

# 측두엽 간질환자의 경동맥내 아미탈 기억검사 : 뇌반구 전문화의 효과\*

김 흥 근

이 상 도 · 김 지 언 · 손 은 익

대구대학교 재활심리학과

제명대학교 의과대학 신경과 및 신경외과

본 연구는 자극유형이 측두엽 간질환자의 와다기억검사 결과에 미치는 효과를 검증하였다. 약제내성 난치성 측두엽 간질환자 중 간질수술 후 1년 이상의 추적관찰에서 수술성적이 양호한 자만을 연구 대상으로 하였다. 43명이 연구에 포함됐는데 이 중 26명은 좌측두엽 간질환자였고 17명은 우측두엽 간질환자였다. 기억자극은 내경동맥 amobarbital 주입으로 뇌반구가 마취된 상태에서 제시하였고 마취가 해소된 뒤 재인기억검사를 실시하였다. 일부 환자는 구상화 자극으로 검사를 실시하였고 다른 일부는 추상화 자극으로 실시하였다. 간질반구의 효과는 통계적으로 유의미했는데 좌측두엽 간질환자는 우뇌 기억이 더 우수하였고 우측두엽 간질환자는 좌뇌 기억이 더 우수하였다. 자극유형의 효과도 통계적으로 유의미했는데 구상적 그림의 기억은 좌뇌가 더 우수하였고 추상적 그림의 기억은 우뇌가 더 우수하였다. 이 결과는 병소부위와 더불어 자극유형이 와다기억검사 결과를 결정짓는 중요한 요인임을 보여준다.

경동맥내 아미탈 검사(intracarotid amobarbital procedure)는 Wada(1949)가 개발하여 일명 "와다검사"라는 애칭으로 불려지기도 한다. 와다검사에서는 내경동맥(internal carotid artery)에 마취제인 sodium amobarbital을 100mg 내외 주사하는데 마취기간은 약

3~4분으로 매우 짧다. 이때 언어반구(대부분 좌뇌)에 amobarbital이 주사된 경우는 피검자가 일시적으로 실어증세를 보이는 반면 비언어반구(대부분 우뇌)에 주사된 경우는 언어에 영향이 거의 없다. Rasmussen과 Milner(1977)는 와다검사를 이용하여 손잡이와

\* 이 논문은 1998학년도 대구대학교 학술연구비 일부 지원에 의한 논문임.

언어반구의 관련성을 밝힌 바 있는데 이는 매우 널리 인용되는 논문중의 하나이다. 이 연구에 의하면 오른손잡이의 경우 약 95%가 좌뇌에 언어기능이 있는 반면 나머지 5%는 우뇌에 언어기능이 있다고 한다. 왼손잡이의 경우에는 약 70%가 좌뇌에 언어기능이 있고, 15%는 우뇌에, 나머지 15%는 좌우뇌 모두에 언어기능이 있다고 한다.

측두엽 간질환자는 간질병소부위가 측두엽에 있는 환자를 지칭하는데 해마(hippocampus)를 비롯한 내측 측두엽구조에 병소부위를 가지고 있는 경우가 대부분이다(Babb & Brown, 1987). 간질병소부위는 좌우측 두엽 양측에 있는 경우도 있지만 일반적으로 한쪽 측두엽에 한정되어 있다. 측두엽 간질환자의 신경심리적 특징의 하나는 낮은 기억력인데 이는 기억에 중요한 역할을 하는 해마 및 주변구조가 손상되어 있는 것과 관련된다(Loring et al., 1993; Sass et al., 1991). Scoville과 Milner(1957)는 측두엽 간질환자의 수술치료에서 양측 내측 측두엽을 절제할 경우 심한 기억장애(global amnesia)를 일으킴을 사례보고 하였다. 이 사례는 H.M.이라는 이름으로 널리 알려지게 되었고 양측 측두엽 절제술(bilateral temporal lobectomy)이 더 이상 시행되지 않는 계기가 되었다.

