원 저

대한신경과학회지 17(1):88~93, 1999 ISSN 1225-7044

측두엽 간질환자의 경동맥내 아미탈 기억검사: 병소부위의 편측화

대구대학교 재활심리학과*, 계명대학교 의과대학 신경과** 및 신경외과***

김홍근* · 이상도** · 김지언** · 손은익***

Memory Functions of Temporal Lobe Epileptic Patients in the Intracarotid Amobarbital Procedure: Lateralizing Value

Hongkeun Kim, Ph.D.*, Sangdoe Yi, M.D., Jieun Kim, M.D.**, Eun-Ik Son, M.D.*****

Department of Rehabilitation Psychology, Taegu University,*
*Department of Neurology** and Neurosurgery***, Keimyung University*

Backgrounds : To examine the effects of seizure laterality and stimulus type on Wada memory performance in patients with temporal lobe epilepsy(TLE). **Methods** : The subjects were 43 patients with medically intractable TLE(left TLE 26, Right TLE 17) who had no or rare seizures after surgery. The memory stimuli were concrete figures for some subjects and abstract figures for the other subjects. **Results** : A clinical criterion of at least 2-points difference between left and right injections correctly classified 31(72%) patients into left and right TLE groups, with 4(9%) patients falsely classified. A discriminant function analysis(DFA) based on left and right injection scores allowed for a correct classification of 37(86%) patients into left and right TLE groups. When the memory stimuli were concrete figures, the correct classification rate was greater for right than left TLE patients. In contrast, with abstract figures, the correct classification rate was greater for left than right TLE patients. **Conclusions** : The Wada memory test is a valuable diagnostic aid in lateralizing temporal epileptogenic foci. Stimulus type as well as seizure lateralization is a major determinant of Wada memory asymmetries.

J Kor Neurol Ass 17(1):88~93, 1999

Key Words : Intracarotid amobarbital procedure, Wada test, Temporal lobe epilepsy, Epilepsy surgery

서 론

경동맥내 아미탈검사(intracarotid amobarbital procedure), 일명 와다검사는[1] 측두엽 간질환자의 수술전 검사의 하나로 널리 사용되고 있다. 이 검사는 내경동맥(internal carotid artery)에 sodium amobarbital을 주사하여 한쪽 반구를 비활성화시킨 상태에서 반대편 반구의 인지적 기능(예, 언어, 기억)을 평가한다. 와다검사는 초기에는 언어반구성을 결정하는 검사로만 알려져왔으나 여러 연구자들에 의해 임상적 활용도가 넓혀져왔다. 측두엽 간질환자의 수술전 검사에서 현재까지 제시된 와다검사의 주요 목적은 다음과 같다:(가) 언어반구가 좌측인지 우측인지를 결정한다,(나) 수술후 전체성 기억장애(global amnesia)를 일으킬 수 있는 환자를 선발한다,[2] (다) 간질병소반구가 좌측인지 우측인지를 진단한다,[3] (라) 수술성적에 관한 예후를 예측한다.[4]

저자들은 와다검사가 측두엽 간질환자의 병소부위가 좌측인지 우측인지를 변별하는데 얼마나 유용한지를 연구하였다. 와다검사를 이용한 측두엽 병소부위 진단의 배경은 이 환자들의 다수에서 해마(hippocampus)를 비롯한 내측 측두엽 구조의 병변이 발견되는 것에 근거한다.[5] 이 구조들이 기억기능에 중요한 역할을 한다는 것은 거듭 밝혀진 바 있다.[6] 따라서 좌뇌가 우뇌보다 기억력이 낮으면 좌측두엽 간질로 추정하고, 우뇌가 좌뇌보다 기억력이 낮으면 우측두엽 간질로 추정하게 된다. 이러한 진단의 정확도를 보고한 연구들이 Table 1에 요약되어 있다. 간질병소반구가 정확히 변별된 비율이 낮게는 43%에서[7] 높게는 81%까지[8] 이른다. 국내 연구진에 의해서도 와다기억검사를 주제로 한 논문들이 수차례 발표된 바 있는데 진단정확도는 약 70-80% 내

Manuscript received September 18, 1998.
Accepted in final form November 24, 1998.
* Address for correspondence
Hongkeun Kim, Ph.D.
Department of Rehabilitation Psychology,
Taegu University, Daemyung-dong 2288,
Nam-ku, Taegu, 705-714, Korea
Tel : +82-53-650-8295 Fax : +82-53-650-8259
E-mail : hongkn@biho.taegu.ac.kr
* 이 논문은 1998학년도 대구대학교 학술연구비 일부 지원에 의한 논문임.

