

와다검사에서 자극의 종류에 따른 기억의 편측화 정도

충남대학교 의과대학 신경과학교실, 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 신경과학교실, 신경외과학교실*

정기영 · 강연욱 · 박진운 · 서대원 · 홍승봉 · 홍승철*

Memory lateralizing Values of Different Stimulus Types in Wada Test

Ki-Young Jung, M.D., Yeon Wook Kang, Ph.D., Jin-Woon Park, M.D.,
Dae Won Seo, M.D., Seung Bong Hong, M.D., Seung Chyul Hong, M.D.*

Department of Neurology, College of Medicine, Chungnam National University, Taejeon, Korea
Department of Neurology and Neurosurgery*, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea

Background : We studied the accuracy, lateralization criteria of Wada test in patients with temporal lobe epilepsy (TLE). We also evaluated material specific memory and determined the stimulus which can classify best between right and left TLE among four different types of stimuli. **Methods :** Wada memory performance were reviewed in 33 patients (15 left, 18 right) with TLE who underwent surgery and who were good seizure outcome at least 1 year follow-up. Twelve stimuli consisted of figures, written words, geometric designs and real objects were presented after Amytal injection. The recognition memory test was performed at 10 minutes after the injection and hemisphere memory performance of each stimulus and total stimuli were obtained by (number of stimuli recognized / number of stimuli presented x 100%). Classification rate, the most valuable stimulus for lateralization, and suitable lateralization criteria were determined by discriminant analysis and Chi-square test. Hemispheric memory difference of each stimulus was analyzed by paired-sample Student's t-test in left temporal lobectomy (LTL) and in right temporal lobectomy (RTL) groups. **Results :** No significant difference was observed in pre-Wada memory score and in IQ between LTL and RTL group. The classification rate of Wada test in terms of lateralization by discriminant analysis was 81.82%. The accuracy was 75.8% at 10% and 15% lateralization criteria and was 63.6% and 45.5% at 20% and 25% lateralization criteria, respectively. Figure was the most useful among four types of stimuli to classify TLE. Analysis of hemispheric memory according to stimuli revealed that memory difference between hemispheres was significant only for figure in LTL group ($p=0.027$). In RTL group, all 4 stimulus types had significant hemispheric memory difference (figure, $p=0.000$; written word, $p=0.000$; geometric design, $p=0.000$; real object, $p=0.000$). **Conclusions :** Wada test is a reliable method for lateralizing seizure foci in TLE. To get optimal results, lateralization criteria should be determined by statistical method at each center. The fact that the most valuable stimulus for lateralization is figure suggests that material specificity of memory is remain moderately in TLE, which have an influence on lateralizing seizure foci.

J Kor Neurol Ass 16(6):844-850, 1998

Key Words : Wada test, Lateralization, Material specific memory, TLE

서 론

와다검사(Wada test) 또는 동맥내 아모바비탈검사(Intraarterial amobarbital procedure, IAP)는 언어 중추를 절정하고, 일측 측두엽절제술 후 발생할 수 있는 기억력 저하를 예측하기 위해, 간질수술 전 검사로 중요하게 이용되고 있다.^{1,4}

해마의 CA3 세포층의 감소⁵와 자기공명 영상에서의 해마 체적의 감소 그리고 해마경화가 발현측 반구의 와다기억점수와 관련이 있는 것⁶ 등으로 측두엽 기능을 평가하는 도구로서의 와다기억검사의 타당성은 일반적으로 인정되고 있으나, 와다검사의 결과로만 의존하여 수술을 포기하는 것이 타당한가에 대한 의문이 제기되고 있기도 하다.^{7,8} Loring등⁹

Manuscript received May 6, 1998.
Accepted in final form August 24, 1998.

* Address for correspondence

Ki-Young Jung, M.D.

Department of Neurology,
Chungnam National University Hospital, #640
Daesa-dong, Joong-ku, Taejeon, 301-040, Korea
Tel : +82-42-220-7882 Fax : +82-42-252-8654
E-mail : kyjung@cnuh.chungnam.ac.kr

* 이 논문은 1997년도 삼성서울병원 임상연구비의 지원을 받아 이루어졌음.

은 와다기억검사에서 실패한 10명의 측두엽간질 환자들에서 다른 방법으로 해마기능을 평가한 후에 시행한 수술에서 나중에 경한 자극물질 특이성(material specific) 기억감소 외에는 전기억상실증(global amnesia)은 나타나지 않아 와다검사가 측두두엽의 기능 중 일부분을 반영한다고 주장하였다.

