.

통계처리

두 군간에 절제한 해마의 길이와 측두엽 신경피질의 길이를 비교하기 위하여 t-test를 시행했으며, 비모수 분석의 경우에는 Mann-Whitney U test와 Fisher's exact test를 시행했다. 통계는 SPSS 10.0판으로 시행하였으며, p 값이 0.05보다 작을 때 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

SF군과 NSF군간의 비교

환자 정보

SF군과 NSF군간의 임상 정보간에는 통계학적 차이가 없었다(Table 1).

절제된 해마 길이와 외 측두엽 절제의 범위

수술 전 MRI에서 측정한 해마의 평균 길이는 SF군과 NSF군간의 차이가 없었다. 반면 수술 후 MRI와 비교하여 계산한 해마의 평균 절제 길이는 SF군이 NSF군에 비해 유의하게 더 길었다[33.15±7.5 mm in SF vs. 24.8±7.4 mm in NSF, p=0.001, t-test]. 해마가 완전히 제거된 경우는 SF군 9명(16.7%)과 NSF군 2명(14.3%)이었다(p=0.829, Chi-square).

수술 후 SPGR MRI의 관상면에서 해마의 절단면을 추적하여 해마의 절제가 중뇌의 후부 경계인 quadrigeminal 판이 합쳐지는 선을 넘었는지 여부를 조사한 결과 SF군의 42.5%(23/54)와 NSF군의 42.8%(6/14)에서 해마

Table 1. Clinical information of patients

	SF (N=54)	NSF (N=14)	p
M : F (patients)	25 : 29	6 : 8	-
Right : Left mTLE (patients)	31 : 23	6 : 8	-
Age of seizure onset (years old)	12.4±7.2	17.2±12.4	0.194
Duration of epilepsy history (years)	13.9±7.6	15.2±7.7	0.616
Age at surgery (years)	26.4±9.0	32.5±14.6	0.169
Febrile convulsion (%)	38.2	28.5	0.525
Bitemporal interictal spikes (%)	20.5	35.7	0.170

SF : seizure free group (Engel class I), NSF : non-seizure free group (Engel class II-IV). M : male, F : female, mTLE : mesial temporal lobe epilepsy, *p : significance level <0.05. t-test for seizure onset, duration of epilepsy history, and age at surgery. Chi-square test for the presence of febrile convulsion and bitemporal interictal spikes

Table 2. The resection extents of hippocampus and lateral temporal neocortex in SF and NSF groups

	SF (N=54)	NSF (N=14)	p
Pre-surgical hippocampus (mm)	40.1±4.0	39.3±4.5	0.568
Resected hippocampus (mm)	33.15±7.5	24.8±7.4	0.001*
Postsurgically remained hippocampus (mm)	6.9±6.2	14.5±9.3	0.001*
% of resected hippocampus (%)	82.3±15.8	64.2±22.1	0.011*
Resected temporal lobe volume (mm ³)	32680.1±11070	35322.4±14875	0.543
Resected superior temporal gyrus (mm)	12.6±10.0	16.8±9.4	0.196
Resected middle temporal gyrus (mm)	26.4±10.6	27.8±11.0	0.667
Resected inferior temporal gyrus (mm)	52.8±17.2	54.2±19.2	0.689
Resected basal temporal gyrus (mm)	52.3±8.8	51.5±11.9	0.787

Values are mean length, % or volume. % of resected hippocampus (%) = (The length of resected hippocampus / the length of pre-surgical hippocampus) × 100, SF : seizure free group (Engel class I), NSF : non-seizure free group (Engel class II-IV), *p : significant at p<0.05, student t-test

Table 3. The resection extents of hippocampus and lateral temporal neocortex in MD and NMD of right TLE and left TLE