Table 1. *Summary of relevant prior IAP studies*

Study	Sample	Memory Stimuli	Correct classification rate		
			LTL	RTL	Total
Wyllie et al.[7]	LTL 20 RTL 17	5 words, 4 objects 4 phrases, 3 pictures 2 shapes, 1 number 1 color	35%	53%	43%
Loring et al.[8]	LTL 13 RTL 7	8 objects	85%	71%	80%
Westerveld et al.[9]	LTL 14 RTL 7	4 pictures, 2 words 2 shapes, 1 color 1 arithmetic	50%	43%	48%
Perrine et al.[10]	LTL 39 RTL 31	2 pictures, 2 words 1 shape, 1 arithmetic	38%	97%	64%
Hamberger et al.[11]	LTL 14 RTL 7	4 pictures, 2 objects 1 word, 1 shape 1 rhyme, 1 sound	79%	86%	81%
Loring et al.[12]	LTL 47 RTL 49	8 objects	45%	76%	60%
Kneebone et al.[13]	LTL 32 RTL 49	5 words, 4 objects, 4 phrases, 3 pictures 2 shapes, 1 number 1 color	47%	67%	59%
Breier et al.[14]	LTL 22 RTL 28	8 objects	50%	86%	70%
안진영 등[15]	LTL 26 RTL 27	3 pictures, 1 word 1 sentence, 1 color 1 arithmetic, 1 shape	50%	89%	70%

LTL=Left temporal lobe epilepsy, RTL=Right temporal lobe epilepsy

외였다.[15-17] 연구들에 따라 이렇게 결과에 편차가 나는 것은 환자선발 요인, 결과해석 및 와다검사의 세부측면 등에서의 차이에서 비롯되는 것이라고 생각된다.

Table 1에서 또 하나 주목되는 것은 거의 모든 연구들에서 우측두엽 간질환자에 대한 진단 정확도가 좌측두엽 간질환자에 대한 그것보다 높다는 점이다. Table 1에 요약된 연구들을 종합하면 병소부위와 와다기억검사 결과의 일치율이 우측두엽 간질환자에서는 77.0%(171/222)에 이른다. 반면에 이 비율이 좌측두엽 간질환자에서는 48.9%(111/227)에 불과하다. 이러한 두 집단간의 차이는 통계적으로 매우 유의하다(χ^2=38.01, p<.00000001). Table 1에 요약된 연구들 중 두 연구에서는[8,9] 좌측두엽 간질에 대한 진단 정확도가 우측두엽 간질의 그것보다 오히려 높게 보고되었다. 그러나 두 연구는 표집 크기가 작고 그 중 한 연구는[9] 아동만을 연구대상으로 한 점 등 결과의 신뢰성이 상대적으로 떨어진다고 하겠다.