간질 센터마다 차이는 있을 수 있지만, 와다기억검사에서 사용되는 자극들은 대개 단어(written word), 사물의 그림(figure of common object), 실물, 추상모형 그리고 얼굴그림이나 산술식 등의 언어 및 비언어적 자극의 조합으로 시행되어 지고 있는데,^{1,10} 측두엽간질 환자에서 와다검사시 반구의 기억(hemispheric memory)이 자극 물질 특이성(material specificity)에 따라 나타나고, 주어진 자극의 종류와 간질병소가 기억력에 영향을 미치는 것이 알려졌다.¹¹⁻¹³ 또한 수술 후 전반적인 기억상실증의 예측 외에도 물질 특이적인 일부 기억력의 선택적인 상실(material specific selective memory loss)을 반영한다는 연구들도 있어,^{14,15} 와다검사를 이용한 간질병소의 편측화(lateralization)에 있어서 자극의 종류가 중요한 고려 요인중의 하나라고 생각할 수 있겠다.

지금까지의 연구들¹¹⁻¹³에서는 반구의 기억이 물질 특이성을 보이는 데에는 이점이 없지만, 구체적인 자극에 대해서는 저자들마다 다양한 결과를 보고하고 있다. 또한, 실제로 어떤 자극이 편측화에 가장 도움을 줄 수 있을 지에 대해서는 아직 결정되지 않았으며, 편측화의 분류기준(lateralization criteria), 적절한 자극의 갯수나 정확도에 대한 자료도 불충분한 상태이다. 이는 와다검사 자체가 표준화되어 있지 않고 검사방법이나 검사도구가 다양하기 때문이라고 인식되고 있다.^{1,10}

본 연구는 수술로 확진된 측두엽간질 환자들의 와다검사를 후향적으로 분석하여 1) 와다검사의 편측화에 대한 정확도와 분류율(classification rate) 및 적절한 편측화 기준에 대하여 조사하였고, 2) 편측화에 가장 도움을 줄 수 있는 자극의 종류와 3) 자극의 종류에 따른 기억의 편측화 영향에 대해 알아보고자 시행하였다.

대상 및 방법

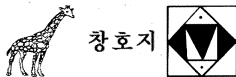
1. 연구대상

1994년 10월부터 1996년 10월까지 삼성의료원 간질

센터에 내원한 약제내성 난치성 간질환자중 신경학적 검사, 두피-절형술전극 비디오-뇌파검사, 자기공명영상(MRI), 양전자방출단층촬영(PET), 발작간 및 발작시 단양자방출단층촬영(interictal and ictal SPECT), 및 신경생리검사의 결과를 종합하여, 일측성 측두엽간질로 진단 받고 측두엽절제술을 시행 받은 환자 48명중 수술 후 1년 이상의 추적관찰에서 수술 성적이 양호(Engel's classification I and II)¹⁶하고 MRI상 해마경화증(hippocampal sclerosis) 이외에는 병변이 없으며 와다검사상 언어중추가 좌반구에 위치한 33명만을 연구 대상으로 하였다. 언어 중추가 양측성인 경우가 1명, 우측반구가 우세한 경우는 4명이었으며 이들은 본 연구에서는 제외하였다. 남자가 17명, 여자는 16명이었으며, 좌측두엽절제술(left temporal lobectomy, LTL)을 시행 받은 환자는 15명으로 평균연령은 26.3세(범위 10-40세) 이었고, 18명의 우측두엽절제술(right temporal lobectomy, RTL) 환자의 평균 연령은 26.8세(범위 16-41세)이었다. 두 집단의 간질발작 시작나이, 유발기간, 지능지수 및 와다전검사(Pre-Wada test) 성적은 유의한 차이는 없었다(Table 1).

2. 자극의 종류

검사에 사용되는 자극의 항목은 총해 사물의 그림(figure of common object), 단어(printed word), 추상적인 디자인(geometric design) 그리고 실물(real object)로 구성되었으며, 뒤 순서대로 네 유형의 자극이 세 번 반복되어 총 12개의 자극을 제시하였다(Fig. 1). 이런 자극의 세트는 4개가 있으며, 와다전검사와 좌반구 주사시(left hemisphere injection) 그리고 우반구 주사시(right hemisphere injection)에 각각 다른 세트를 이용하였다.



a. figure of object b. written word c. geometric design

Figure 1. Examples of Wada memory test stimuli of each category.