H.M의 사례보고 후 측두엽 간질수술의 후유증으로 심한 기억장애를 보일 가능성이 있는 환자를 선별할 검사가 필요해졌다. 이러한 필요성에 대응하여 Milner, Branch 및 Rasmussen(1962)은 와다검사에 기억평가 요소를 도입하였다. 기억평가는 amobarbital 주입으로 한쪽 반구가 마취된 상태에서 기억자극을 제시하고 마취가 해소된 뒤 제시했던 자극에 대한 기억검사를 실시하는 방식으로 이루어졌다. Milner et al.(1962)은 수술을 받을 뇌반구가 마취된 상태에서 환자가 낮은 기억을 보이는 경우 수술을 받지 않을 반구의 내측 측두엽도 손상되어 있을 가능성이 크다고 추론하였다. 따라서 이런 환자들에게 측두엽 절제술을 시행할 경우 심한 기억장애가 올 가능성이 높다고 제안하였다. 이 논문의 발표 이후 측두엽 간질환자의 수술전 검사에서 와다기억검사는 필수적인 요소로 자리잡게 되었다.

보다 최근에는 와다기억검사를 간질병소반구의 편측화(lateralization)에 활용하려는 시도가 행해지고 있다(Loring et al., 1992). 이러한 임상적 적용의 핵심은 좌뇌와 우뇌의 기억기능을 비교하는 데 있다. 예를 들어 좌뇌의 기억기능이 우뇌의 그것보다 약한 경우 간질병소부위가 좌측두엽에 있을 가능성이 높은 것으로 해석된다. 이런 해석의 중요한 가정은 정상적인 좌우뇌가 그 기억검사에서 동일한 능력을 가진다는 것이다. 그러나 이러한 가정은 뇌반구 전문화(hemispheric specialization)의 관점에서 볼 때 문제가 있을 수 있다. 신경심리적 연구들은 언어적 자극의 기억이 좌측해마 및 주변구조에 더 발달되어 있는 반면 비언어적 자극의 기억은 우측해마 및 주변구조에 더 발달되어 있음을 보여준다(Milner, 1971). 따라서 와다기억검사의 결과는 환자의 병소부위에 의해서도 영향받지만 제시된 기억자극의 유형에 의해서도 영향을 받을 수 있다.

따라서 자극유형이 와다기억검사 결과에 미치는 효과를 아는 것은 검사결과의 임상적 해석에 매우 중요하다. 실제로 이러한 효과는 기존 와다 연구들에서 수차례 검토했던 바가 있다(Christianson, Säisä, & Silfvenius, 1990; Glosser et al., 1995; Perrine et al., 1993; Rausch & MacDonald, 1997). 그러나 이 연구들은 결과에 있어 일치하지 않는 문제점이 있다. 예를 들어 구상적 그림(concrete figures)의 기억에 관하여 어떤 연구(Perrine et al., 1993)는 좌뇌가 우세하다고 보고한 반면 다른 연구(Glosser et al., 1995)에서는 뚜렷한 좌우뇌 차이가 없었다. 추상적 그림(abstract figures)의 기억에서도 어떤 연구(Glosser et al., 1995)에서는 우뇌 우세로 나타난 반면 다른 연구(Christianson et al., 1990; Rausch & MacDonald, 1997)에서는 좌우뇌 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 이러한 기존 연구들간의 불일치를 고려하여 자극유형이 와다기억검사 결과에 미치는 효과를 재검토하였다. 검사대상은 약제내성 난치성 측두엽 간질환자들이었으며 검사자극은 구상적 그림과 추상적 그림이었다. 단어 등의 순수한 언어자극의 기억은 기존 연구결과(Christianson et al., 1990; Glosser et al., 1995;

Perrine et al., 1993; Rausch & MacDonald, 1997)가 좌뇌 우세를 확실히 제시하므로 검토에서 제외하였다.

자극 유형이 와다기억검사 결과에 미치는 효과가 기존 연구들에서 상이하게 나타난 것은 환자선발 요인, 기억자극의 자세한 측면, 와다검사 실시의 자세한 측면 등의 차이점에서 기인할 수도 있다. 그러나 가장 중요한 요인들 중의 하나는 자극 유형당 제시되는 문항수가 매우 적어(보통 2~3개 정도) 결과들의 신뢰성(reliability)이 낮은 탓이 큰 것으로 추정된다. 자극 유형당 문항수가 적은 근본적 이유는 와다검사의 마취시간이 짧아 검사가 빠른 시간내에 진행되어야 하기 때문이다. 이런 점을 고려하여 기존연구가 자극 유형을 피험자내 변인(within-subjects variable)으로 변화시킨 것과는 달리 본 연구에서는 자극 유형을 피험자간 변인(between-subjects variable)으로 변화시켰다. 따라서 일부 환자는 구상화 자극으로 검사를 실시하였고 다른 일부는 추상화 자극으로 검사를 실시하였다. 각 환자에게 제시된 자극 수는 8개로 자극 유형당 제시된 문항수가 기존의 유사한 연구들보다는 훨씬 많았다. 비교적 충분한 문항수를 제시함으로써 각 자극 유형에 대한 뇌반구 전문화 효과를 보다 선명하게 드러낼 수 있을 것으로 기대하였다.