		MD (N=15)	NMD (N=16)	P
Pre-surgical hippocampus (mm)	R	40.6±3.6	39.8±3.7	0.694
	L	41.1±3.9	40.3±4.5	1.00
% of resected hippocampus (%)	R	83.0±16.4	82.0±15.8	0.955
	L	71.9±11.1	70.0±18.4	0.606
Resected temporal lobe volume (mm ³)	R	31665±8940	24218±7688	0.779
	L	32587±9528	38486±14391	0.470
Resected superior temporal gyrus (mm)	R	12.6±10.0	16.7±9.5	0.197
	L	13.0±9.8	14.8±9.0	1.00
Resected middle temporal gyrus (mm)	R	26.5±6.0	25.5±13.1	0.536
	L	27.8±12.2	29.5±13.2	1.00
Resected inferior temporal gyrus (mm)	R	51.7±24.1	48.2±13.9	0.955
	L	58.0±8.0	65.4±15.7	0.252
Resected basal temporal gyrus (mm)	R	53.6±3.8	54.3±11.6	0.918
	L	54.4±7.3	40.8±16.7	0.021*

Values are mean length, % or volume. % of resected hippocampus (%) = (The length of resected hippocampus / the length of pre-surgical hippocampus) × 100, MD : Memory decline group, NMD : non-memory decline group, R : right TLE (N=16), L : left TLE (N=15) *p : significant at p<0.05, Mann-Whitney U test

가 중뇌의 후부 경계를 지나서까지 절제되었음을 알 수 있었고 두 군간에 유의한 차이는 없었다(p=0.789, Chi-square).

SF군과 NSF군 사이에서 절제한 상, 중, 하, 기저 측두엽 이랑의 길이와 절제한 측두엽 부피의 보정된 값을 비교해 보았을 때에도 두 군간에 유의한 차이가 없었다(Table 2).

MD군과 NMD군간의 비교

환자 정보 (Table 3)

MD군 8명과 NMD군 7명이 좌측 측두엽 간질환자이며, MD군 7명과 NMD군 9명은 우측 측두엽 간질 환자였다(p=0.724, Chi-square).

절제된 해마 길이와 외 측두엽 절제의 범위

수술 전 해마의 평균 길이와 절제한 해마의 평균 길이는 MD군과 NMD군간에 차이가 없었다. 절제한 측두엽의 보정된 부피도 두 군간의 차이는 없었다. 그러나, MD군의 좌 측두엽 간질환자에서 기저 측두엽 이랑의 평균 절제 길이는 NMD군에 비해 유의하게 길었다(54.4±7.3 in MD vs. 40.8±16.7 mm in NMD, p=0.021, Mann-Whitney test).

MD군의 3명(20%)과 NMD군의 2명(12.5%)에서 해마가 완전히 제거되었다(p=0.654, Fisher's exact test).

절제한 측두엽 부피의 비교

좌측 측두엽 간질환자에서 절제한 측두엽의 부피가 우측 측두엽 간질환자 보다 더 작았지만 유의한 차이는 없

었다[$31717.0 \pm 11114 \text{ mm}^3$ in left TLE(N=31) vs. $34489.5 \pm 12487 \text{ mm}^3$ in right TLE(N=37), $p=0.341$, t -test).

고 찰

본 연구의 목적은 해마 및 측두엽 신피질의 절제 범위가 수술 후 간질의 완치율과 수술 후 기억력의 변화에 영향을 미치는지를 알아보는 것이다.

내측 측두엽 조직의 절제 범위가 수술 예후와 관련이 있다는 결과는 이전의 여러 연구에서 보고되었으나,^{6,10} 다른 연구에서는 전 측두엽 조직과 편도만 제거한 경우와 대부분의 해마를 제거했던 경우의 수술 결과가 별 차이가 없었음을 보고하였다.¹³ 본 간질 센터에서 시행하는 내측두엽 간질 환자의 수술방법은 표준 전 측두엽 및 편도-해마 절제와 함께 피질뇌파검사를 통한 재단식 외 측두엽 절제를 시행하고 있다. 언어 우성 반구와 와다검사에서 정상 반구에 비하여 기억이 유의하게 떨어져 있지 않은 반구쪽 수술을 할 때는 가급적 외측 측두엽 이랑을 적게 자르고, 해마도 피질뇌파검사에 의하여 비교적 적게 절제하였다.