Table 1. Descriptive characteristics of left and right temporal lobe epilepsy patients

	LTL(n=15)		RTL(n=18)		Total(n=33)	
	M(SD)	Range	M(SD)	Range	M(SD)	Range
Age(years)	26.3(7.4)	10 - 40	26.8(8.1)	16 - 41	26.6(7.7)	10 - 41
Age of seizure onset(years)	13.2(8.7)	1 - 36	17.1(7.6)	0 - 27	15.4(8.2)	0 - 36
Seizure duration (years)	13.0(8.3)	1 - 27	9.7(4.6)	1 - 17	11.2(6.6)	1 - 27
Full scale IQ	99.1(11.6)	72 - 117	99.2(17.9)	78 - 127	99.1(15.0)	72 - 127
Verbal IQ	97.5(11.3)	74 - 117	99.0(17.0)	77 - 131	98.3(14.4)	74 - 131
Performance IQ	101.0(11.6)	75 - 116	99.0(17.0)	79 - 126	99.9(14.5)	75 - 126

LTL; left temporal lobectomy, RTL; right temporal lobectomy

Table 2. Mean pre-Wada memory performance^a (Standard deviation)

	Figure	Written word	Geometric design	Real object	Total
LTL	100.0(0.0)	84.4(21.3)	91.1(26.6)	97.7(8.6)	93.3(13.0)
RTL	94.4(23.5)	88.8(25.5)	88.8(25.5)	94.4(23.5)	91.6(23.3)

LTL; left temporal lobectomy, RTL; right temporal lobectomy

^aWada memory performance=(number of stimuli recognized/number of stimuli presented) *100

3. 와다기억검사(Wada memory test)

와다검사를 시행하기 전이나나 수 시간 전에 상기한 자극 세트를 이용하여, 아모바비탈을 주사하지 않은 상태에서 와다전검사를 시행하여 환자들의 협조정도를 평가하고 양측반구의 기억력(bilateral hemisphere memory)을 측정하여 기초기억력(baseline memory)으로 고려하였다.¹⁷

아모바비탈 주사에 앞서서 우선 환자에게 나중엔 기억력 검사를 할 예정이므로 앞으로 제시될 자극들을 잘 보고 가능한 한 많이 기억하고 있으라고 지시를 주었다.

경피적으로 대뇌동맥을 통하여 내경동맥에 도자를 위치시킨 후 뇌혈관조영술을 시행하여 관류패턴과 이상혈류 유무를 관찰한 후 아모바비탈 소듐 75-125mg을 생리식염수 5ml에 혼합한 후 3-5초 사이에 손으로 주사한 후 5ml 식염수로 세척(washing out)하였다. 주사순서는 수술한 측을 먼저 주사하여 검사한 후 약 40분 후에 반대쪽 반구를 검사하였다. 아모바비탈을 주사한 후 반신마비 여부를 확인하고 안구운동이 정상적인지 확인한 상태에서 검사할 자극을 환자의 정상적인 시야 쪽에 제시하였다. 자극들은 반대쪽 팔과 손의 세기가 정상적으로 돌아오기 전에 제시하게 되는데 보통 3-5분 정도가 소요되었다.

기억력 검사는 구역이 정상으로 회복되고 뇌파가 정상화되었을 때 시행하였는데 보통 주사 후 10분에 시작하였다. 먼저 자유회상 검사(free recall test)를 시행한 다음에 3개의 유사한 자극들과 함께 시각적으로 제시하여 그 중에서 정답을 고르도록 하는 재인기억검사(recognition memory test)를 실시하였다. 재인검사시에는 환자가 전혀 기억이 없다고 주장하여도 한 개를 선택하도록 하는 강제선택법(forced-choice method)을 사용하였으며, 본 연구에서는 재인검사만을 기억 검사에 이용하였다.

4. 통계분석

양측반구의 기억(hemispheric memory performance)은 반대쪽 반구를 마비시킨 동안 제시한 자극의 갯수와 10분 후 시행한 기억검사서 옳게 재인한 자극의 갯수를 백분율로 구하였다(number of stimuli recognized/number of stimuli presented)×100%.

판별분석(discriminant analysis)^{18,19}을 통해 좌우반구에 주사시에 제시한 네 종류의 기억 자극들 중에서 좌측 두엽간질과 우측두엽간질을 가장 잘 판별하게 해 주는 자극이 어떤 것인지 알아보고, 본 검사의 전체적인 분류율(classification rate)이 어느 정도인지 측정하였다.