## 방법

### 피검자

1994년 10월부터 1995년 11월 사이에 계명대학교 동산병원 간질센터에서 와다검사를 받은 간질환자들 중 다음 조건들을 충족시키는 환자들을 연구대상으로 하였다.: (가)수술전검사에서 단측성 측두엽 간질로 진단되었다, (나)측두엽 간질수술 후 1년 이상의 추적관찰에서 수술성적이 양호하였다(Class I or II; Engel et al., 1993), (다)와다언어검사에서 우반구 언어기능 우세로 나타나지 않았다. 총 43명이 위 조건들을 충족하였는데 26명은 좌측두엽 간질이고 17명은 우측

두엽 간질이였다. 수술전검사는 장시간 비디오뇌파 감시에 의한 발작 증후(ictal semiology), 발작간 및 발작시 뇌파소견, 자기공명영상(MRI), 단일광자방출단층촬영(SPECT) 및 신경심리검사를 포함하였다. 9명의 환자에게는 경막하전극에 의한 침습적 집중뇌파감시(invasive EEG monitoring)도 실시되었다.

환자들의 평균연령(±표준편차)은 28.6±7.1년이었고 남자는 28명이었고 여자는 15명이였다. 와다검사가 구상화 자극으로 실시된 환자는 23명(좌측 간질 13, 우측 간질 10)이었고 추상화 자극으로 실시된 환자는 20명(좌측 간질 13, 우측 간질 7)이였다. 이 두 집단간에 좌/우 환자비율, 남녀비율, 나이, 간질발작 시작나이, 학력, 수술결과 비율(Class I or II) 및 K-WAIS 지능(염태호 등, 1992)에서 통계적으로 유의미한 차이는 없었다(표 1 참고).

### 절차

와다검사는 환자가 누워있는 상태에서 뇌혈관조영술에 연이어 실시되었다. Amobarbital 주사에 앞서, 보여줄 그림들에 대해 나중에 물어볼 것이므로 잘 기억해두라고 주지시켰다. 경피적으로 대퇴동맥(femoral artery)을 통하여 도자를 위치시킨 후 생리식염수 10ml에 혼합된 amobarbital 100mg 내외를 손으로 4~5초간 주사하였다. 대부분의 검사에서 수술할 측에 주사가 먼저 되고 약 40분 뒤에 반대 측에 주사하였다. Amobarbital을 주사한 후 반신마비(hemiplegia)를 확인한 상태에서 간단한 언어검사가 실시되었다. 언어검사는 명령에 따르기(예, "혀 내밀어 보시오"), 그림 이름대기, 단어 읽기, 따라 말하기 등으로 구성되었으며 약 1분 정도의 시간이 소요되었다.

언어검사에 연이어 기억자극이 제시되었다. 구상화 자극은 흔히 볼 수 있는 사물, 동물 및 과일을 묘사한 원색 그림이었으며 추상화 자극은 직선과 곡선을 혼합하여 그린 불규칙한 도형이었다(그림 1 참고). 각 그림은 한 장씩 정상적인 시야 쪽에 약 5~10초간 제시되었으며 총 8장이 제시되었다. 각 피검자는 구상화 자극과 추상화 자극 중 어느 한 유형만 제시받았

표 1. 인구통계학적 및 임상변인 특징

변 인	자극유형	
	구상화(n=23)	추상화(n=20)
간질병소부위 (좌/우)	13 / 10	13 / 7
성 (남/녀)	16 / 7	12 / 8
수술결과(Class I / II)	15 / 8	14 / 6
년령	29.3 (6.5)	27.9 (7.7)
간질시작년령	13.7 (6.8)	13.0 (4.7)
교육년수	10.3 (4.3)	11.7 (2.0)
K-WAIS IQ*	83.1 (14.4)	87.1 (15.5)