측두엽의 절제 범위를 측정하기 위하여 여러 가지 방법이 고안되었다.^{6,10} 1989년 Amid 등이 제창한 방법으로 측두엽의 정중면이 보이는 뇌 MRI 관상면에서 중뇌와 측두엽을 총 5개의 관상 구역으로 분할한 후, 앞에서 뒤로 번호를 매긴 후 각 구역을 다시 4분역(quadrant)로 나누어서[SL(superior lateral), B(basal), IL(inferior lateral)과 M(medial)], 측두엽을 총 20구획으로 구분하였다. 절제 정도를 정량화하기 위해서 각 구획 별로 수술로 완전히 제거되면 2점, 불완전 제거 시 1점, 미제거시 0점으로 점수를 매겨서 그 합계로 절제 정도를 등급화하고 평균하여 환자 간에 비교하였으나,^{6,14} 내측두엽 구조물 중 해마의 정확한 절제범위를 객관화하기 어렵다는 문제점과 완전 또는 불완전 제거의 정의에 대한 명확한 기준에 없어 연구자마다 다르게 등급을 매길 수 있는 한계성을 보여준다.

측두엽을 6구획으로 나누어 수술 후 MRI에 수술 전 MRI를 정합시켜 각 구획의 부피와 절제한 부피를 계산하는 방법도 제시되었으나,¹⁰ 이 방법은 해마의 부피와 각 구획의 절제 길이를 측정할 수 없다는 단점을 갖고 있다.

이런 문제점들을 보완하기 위하여 본 연구진은 측두엽을 구획별로 나누지 않고, 간질 발작의 주요 원인인 해마의 절제 길이와 외 측두엽 각 이랑들의 절제길이를 sur-

face rendering의 기법을 이용하여 직접 그 길이를 측정함으로써 정확하게 정량화하는 방법을 새롭게 고안하였다. 측정방법에 있어서 수술 전 SPGR MRI 시상면 중 해마의 종축길이가 가장 길게 보이는 영상을 찾았고, 수술 후 같은 영상을 찾아 비교하면서 제거되고 남은 해마의 길이 및 방향을 확인하며 측정했기 때문에 매우 정확하게 제거된 해마의 길이를 구할 수 있었다. 수술로 해마를 제거할 때는 대부분 해마 옆 이랑도 같이 제거가 되며, 수술 후 MRI에서도 제거된 해마 옆 이랑이 육안으로 확인되므로 따로 측해마 이랑의 남은 길이를 측정할 필요는 없을 것으로 판단된다. 측두엽 이랑의 절제 길이의 측정은 해마의 측정과는 다른 방법인 Chamfer surface rendering 기법을 이용하였다. 이 방법을 이용하면 뇌 정중 시상면에서 측두엽 이랑들의 세밀한 형태가 실제처럼 표현이 가능해져 상 측두 이랑과 중 측두 이랑을 구분할 수 있다. 하 측두 이랑과 기저 측두 이랑은 뇌의 기저면에서 정확하게 측정할 수 있으며, 역시 세밀한 이랑의 형태가 표현되므로 정확하게 두 이랑을 구분하여 각각 그 절제 길이를 쟀 수 있었다. 또한 제거된 측두엽 전체 부피를 측정한 후 개인별 뇌의 크기가 다른 것을 보정하기 위하여 제거된 측두엽 부피를 대뇌부피로 나누어 보정 부피까지 구하여 통계 처리하였다.

본 결과에서 SF군의 해마 절제 길이가 NSF군보다 유의하게 길었으나, 외 측두엽 이랑들의 절제 길이 및 절제한 측두엽의 부피는 SF와 NSF군간에 유의한 차이가 없었기 때문에 해마경화가 동반된 내측두엽 간질 환자에서 수술 후 발작의 소실을 위하여는 해마의 충분한 절제가 필수적이라는 사실을 알 수 있었다. 이와 유사한 연구 결과는 다른 연구자들에 의해서 보고된 바 있다.^{9,13} 이와 다른 결과를 보인 연구들의 방법은 수술장에서 눈으로 측정하거나, 절제된 뇌조직의 길이를 자로 잰기 때문에 뇌 MRI 상의 길이와 모양과 다를 수 있다고 생각된다.^{2,13} 본 연구는 수술 전, 후에 촬영한 MRI를 이용하여 뇌를 삼차원으로 재구성하여 절제 길이와 부피를 측정하였으므로 매우 정확한 방법이라고 말할 수 있다.