좌반구 주사시의 기억검사에서 우반구 주사시 기억검사의

차이(즉, 우반구 기억-좌반구 기억)를 계산하여, 정해진 분류기준치에 따라 실제로 수술한 측과 동측으로 분류한 경우를 일치(correct), 반대측으로 분류한 경우를 불일치(incorrect), 그리고 분류할 수 없는 경우를 분류불가(undetermined)로 나누었다. 예를 들어, 분류기준치가 10%라면, 우반구기억에서 좌반구기억을 뺀 수치가 >10%인 경우에는 좌측두엽간질로 분류되고, <-10%인 경우에는 우측두엽간질로, 그 사이에 속하면 분류불가로 한 다음, 분류가 가능한 경우에는 실제 수술한 측과 비교하여 일치와 불일치로 구분하였다. 다른 연구자들^{13,20}이 사용한 다양한 분류기준치를 적용시켜서 두 집단의 분류율이 어떻게 달라지는지 Chi-square 검정으로 조사하였고, 가장 타당성 있는 기준치를 판별분석 결과와 비교하였다.

또한, 두 집단에서 각 자극에 따른 양측 반구간의 기억에 대한 영향과 기억의 물질 특이성을 알아보고자 양반구의 기억의 차이를 Paired-sample Student's t-test를 이용하여 분석하였다. 통계검사는 유의도가 0.05 미만인 경우에 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 와다전검사(Pre-Wada test)

과 또는 우측두엽절제술 후 두 집단의 모든 환자들에게서 간질 발작이 소실되었거나, 전조증상만을 보여 간질맞춤이 수술 받은 쪽의 측두엽에 있다는 것이 확인되었다. 두 집단의 전체 pre-Wada검사 성적은 집단 간에 차이가 없었으며 t(31)=0.25, ns), 검사 자극별로 살펴보면 두 집단 간의 유의한 차이를 보이는 자극은 없었다(그림; t(31)=0.91, ns. 단어; t(31)=0.54, ns. 디자인; t(31)=0.24, ns. 실물; t(31)=0.52, ns)(Table 2).

2. 와다검사의 정확도와 판별율

네 종류의 자극을 동시에 투입된 다중방식의 판별분석 결과(Table 3)에서, 정준상관계수(canonical correlation coefficient)가 0.7316로 검사 자극들과 두 집단 사이에 비교적 높은 상관관계를 보였다(p=0.0002). 판별분석을 이용한 와다검사의 판별율은 81.82%이었으며(Table 4), 이는 우연의 범칙에 의해 예측될 수 있는 확률(비율우연기준치)인 50.4%보다 31.4% 높게 나타났다 것이다.

수술 후의 성적이 모두 양호하였으므로, 수술한 측을 표준으로 삼아 와다검사의 정확도를 측정하였으며, 분류기준치는 10%, 15%, 20%와 25%를 조사하였다(Table 5).

분류기준치가 10%와 15%인 경우에는 일치가 75.8%, 불일치와 분류불가가 각각 12.1%이었다(2=26.7, df=2;

p=0,0000), 분류기준치가 20%인 경우에는 일치가 63,6%로 전자의 경우보다 낮았으나, 불일치는 12,1%로 같았다(2=19,8, df=2; p=0,0000), 반면에 분류기준치가 25%인 경우, 불일치율은 감소되었으나, 일치율이 45,5% 정도로 심하게 감소되었고, 분류불가율이 48,5%나 되었다(2=11,1, df=2; p=0,0039),

네 종류의 자극 중 그림 자극이 관벽의 가중치가 가장 크게 나타났으며, 다음이 디자인 자극이었고, 글씨는 두 집단의 판별에 가장 도움을 적게 주는 것으로 나타났다.

3. 자극의 종류에 따른 좌우반구의 기억의 차이

좌측두엽절제술집단(LTL)에서, 각 반구의 기억력은 자극의 종류에 따라 다르게 나타났다(Table 6), 주변에서

흔히 볼 수 있는 사물의 그림 자극의 경우에는 우반구 주사시(즉, 좌반구 기억력)보다 좌반구 주사시(우반구 기억력)에 높은 기억력을 나타냈고(t(14)=2,48, p=0,027), 디자인의 경우에도 통계적인 차이는 발견되지 않았으나 좌반구 주사시에 더 높은 기억력을 나타내는 경향이 있었다(t(14)=2,00, p=0,065), 그러나 단어와 실물의 경우에는 좌우반구 기억력의 차이가 발견되지 않았으며, 네 종류의 자극 전체를 고려하였을 때도 좌우반구의 차이를 보이지 않았다.

우측두엽절제술집단(RTL)에서는 네 종류의 자극 모두에서 우반구 주사시(좌반구 기억력)에 좌반구 주사시(우반구 기억력)보다 우수한 기억력을 나타냈고(그림; t(17)=5,30, p=0,000, 단어; t(17)=5,97, p=0,000, 디자인; t(17)=4,61, p=0,000, 실물; t(17)=4,60, p=0,000), 자극 전체를 고려한 경우에도 좌우반구의 유의한 차이가 있었다(t(17)=6,42, p=0,000).