\* 41명에게만 시행됨  
 ( ) 안은 표준편차

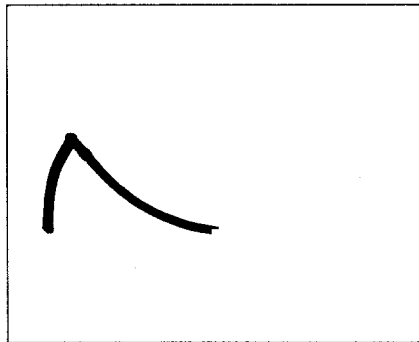
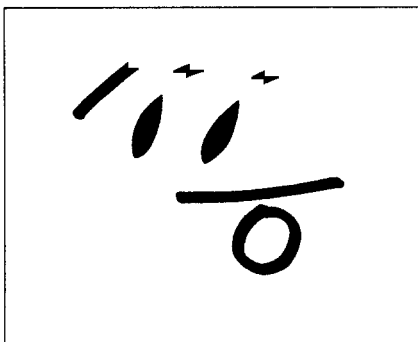
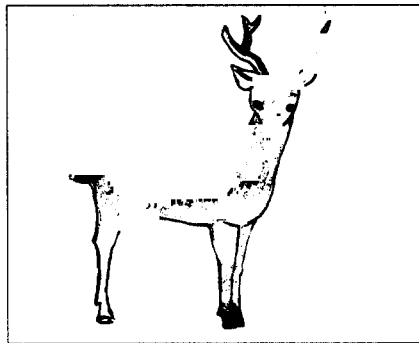
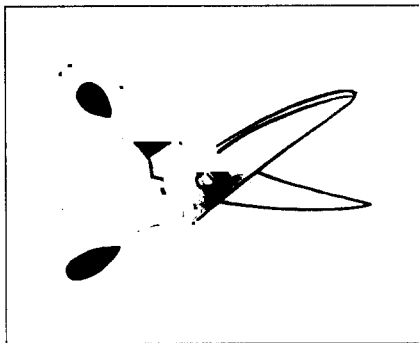


그림 1. 기억자극 예: 구상적 그림(위 2) 및 추상적 그림(아래 2)

다. 유형당 2세트의 자극을 만들어 좌우측검사에 번갈아 사용함으로써 연습효과를 최대한 배제하였다. 기억검사는 주사 시점으로부터 약 15분 뒤 반신마비가 완전히 해소된 뒤에 실시하였다. 검사방법은 예-아니오 재인(yes-no recognition) 이었는데 자극으로 제시되었던 8장의 그림과 제시되지 않았던 8장의 그림이 무선적인 순서로 하나씩 피검자에게 제시되었다. 피검자는 각 그림에 대해 보았던 그림인지 아닌지를 “예-아니오”로 구분하여 반응하였다. 맞은 재인(즉 제시되었던 그림에 대한 “예” 반응)당 1점이 가산되었으며 틀린 재인(즉 제시되지 않았던 그림에 대한 “예” 반응)당 1점이 감점되었다. 기억점수는 다음 공식을 사용하여 백분율을 구하였다.

$$\text{기억점수}(\%) = \frac{(\text{맞은 재인 수} - \text{틀린 재인 수})}{8} \times 100$$

## 결과

기억점수를 종속변인으로 삼원변량분석(three-way analysis of variance)을 실시하였다. 자극유형(구상화, 추상화)과 간질병소반구(좌측두엽, 우측두엽)는 피험자간 변인이었고, 검사반구(좌뇌, 우뇌)는 피험자내 변인이었다. 검사반구는 amobarbital이 주사된 반구의 반대편 반구, 즉 마취되지 않은 반구를 의미한다. 삼원변량분석 결과가 표2에 요약되어 있다. 자극유형의 주효과는 통계적으로 무의미하였다( $F(1, 39) < 1, n.s.$ ). 이 결과는 구상화 자극과 추상화 자극의 난이도

(37.2% vs 30.0%)가 비슷한 수준으로 통제되었음을 의미하였다.

간질병소반구와 검사반구의 상호작용효과가 통계적으로 유의미하였다( $F(1, 39) = 10.8, p < .005$ ). 그림 2는 이 효과를 묘사한다. 좌측두엽 간질환자의 우뇌는 좌뇌보다 기억수준이 높았다(42.3% vs 24.0%;  $F(1, 24) = 5.5, p < .05$ ). 반대로 우측두엽 간질환자의 좌뇌는 우뇌보다 기억수준이 높았다(46.2% vs 22.0%;  $F(1, 15) = 5.3, p < .05$ ).