내측두엽 간질에서 편도-해마의 제한적인 절제와 수술 예후 간에 서로 상관성이 없다는 보고도 있으나,¹⁶ 이 연구도 반 정량적 방법을 이용하였기 때문에 주관적인 판단으로 인하여 객관적인 정확도가 떨어진다.⁹

간질 발작의 조절을 위하여 내측-기저 측두엽을 중간뇌(mesencephalon)의 앞쪽 절반 뒤까지는 절제해야 한다고 주장하는 보고도 있으나,¹⁹ 수술 후 MRI의 관상면을 연속적으로 관찰하여 해마 후부 절제의 경계가 중간뇌

의 앞쪽 절반 뒤까지 시행되었는지를 확인하는 것이 쉽지 않기 때문에, 본 연구진은 중뇌의 후부 경계를 기준으로 해마가 이 기준 이상으로 절제되었는지 아닌지를 판단하였다.

본 연구결과에서 SF군과 NSF군간에 절제한 외 측두엽 이랑과 측두엽 부피의 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 이는 수술의 예후를 결정하는데 있어서 외 측두엽 이랑의 절제 길이가 해마의 절제 길이만큼 중요하지 않다는 것을 시사한다.

해마의 절제 길이가 길고, 외 측두엽 절제가 작을 수록 수술 후 인지기능이 더 좋다는 보고가 있다.¹⁷ 편도의 기저외측 핵(basolateral nucleus)이 기억력을 공고하게 한다는 가설 아래 이 편도 핵 제거 후 기억력 감퇴를 설명하는 연구도 있으나,¹¹ 본 환자들의 반수 이상은 편도를 완전히 절제하였음에도 수술 후 기억력 감퇴를 보이지 않았다. 해마의 절제 범위와 수술 후 기억력 감퇴 사이의 상관관계에 대하여 아직 의견이 분분하다.^{15,16} 이를 알아보기 위하여 본 연구는 기존의 연구들과는 다른 방법으로 고안되었다. 우선 환자들을 수술 후 기억력이 감퇴한 MD군과 그렇지 않은 NMD군으로 나눈 후, 위에서 언급한 본 연구진이 고안한 측정 방법으로 절제한 해마와 외 측두엽 이랑의 길이를 측정하였다. 비록 대상군의 수가 작았지만, 좌측 측두엽 간질 환자의 기저 측두 이랑의 절제 길이가 NMD군보다 MD군에서 더 길었으며, 이는 좌측 측두엽 수술 시 기저 측두엽의 절제 정도와 언어 기억력의 감퇴 정도간의 관련이 있음을 시사한다. 반면 해마의 절제 길이는 두 군 사이에서 유의한 차이가 없었는데 이러한 결과는 이미 해마경화증으로 손상을 많이 받은 해마는 많이 잘라도 수술 후 기억력이 떨어지지 않을 수 있음을 시사한다.

결 론

본 연구진은 내 측두엽 간질 수술에서 해마와 외 측두엽의 절제 범위를 보다 객관적이고 정확하게 측정할 수 있는 새로운 방법을 고안하였다. 연구 결과에서 수술 후 발작이 완전히 없어진 군(SF)에서 NSF군에 비하여 수술 후 기억력의 유의한 감퇴 없이 해마가 더 많이 절제되었다. 반면 좌측 측두엽 간질에서 기저 측두엽 이랑의 절제 범위와 수술 후 기억력 감퇴 사이의 관련성이 제시되었으나 전체적으로 해마와 외 측두엽의 절제 범위는 수술

후 기억력 감퇴와 유의한 상관성이 없었다.