Table 3. Results of discriminant analysis

Canonical correlation coefficient	function	0.7316 (p=0.0002)
standard discriminant coefficients	figure	0.7981
	word	-0.0568
	design	0.5247
	object	-0.1199
unstandard discriminant coefficients	figure	0.0181
	word	-0.0013
	design	0.0136
	object	-0.0027
constant		-0.3178
group centroids	LTL	1.1394
	RTL	-0.9495

LTL; left temporal lobectomy, RTL; right temporal lobectomy

Table 5. Accuracy for different lateralization criteria

Criteria	HMD>10%	HMD>15%	HMD>20%	HMD>25%
correct	25(75.8%)	25(75.8%)	21(63.6%)	15(45.5%)
incorrect	4(12.1%)	4(12.1%)	4(12.1%)	2(6.1%)
indeterminate	4(12.1%)	4(12.1%)	8(24.2%)	16(48.5%)
χ^2	26.7273	26.7273	19.8182	11.0909
df	2	2	2	2
p value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039

HMD; hemispheric memory difference, right hemisphere memory minus left hemisphere memory

Table 6. Mean Wada memory performance¹(standard deviation)

	Figure	Written word	Geographic design	Real object	Total
LTL					
L injection	80.0(27.6)	53.3(35.1)	51.1(30.5)	66.7(33.3)	64.2(23.6)
R injection	51.1(35.3)	53.3(30.3)	28.9(33.0)	64.4(29.4)	51.7(19.9)
RTL					
L injection	38.9(38.3)	27.8(28.5)	24.1(27.5)	35.2(33.2)	31.5(23.1)
R injection	92.6(18.2)	81.5(26.1)	61.1(34.7)	85.2(23.4)	80.1(20.0)

LTL; left temporal lobectomy, RTL; right temporal lobectomy

¹Wada memory performance = (number of stimuli recognized / number of stimuli presented) * 100

고 찰

1. 와다검사의 정확도와 편측화 기준

와다검사의 편측화의 분류기준치(lateralization criteria)는 연구자마다 달랐으며, 따라서 검사의 정확도도

Table 4. Classification rate of discriminant analysis

Actual group	predicted group	
	LTL	RTL
LTL(n=15)	12(80.0%)	3(20.0%)
RTL(n=18)	3(16.7%)	15(83.3%)

Percent of "grouped" cases correctly classified: 81.82%

LTL; left temporal lobectomy, RTL; right temporal lobectomy

다양하게 나타난다. Loring등¹⁸은 총 4개의 자극 중에서 좌우기억의 차이가 25%이상인 경우(즉 자극 수의 차이가 1개이상인 경우)를 편측화의 기준으로 정하여, 그림자극의 경우에는 56%를, 실물자극인 경우에는 60%의 정확도를 보였다. Perrine등²⁰은 총 6개의 자극 중에서 기억해낸 자극의 갯수의 차이가 2개이상인 경우를 편측화의 기준으로 삼아, 71.4%의 정확도를 보였다.

본 연구에서는 분류기준치를 임의로 정하지 않고 통계적 방법에 의하여 판별율을 구하였는데, 약 81.8%로 나타나서 본 검사와 통계적으로 신뢰할 만한 정확도를 가지고 있다고 할 수 있었다. 이 판별율을 기준으로 볼 때 본 간질병 환자의 경우에는 분류기준치를 15%정도로 잡는 것이 타당하다고 할 수 있겠다. 즉, 20%로 잡는 경우에는 통계적으로 계산된 판별율보다 19%정도로 낮았으며, 25%를 기준으로 했을 때는 우연히 관찰할 확률보다 낮은 일치율을 보여서 검사자제를 신뢰하기 힘들게 된다. 10%를 기준으로 한 경우에는 15%와 차이가 전혀 없었는데 이는 전체 자극의 수가 12개에 기인한다고 할 수 있다. 즉, 자극수의 차이가 한 개인 경우(1/12)에는 8.3%의 차이가 있고, 두개인 경우에는 16.7%의 차이를 보여서, 10%와 15% 사이의 차이는 나올 수 없어 두 경우에서 똑같은 결과를 초래하게 된 것이다.