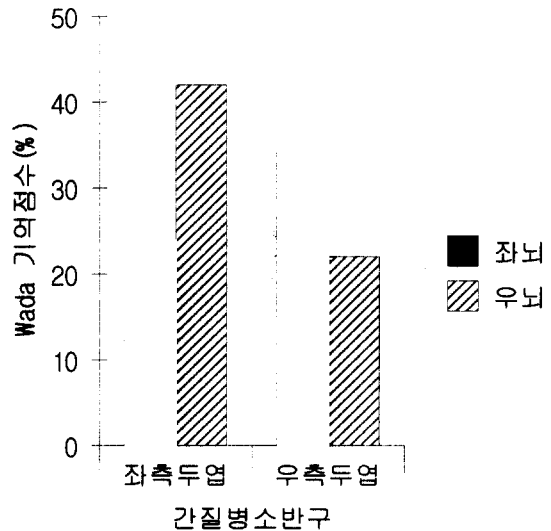


그림 2. 간질병소반구별 Wada기억점수 평균

자극유형과 검사반구의 상호작용효과도 통계적으로 유의미하였다( $F(1, 39) = 10.6, p < .005$ ). 그림 3은 이 효

표 2. 삼원변량 분석결과

변량원	df	F	sig.
간질병소반구	1, 39	.014	.905
자극유형	1, 39	.930	.341
검사반구	1, 39	.210	.649
간질병소반구 x 검사반구	1, 39	10.799	.002
자극유형 x 검사반구	1, 39	10.590	.002
자극유형 x 간질병소반구	1, 39	.042	.839
자극유형 x 검사반구 x 간질병소반구	1, 39	1.742	.195

과를 묘사한다. 구상화의 기억은 좌뇌가 우뇌보다 우수하였다(49.2% vs 25.2%;  $F(1, 21)=6.8, p<.05$ ). 반면에 추상화의 기억은 우뇌가 좌뇌보다 우수하였다(39.1% vs 21.0%;  $F(1, 18)=4.1, p<.06$ ). 삼원변량분석에서 다른 어떤 주효과나 상호작용효과도 통계적으로 무의미하였다.

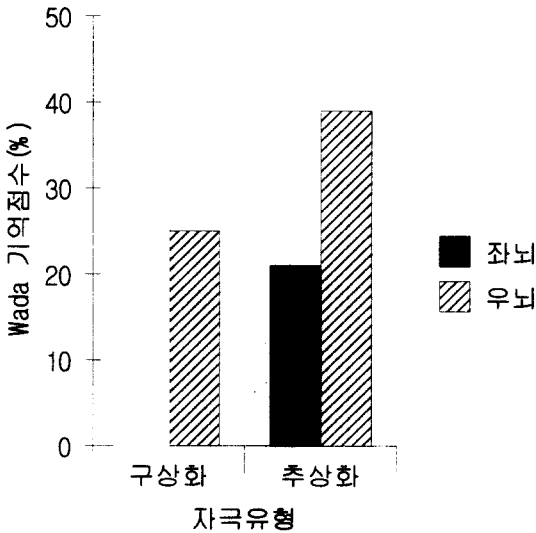


그림 3. 자극유형별 Wada기억점수 평균

자극유형의 효과를 보다 면밀히 검증하기 위하여 좌측두엽 및 우측두엽 환자내에서 그 효과를 각각 검증하였다. 좌측두엽 환자에서의 자극유형 효과가 그림 4에 묘사되어 있다. 자극유형이 추상화일 경우 우뇌가 좌뇌보다 기억수준이 의미있게 높았다(44.2% vs 13.5%;  $t(12)=4.1, p<.005$ ). 반면에 자극유형이 구상화일 경우는 좌뇌와 우뇌의 기억수준이 통계적으로 같았다(34.6% vs 40.4%;  $t(12)<1, n.s.$ ).

우측두엽 환자에서의 자극유형의 효과가 그림 5에 묘사되어 있다. 자극유형이 구상화일 경우 좌뇌가 우뇌보다 높은 기억수준을 보였다(63.8% vs 10.0%;  $t(9)=4.9, p<.005$ ). 반면에 자극유형이 추상화일 경우 좌뇌와 우뇌의 기억수준이 통계적으로 같았다(28.6% vs 33.9%;  $t(6)<1, n.s.$ ). 요약하여 좌측두엽 및 우측두엽 환자 모두에서 자극유형에 따라 와다기억검사 결과가 유의미하게 달랐다.