REFERENCES

1. Hauser W. The natural history of temporal lobe epilepsy. In: Luders H., ed. *Epilepsy Surgery*. New York: Raven Press, 1991;133-41.
2. Saling MM, Berkovic SF, O'Shea MF, Kalnins RM, Darby DG, Bladin PF. Lateralization of verbal memory and unilateral hippocampal sclerosis: evidence of task-specific effects. *J Clin Exp Neuropsychol* 1993;15:608-18.
3. Miller LA, Munoz DG, Finmore M. Hippocampal sclerosis and human memory. *Arch Neurol* 1993;50:391-4.
4. Spencer DD, Ojemann GA. Overview of therapeutic procedures. In: Engel J Jr, 2nd eds. *Surgical Treatment of the Epilepsies*. New York: Raven Press, 1993;455-61.
5. Cascino GD, Trenerry MR, Jack CR, et al. Electrocorticography and temporal lobe epilepsy: Relationship to quantitative MRI and operative outcome. *Epilepsia* 1995;36:692-6.
6. Awad IA, Katz A, Hahn JF, Kong AK, Ahl J, Luders H. Extent of resection in temporal lobectomy for epilepsy. I: interobserver analysis and correlation with seizure outcome. *Epilepsia* 1989;30:756-62.
7. Hermann BP, Wyler AR, Bush AJ, Tabatabai FR. Differential effects of left and right anterior temporal lobectomy on verbal learning and memory performance. *Epilepsia* 1992;33:289-97.
8. Tae WS, Hong SB. Sexual Dimorphism of Human Corpus Callosum Using Quantitative MRI. *J Korean Neurol Assoc* 2002;20:34-42.
9. McMackin D, Stauton H. Surgery for temporal lobe epilepsy: a review. *J Jr Coll Physicians Surg* 1991;20:193-7.
10. Moran NF, Lemieux L, Maudgil D, Kitchen ND, Fish DR, Shorvon SD. Analysis of temporal lobe resections in MR images. *Epilepsia* 1999;40:1077-84.
11. Gleissner U, Helmstaedter C, Schramm J, Elger CE. Memory Outcome after Selective Amygdalohippocampectomy: A Study in 140 Patients with Temporal Lobe Epilepsy. *Epilepsia* 2002;43:87-95.
12. Rasmussen T, Feindel W. Temporal lobectomy: Review of 100 cases with major hippocampectomy. *Can J Neurol Sci* 1991;8:601-2.
13. Feindel W, Rasmussen T. Temporal lobectomy with amygdalectomy and minimal hippocampal resection: review of 100 cases. *Can J Neurol Sci* 1991;18:603-5.
14. Kanner AM, Kaydanova Y, de Toledo-Morrell L, et al. Tailored anterior temporal lobectomy. Relation between extent of resection of mesial structures and postsurgical seizure outcome. *Arch Neurol* 1995;52:173-8.
15. Wolf RL, Ivnik RJ, Hirschorn KA, Sharbrough FW, Cascino GD, Marsh WR. Neurocognitive efficiency following left temporal lobectomy: standard versus limited resection. *J Neurosurg* 1993;79:76-83.
16. Wyler AR, Hermann BP, Somes G. Extent of medial temporal resection on outcome from anterior temporal lobectomy: a randomized prospective study. *Neurosurgery* 1995;37:982-90.
17. Kwon OD, Kim JE, Kim JS, Yi SD. Memory Function in Patients with Mesial Temporal Lobe Epilepsy. *J Korean Neurol Assoc* 2001;19:116-24.
18. Koutroumanidis M, Hennessey MJ, Seed PT, et al. Significance of interictal bilateral temporal hypometabolism in temporal lobe epilepsy. *Neurology* 2000;54:1811-21.
19. Nayel MH, Awad IA, Luders H. Extent of mesiobasal resection determines outcome after temporal lobectomy for intractable complex partial seizures. *Neurosurg* 1991;29:55-61.