따라서 와이드검사의 정확도는 검사자의 기준과 자극의 총 갯수에 의해 다양하게 나타날 수 있으므로, 각 검사실마다 판별분석 결과를 참고로 하여 적절한 기준치를 정하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

단계적으로 변인을 추가하는 변인선택방식(stepwise method)을 통한 판별분석에서, 네 가지 자극 중 그림 자극이 두 집단을 판별하는데 가장 영향이 큰 것으로 나타났는데, 이는 t-test 결과에서도 알 수 있듯이 두 집단 모두에서 그림 자극이 좌우반구의 기억차이가 가장 크게 나타난 결과와 잘 일치하는 소견이다. 또한, 실물 자극이나 글씨 자극은 상대적으로 두 집단을 구분하는데 상대적으로 영향이 적게 나타났는데, 이는 기억의 물질특이성이 두 집단의 판별에 영향을 미치는 간질적인 증거이기도 하다.

최근에 Loring¹⁹은 측두엽간질 환자에서 그림과 실물 두 종류의 자극을 이용한 와이드검사에서, 그림 자극의 경우에는 측두엽간질 환자에서는 편측화에 도움을 주었지만, 좌측두엽간질 환자에서는 좌우반구의 기억에 차이가 없었고, 실물 자극인 경우에는 두 군 모두에서 편측화가 가능하며, 간질병소 편측화에 있어서 그림 자극보다는 실물이 더 유용하다고 주장하여 본 연구와는 상반되는 결과를 보였다.

2. 자극의 종류에 따른 편측화 정도와 기억의 물질 특이성
와이드검사와 지능지수검사에서 자극 전체 및 각 자극에 대한 기억력이 있어서 두 집단간의 유의한 차이는 없어, 자극의 종류가 간질증점의 위치(좌 또는 우측두엽간질)에 따른 양측 반구의 기억(bilateral hemisphere memory) 손실에는 영향이 없는 것으로 나타났으며, 이는 일측 반구의 기억손실에 대해 반대측 반구의 보상작용으로 나타난 결

과이다.^{21,24}

좌측두엽절제술환자의 경우, 그림에 대한 편측화는 뚜렷하였으나, 단어와 실물에 대한 편측화는 되지 않았다. 디자인의 경우에는, 좌우반구의 기억차이가 어느 정도 있으나, 우반구의 기억이 51%정도로 그림 자극의 경우보다 상당히 감소되어 있는 것을 알 수 있었다.

이는 비언어적 기억에 대해서는 우반구(열성반구)가 우세하게 유지되었으나, 좌반구 기능인 언어적 기억은 감소되어 결국 좌우반구 기억에 차이가 없게 된 것이다. 또한 자극 전체를 고려했을 경우에도 좌우반구의 기억에 차이가 없는 것으로 나타났다.

따라서 좌측두엽간질 환자에서 와이드검사를 이용한 편측화 시에 전체 자극만을 고려할 것이 아니라 각 자극의 종류에 따라 세분해서 분석할 필요가 있고 특히 그림이나 디자인 등 비언어적 자극에 대한 고려가 간질증점의 편측화에 부가적인 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 열성반구보다 우성반구가 기억이 우세한 경향이 있으므로²² 좌우반구의 기억력이 비슷하게 나오거나 열성반구가 약한반 우세한 경우라도 이는 우성반구의 병변을 시사할 수 있는 소견이 될 수 있으므로 이 점도 고려를 해야 할 것이다.

우측두엽절제술환자에서는 자극의 종류에 관계없이 편측화가 뚜렷하였으나, 자극 전체에 대해서도 마찬가지로 소견이어서, 우측두엽간질에서는 간질병소의 편측화에 자극의 종류가 큰 영향을 미치지 않는 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서 좌측두엽간질인 경우에 단어나 실물 등 언어적 기억은 비교적 좌반구에 그림이나 디자인은 우반구에서 우세하게 나타나서, 기억의 자극 물질 특이성이 존재함을 알 수 있었다. 이는 좌반구 병변으로 인하여 감소된 언어적 기억에 대하여 우반구의 보상이 불충분하게 일어났기 때문이다. 반면에 우측두엽간질에서는 언어 및 비언어적 기억 모두에 대해 좌반구가 우반구보다 우세하게 나타나, 좌반구가 비언어적 기억에 대한 기능도 가지고 있으며 광범위하게 보상작용을 나타내고 있음을 알 수 있다.^{23,24} 그러나 디자인 자극이 다른 자극에 비해 기억력의 좌우 차이가 가장 컸는데, 이것은 디자인 자극이 언어적으로 부호화(verbal encoding)하기 어려워 좌반구의 보상작용이 적게 일어난 것에 기인한다.