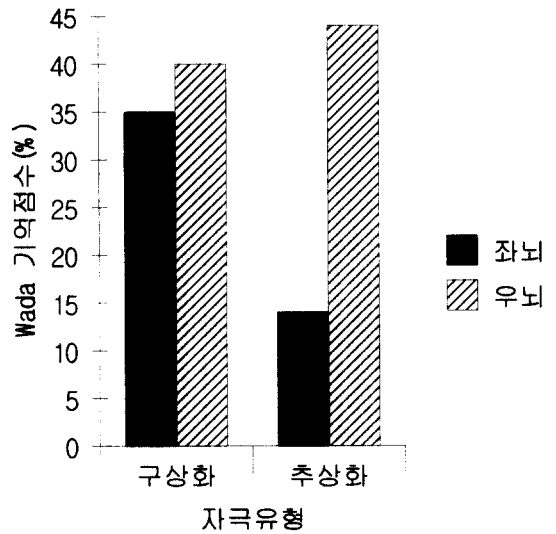


그림 4. 좌측두엽 간질환자: 자극유형별 Wada기억점수 평균

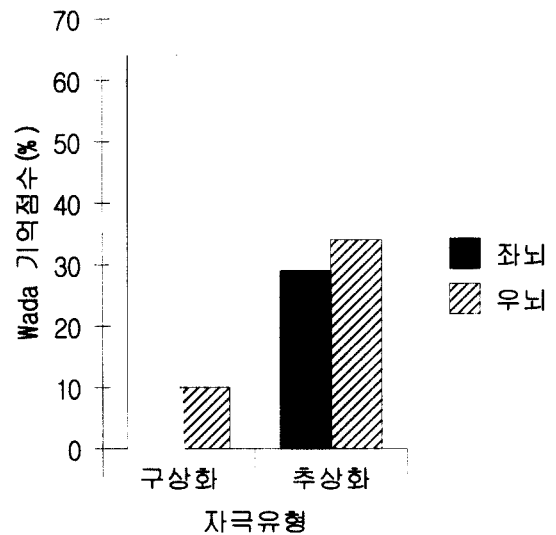


그림 5. 우측두엽 간질환자: 자극유형별 Wada기억점수 평균

### 논 의

본 연구의 주목적은 자극 유형이 와다기억검사 결과에 미치는 효과를 검증하는 것이었다. 결과는 구상화 자극의 기억은 좌뇌가 더 우수하고 추상화 자극

의 기억은 우뇌가 더 우수함을 보여주었다. 이러한 뇌반구 전문화 패턴은 구상화 자극이 쉽게 언어적 부호화(verbal encoding) 될 수 있는 반면에 추상화 자극은 그렇지 않다는 점과 관련된 것으로 생각된다. 이 점에서 이 결과는 좌뇌가 언어적 기능에 우세하고 우뇌가 비언어적 기능에 우세하다는 뇌반구 전문화에 관한 일반 가설(Springer & Deutsch, 1998)과 일치한다. 자극 유형이 와다기억검사 결과에 미치는 효과는 기존 연구들(Christianson et al., 1990; Glosser et al., 1995; Perrine et al., 1993; Rausch & MacDonald, 1997)에서 이미 검토된 바 있지만 결과에 있어 일치하지 않는 문제점이 있어왔다. 본 연구는 자극 유형당 충분한 문항수를 사용하여 그 효과를 보다 선명히 포착한데서 그 의의를 찾을 수 있다.

구상화 및 실물 자극(real objects)은 와다기억검사에서 가장 널리 사용되는 자극이다(Breier et al., 1997; Loring et al., 1997; 김홍근, 이상도, 1997; 안진영 등, 1996). 이 자극들이 널리 쓰이는데는 언어적 및 시각적 부호화, 즉 이중 부호화(dual encoding)가 가능한 자극은 좌우뇌 어느 쪽으로도 편향(bias)되어 있지 않다는 가정이 배경을 이루고 있다. 그러나 본 연구 결과 및 Kim et al.(1999)에 의하면 이 가정은 의심된다. 즉 이중 부호화가 가능한 자극의 기억은 좌뇌가 우뇌보다 더 우수한 것으로 보인다. 본 연구에서 추상화 자극의 기억에 우뇌가 더 우수한 것으로 나타난 것과는 달리 기존의 일부 연구(Christianson et al., 1990; Rausch & MacDonald, 1997)는 좌우뇌 차이가 없는 것으로 보고하였다. 이러한 차이는 추상화 자극이 저자들에 따라 매우 다양한 방식으로 그려질 수 있는 점과도 관련될 것이다. 언어적 부호화가 어렵게 그려진 추상화 자극일수록 우뇌가 좌뇌보다 우수한 결과를 얻을 확률이 높을 것으로 생각된다.