3. 와이드검사에서 사용되는 자극

와이드검사에서 사용되는 자극은 각 센터마다 종류가 다양하고 같은 종류의 자극이라 하더라도 제시방법이나 평가방법이 서로 달라 표준화가 어려운 실정이고, 연구자마다 결과도 다양하게 나타나고 있다.^{1,10} Christianson²⁵의 연구에서는 좌측두엽간질에서는 구체적 단어(concrete word), 실물 그리고 얼굴 맞추기가, 우측두엽간질에서는 구체적 단어가 좌우반구에 유의한 기억차이를 보였고, 다른 연구에서는^{21,26} 언어적 기억이 간질병소에 관계없이 우성반구가 우세하므로, 언어적 자극이 간질병소의 편측화에 도움이 되지 않는다고 하였다. Perrine^{22,26}의 연구에서는 좌측두엽간질인 경우, 단어와 그림은 좌우반구에 차이를 보이지 않아 간질병

소의 편측화에 도움을 주지 못했다. 산술식과 디자인은 좌우반구의 기억력에 뚜렷한 차이를 보였다. 또한, 우측두엽간절에서는 반대의 결과를 나타내었고, 이러한 차이는 기억의 자극물질 특이성에 기인하므로 어느 특정 자극보다는 언어 및 비언어적 자극 모두를 고루 이용하는 것이 바람직하다고 주장하였다. Roman²⁰의 연구에서는 언어적 자극, 시각적 자극 그리고 자극 전체를 비교한 결과, 자극전체를 고려한 경우 간절축검의 편측화율이 가장 높았다.

본 간절 센터에서 외과검사에서 사용한 자극으로는, 언어적 기억에는 구체적인 단어(concrete word)를, 시각적 기억에는 그림과 디자인 그리고 실물을 이용하였는데, 자극이 시각적 기억에 편중되어 있고 디자인의 경우에는 순수한 시각적 기억을 검사할 수 있으나, 단어는 알상적인 생물이나 무생물로 구성되어 있어, 모든 사람들이 쉽게 검사받을 수 있다는 장점이 있지만, 시각적 부호화(visual encoding)가 쉽고, 의미(semantic mean)나 종류(category)가 상이한 것들로 구성되어서 쉽게 제언할 수 있다는 단점을 가지고 있다. 따라서 시각적 부호화가 어렵도록 추상적인 단어로 음성적으로 발음하기 힘든 단어로 만든다면 순수한 언어적 기억만을 검사할 수 있을 것으로 생각된다. 그림과 실물도 원칙적으로는 시각적 기억이지만 언어적으로 부호화하기가 용이하여 순수하게 시각적 기억만을 검사하기는 어렵다. 또한 얼굴 알아맞추기 같은 열성반구의 기억검사도 포함한다면 좀 더 정확한 검사가 될 것이다.

결 론

저자들은 일측성 측두엽간절 환자 중 수술 후 1년 이상 추적관찰에서 성적이 양호했던 33명의 환자들을 대상으로 외과검사결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 측두엽간절 환자에서의 전체 기억력은 병명의 편측에 관계없이 비슷하였다.
2. 본 간절센터에서 시행한 외과검사의 편별율은 81,82%로 통계적으로 신뢰할 수 있었고, 분류기준치를 좌우반구의 기억차이가 15%로 하였을 때 75,8%의 정확도를 보였다.
3. 좌 또는 우측두엽절제술집단을 구분하는 판별력이 가장 높은 자극은 그림 자극이었고, 다음은 디자인, 실물, 글씨 순이었다.
4. 좌측두엽절제술집단에서는 그림 및 디자인에 대한 기억은 우반구가 우세하였으나, 글씨와 실물에 대한 기억은 좌우반구가 차이가 없었고, 우측두엽절제술집단의 경우에는 모든 자극에 대하여 좌반구의 기억이 우세하였다.

REFERENCES

1. Rausch R and Langfitt JT. Memory evaluation during the intracarotid sodium amobarbital procedure. In: Lüders HO, ed. *Epilepsy surgery*. New York: Raven press, 1991;507-514.
2. Petersen RC, Sharbrough FW, Jack CR Jr. Intracarotid