본 연구의 결과는 와다기억검사를 간질병소부위의 진단에 활용하려는 시도(Breier et al., 1997; Kim et al., 1999; Loring et al., 1993, 1997; 안진영 등, 1996)에 중요한 시사점을 가져다준다. 이러한 시도의 핵심 가정은 환자의 병소부위가 좌측두엽인 경우 좌뇌기억이 상대적으로 저조하고 우측두엽인 경우 우뇌기억이

상대적으로 저조하다는 것이다. 그러나 본 연구는 이 핵심가정이 어떤 자극유형이 쓰였느냐에 따라 맞을 수도 있고 틀릴 수도 있음을 보여준다. 즉 좌측두엽 간질환자에서 추상화 자극의 기억은 좌뇌가 상대적으로 저조한 반면에 구상화 자극의 기억은 좌우뇌가 비슷한 수준이었다. 반면에 우측두엽 간질환자에서는 구상화 자극의 기억은 우뇌가 상대적으로 저조한 반면에 추상화 자극의 기억은 좌우뇌가 비슷한 수준이었다. 이러한 결과는 환자의 병소부위와 더불어 자극유형에 대한 뇌반구 전문화가 와다기억검사 결과를 결정짓는 결과로 이해할 수 있다.

즉 좌측두엽 간질환자에서 추상화 기억이 좌뇌가 저조한 결과는 좌뇌의 기억기능 손상과 더불어 추상화 기억에 대한 우뇌 전문화를 반영할 것이다. 반면에 이 환자들에서 구상화 기억이 좌우뇌가 비슷한 것은 구상화 기억에 대한 좌뇌 전문화가 좌뇌의 기억 손상에 의해 상쇄된 것일 것이다. 비슷한 원리로 우측두엽 간질환자에서 구상화 기억이 우뇌가 저조한 결과는 우뇌의 기억기능 손상과 더불어 구상화 기억에 대한 좌뇌전문화를 나타낼 것이다. 반면에 이 환자들에서 추상화 기억이 좌우뇌가 비슷한 것은 추상화 기억에 대한 우뇌 전문화 효과가 우뇌의 기억손상에 의해 상쇄된 것일 것이다. 저자들은 이러한 임상적 해석의 문제를 이 논문의 자매논문인 김홍근 등(1999)에서 보다 깊이 있게 다루었다. 결론적으로 본 연구는 와다기억검사 결과를 해석하는 데 자극유형에 대한 뇌반구 전문화가 고려해야 할 가장 중요한 사항들 중의 하나임을 보여준다.

## 참고문헌

- 김홍근, 이상도 (1997). The effect of early versus late onset of temporal lobe epilepsy on hemispheric memory laterality: An IAP study. *Journal of Korean Medical Science*, 12, 559-563.
- 김홍근, 이상도, 김지언, 손은익 (1999). 측두엽 간질 환자의 경동맥내 아미달 기억검사: I. 병소부위