- amobarbital testing. In: Wyllie E. 2nd eds. *The treatment of epilepsy: Principles and Practice*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993;1051-1061.
3. Rausch R, Silfvenius H, Wieser HG, Dodrill CB, Meador KJ, Jones-Gotman M. Intracarotid amobarbital procedures. In: Engel J Jr. 2nd eds. *Surgical treatment of the epilepsies*. New York: Raven Press, 1993;341-347.
4. Trenerry MR and Loring DW. Intracarotid amobarbital procedure. The Wada test. *Neuroimaging clinics of North America*. 1995;5(4):721-728.
5. Sass KJ, Lencz T, Westerveld M, Novelty R, Spencer DD, Kim JH. The neural substrate of memory impairment demonstrated by the intracarotid amobarbital procedure. *Arch Neurol* 1991;48:48-52.
6. Loring DW, Murro AM, Meador KJ, Lee GP, Gratton CA, Nichols ME, Gallagher BB, King DW, Smith JR. Wada memory testing and hippocampal volume measurement in the evaluation for temporal lobectomy. *Neurology* 1993; 43:1789-1793.
7. Loring DW, Lee GP, Meador KJ, Flanigin HF, Smith JR, Figueroa RE, Martin RC. The intracarotid amobarbital procedure as a predictor of memory failure following unilateral temporal lobectomy. *Neurology* 1990;40:605-610.
8. Dade LA and Jones-Gotman M. Sodium amobarbital memory tests: What do they predict? *Brain Cogn* 1997;33: 189-209.
9. Wyllie E, Naugle R, Chelune G, L ders H, Morris H, Skibinski C. Intracarotid amobarbital procedure: II. Lateralizing value in evaluation for temporal lobectomy. *Epilepsia* 1991;32(6):865-869.
10. 허균. Controversies in Wada test. In: *제4회 연세의료원 신경 심포지움* 1997;205-211.
11. Christianson SA, Saisa J, Silfvenius H. Hemisphere memory differences in sodium Amytal testing of epileptic patients. *J Clin Exp Neuropsychol* 1990;12(5): 681-694.
12. Perrine K, Gershengorn J, Brown ER, Choi IS, Luciano DJ, Devinsky O. Material-specific memory in the intracarotid amobarbital procedure. *Neurology* 1993;43:706-711.
13. Loring DW, Hermann BP, Perrine K, Plenger PM, Lee GP, Meador KJ. Effect of Wada memory stimulus type in discriminating lateralized temporal lobe impairment. *Epilepsia* 1997;38(2):219-224.
14. Loring DW, Meador KJ, Lee GP, King DW, Nichols ME, Park YD, Murro AM, Gallagher BB, Smith JR. Wada memory asymmetries predict verbal memory decline after anterior temporal lobectomy. *Neurology* 1995;45:1329-1333.
15. Kneebone AC, Chelune GJ, Dinner DS, Naugle RI, Awad IA. Intracarotid amobarbital procedure as a predictor of material-specific memory change after anterior temporal lobectomy. *Epilepsia* 1995;36(9):857-865.
16. Engel J Jr, Van Ness PC, Rasmussen TB, Ojemann LM. Outcome with respect to epileptic seizure. In: Engel J Jr.

- 2nd ed. *Surgical treatment of the epilepsies*. New York: Raven Press, 1993;609-621.
17. Christianson SA, Silfvenius H, Nilsson LG. Hemispheric memory of concrete and abstract information determined with the intracarotid sodium Amytal test. *Epilepsy Res* 1987;1:185-193.
 18. 오택성. *사회과학 데이터 분석법*. 서울: 낙남선서, 1992;353-387.
 19. 최서열, 김병중, 이성근. *SPSS/PC를 이용한 통계분석*. 서울: 학연사, 1997;167-190.
 20. Perrine K, Westerveld M, Sass KJ, Devinsky O, Dogali M, Spencer DD, Luciano DJ, Nelson PK. Wada memory disparities predict seizure laterality and postoperative seizure control. *Epilepsia* 1995;36(9):851-856.
 21. Jokeit H, Ebner A, Holthausen H, Markowisch HJ, Tuxhorn I. Reorganization of memory functions after human temporal lobe damage. *Neuro Report* 1996;7(10):1627-1630.
 22. 이주현, 강종구. Interhemispheric memory and language shift in temporal lobe epilepsy. [abstract]. *대한신경과학회지* 1997;15(5):133.
 23. Kim H, Yi S. The effect of early versus late onset of temporal lobe epilepsy on hemispheric memory laterality: an intracarotid amobarbital procedure study. *J Korean Med Sci* 1997;12(6):559-563.
 24. Saykin AJ, Gur RC, Sussman NM, O'Connor MJ, Gur RE. Memory deficits before and after temporal lobectomy: effect of laterality and age of onset. *Brain Cogn* 1989;9(2):191-200.
 25. Risse GL, Fangman MC, Gates JR. Left hemisphere superiority for verbal and visual recognition memory in patients undergoing the intracarotid sodium amylal test. *J Clin Exp Neuropsychol* 1993;15:100
 26. Roman DD, Beniak TE, Nugent S. Memory performance on the intracarotid amobarbital procedure as a predictor of seizure focus. *Epilepsy research* 1996;25:243-248.