- 의 편측화. *대한신경과학회지*, 17, 88-93.
- 안진영, 조용진, 남현우, 이상건, 이상복, 명효진, 이동수, 이명철 (1996). 측두엽성 간질환자에서의 병소의 기능적인 국소화 측면에 있어 IAP와 18-FDG PET의 효용성 및 관련성에 관한 연구. *대한신경과학회지*, 14, 717-724.
- 염태호, 박영숙, 오경자, 김정규, 이영호 (1992). *K-WAIS 실시요강*. 서울: 한국 가이던스.
- Babb, T. L., & Brown W. J. (1987). Pathological findings in epilepsy. In J. Engel (Ed.), *Surgical treatment of the epilepsies* (pp. 511-540). New York: Raven Press.
- Breier, J. I., Thomas, A. B., Plenger, P. M., Wheless, J. W., Brookshire, B. L., Papanicolaou, A., & Willmore, L. J. (1997). Asymmetries in the effect of side of seizure onset on recognition memory following intracarotid amobarbital procedure. *Epilepsia*, 38, 1209-1215.
- Christianson, S., Säisä, J., & Silfvenius, H. (1990). Hemisphere memory differences in sodium amytal testing of epileptic patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 12, 681-694.
- Engel, J., Van Ness, P. C., Rasmussen, T. B., & Ojemann, L. M. (1993). Outcome with respect to epileptic seizures. In J. Engel (Ed.), *Surgical treatment of the epilepsies* (2nd Ed, pp. 609-621). New York: Raven Press.
- Glosser, G., Saykin, A. J., Deutsch, G. K., O'Connor, M. J., & Sperling, M. R. (1995). Neural organization of material-specific memory functions in temporal lobe epilepsy as assessed by the intracarotid amobarbital test. *Neuropsychology*, 9, 449-456.
- Kim, H., Yi, S., Kim, J., & Son, E. I. (1999). Lateralizing value of the Wada memory test in non-Western patients with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Research*, 33, 125-131.
- Loring, D. W., Hermann, B. P., Perrine, K., Plenger, P. M., Lee, G. P., & Meador, K. J. (1997). Effect of Wada memory stimulus type in discriminating lateralized temporal lobe impairment. *Epilepsia*, 38, 219-224.
- Loring, D. W., Meador, K. J., Lee, G. P., & King, D. W. (1992). *Amobarbital effects and lateralized brain function*. New York: Springer-Verlag.
- Loring, D. W., Murro, A. M., Meador, K. J., Lee, J. P., Gratton, C. A., Nichols, M. E., Gallagher, B. B., King, D. W., & Smith, J. R. (1993). Wada memory testing and hippocampal volume measurements in the evaluation for temporal lobectomy. *Neurology*, 43, 1789-1993.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27, 272-277.
- Milner, B., Branch, C., & Rasmussen, T. (1962). Study of short-term memory after intracarotid injection of sodium amytal. *Transactions of American Neurological Association*, 87, 224-226.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1998). *Left brain right brain*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Perrine, K., Gershengorn, J., Brown, E. R., Choi, I. S., Luciano, D. J., & Devinsky, O. (1993). Material-specific memory in the intracarotid amobarbital procedure. *Neurology*, 43, 706-711.
- Rasmussen, T., & Milner, B. (1977). The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of New York Academy of Sciences*, 299, 355-369.
- Rausch, R., & MacDonald, K. (1997). Effects of hemisphere speech dominance and seizure focus on patterns of behavioral response errors for three types of stimuli. *Brain and Cognition*, 33, 161-177.



- Sass, K. J., Lencz, T., Westerveld, M., Novelly, R. A., Spencer, D. D., & Kim, J. H. (1991). The neural substrate of memory impairment demonstrated by the intracarotid amobarbital procedure. *Archives of Neurology*, *48*, 48-52.
- Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *20*, 11-21.
- Wada, J. (1949). A new method for determination of cerebral speech dominance: a preliminary report on the intracarotid injection of sodium amytal in man. *Igaku Seibutsugaku*, *14*, 221-222.

## **Memory Functions of Temporal Lobe Epileptic Patients in the IAP: Effects of Hemispheric SpecializationM**

**Hongkeun Kim**

Department of Rehabilitation Psychology, Taegu University

**Sangdoe Yi, Jieun Kim, Eun Ik Son\***

Department of Neurology and Neurosurgery\*, Keimyung University

The present study examined the effects of stimulus type on Wada memory results. The subjects were 43 patients with medically intractable temporal lobe epilepsy (TLE) who had a good seizure outcome following epilepsy surgery. Of these, 26 had the epileptogenic foci in the left temporal lobe and 17 in the right temporal lobe. The Wada memory stimuli were concrete figures for 23 subjects and abstract figures for the other 20 subjects. The stimuli were presented during effects of amobarbital and follow-up memory testing was performed using a yes-no recognition method. The left TLE group demonstrated better recall following left than right hemisphere injection, whereas the right TLE group scored higher following right than left hemisphere injection. The left hemisphere was superior to the right hemisphere for recognition memory of concrete figures, whereas the right hemisphere was superior to the left hemisphere for recognition memory of abstract figures. These findings indicate that stimulus type as well as seizure lateralization is a major determinant of Wada memory asymmetries.