병소부위와 와다검사 결과의 일치율이 우측두엽 간질에서 좌측두엽 간질보다 상대적으로 높다는 점은 이전 연구들에서도 언급된 바 있다.[10,15,18] 이러한 차이는 결국 좌뇌 amobarbital 주입시 기억점수가 우뇌 amobarbital 주입시의 그것에 비해 상대적으로 낮은 경향을 반영한다. 그렇다면 왜 좌뇌 amobarbital 주입시 기억점수가 낮은가? 적어도 다음 두 가지 가설이 가능하다. 첫째 가설은 현재 와다검사에서 단어, 사물의 그림, 실물등 언어적 부호화(verbal encoding)가 쉬운 자극들이 주로 사용되고 있는 점을 주목한다(Table 1 참고). 이 가설에 따르면 좌뇌 amobarbital 주입시 점수가 낮은 것은 언어적 자극의 기억에서 우뇌가 좌뇌에 비해 열등한 것을[19] 반영한다. 둘째 가설은 좌뇌에 amobarbital 주입시 언어소실 및 의식수준의 저하가[20] 있는데 이로 인하여 기억점수가 낮아진다는 것이다. 언어소실 및 의식수준의 저하는 자극유형과는 관계없기 때문에 이 가설은 첫 번째 가설과 근본적으로 다르다. 저자들은 이런 점에 착안하여 기억자극의 유형(언어적, 비언어적)이 간질병소부위와 와다검사결과의 일치율에 어떤 효과를 미치는가를 검증하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

1994년 10월부터 1995년 11월 사이에 계명대학교 동산병원 간질센터에서 와다검사를 받은 간질환자들 중 다음 조건들을 충족시키는 환자들을 연구대상으로 하였다.: (가) 수술전 검사에서 일측성 측두엽 간질로 진단되었다, (나) 간질수술후 1년 이상의 추적관찰에서 수술성적이 양호하였다(Class I or II),[3] (다) 와다언어검사에서 우반구 언어기능 우세로 나타나지 않았다. 총 43명이 위 조건들을 충족하였는데 26명은 간질병소부위가 좌측두엽이었고 17명

은 우측두엽이었다. 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. 전체 환자들의 평균연령(±표준편차)은 28.6±7.1년이었고 남자는 28명, 여자는 15명이었다. 간질발작시작 평균연령은 13.3±5.9년이었다.

Table 2. *Patient characteristics*

Variables	Wada stimulus type	
	Concrete figures	Abstract figures
N	23	20
Seizure onset(L/R)	13 / 10	13 / 7
Gender(M/F)	16 / 7	12 / 8
Seizure outcome(Class Ⅰ/Ⅱ)	15 / 8	14 / 6
Age at time of testing(M±SD)	29.3(6.5)	27.9(7.7)
Seizure onset age(M±SD)	13.7(6.8)	13.0(4.7)
Education(M±SD)	10.3(4.3)	11.7(2.0)
K-WAIS IQ*(M±SD)	83.1(14.4)	87.1(15.5)

*available in 41patients only.

그림들에 대해 나중에 물어볼 것이므로 잘 기억해두라는 점을 피검자에게 주지시켰다. 경피적으로 대퇴동맥을 통하여 도자를 위치시킨 후 생리식염수 10㎖에 혼합된 amobarbital 100㎎ 내외를 손으로 4-5초간 주사하였다. 대부분의 검사에서 수술할 측에 주사가 먼저 되고 약 40분 뒤에 반대측에 주사하였다. Amobarbital을 주사한 후 반신마비(hemiplegia)를 확인한 상태에서 간단한 언어검사가 실시되었다. 언어검사는 명령에 따르기(예, "혀 내밀어보시오"), 그림 이름대기, 단어 읽기, 따라 말하기 등으로 구성되었으며 약 1분 정도의 시간이 소요되었다.

언어검사에 연이어 기억자극이 제시되었다. 43명의 환자 중 23명(좌측두엽 간질 13, 우측두엽 간질 10)에게는 구상적 그림(concrete figures)을 기억자극으로 제시하였고 20명(좌측두엽 간질 13, 우측두엽 간질 7)에게는 추상적 그림(abstract figures)을 제시하였다. 이 두 집단간에 좌/우 환자비율, 남녀비율, 나이, 간질발작 시작나이, 학력, 수술결과 비율(Class Ⅰ or Ⅱ) 및 K-WAIS 지능에서[21] 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2 참고). 구상화 자극은 흔히 볼 수 있는 사물, 동물 및 과일을 묘사한 원색 그림이었으며 추상화 자극은 직선과 곡선을 혼합하여 만든 불규칙한 도형이었다(Fig. 1 참고). 각 자극유형당 그림의

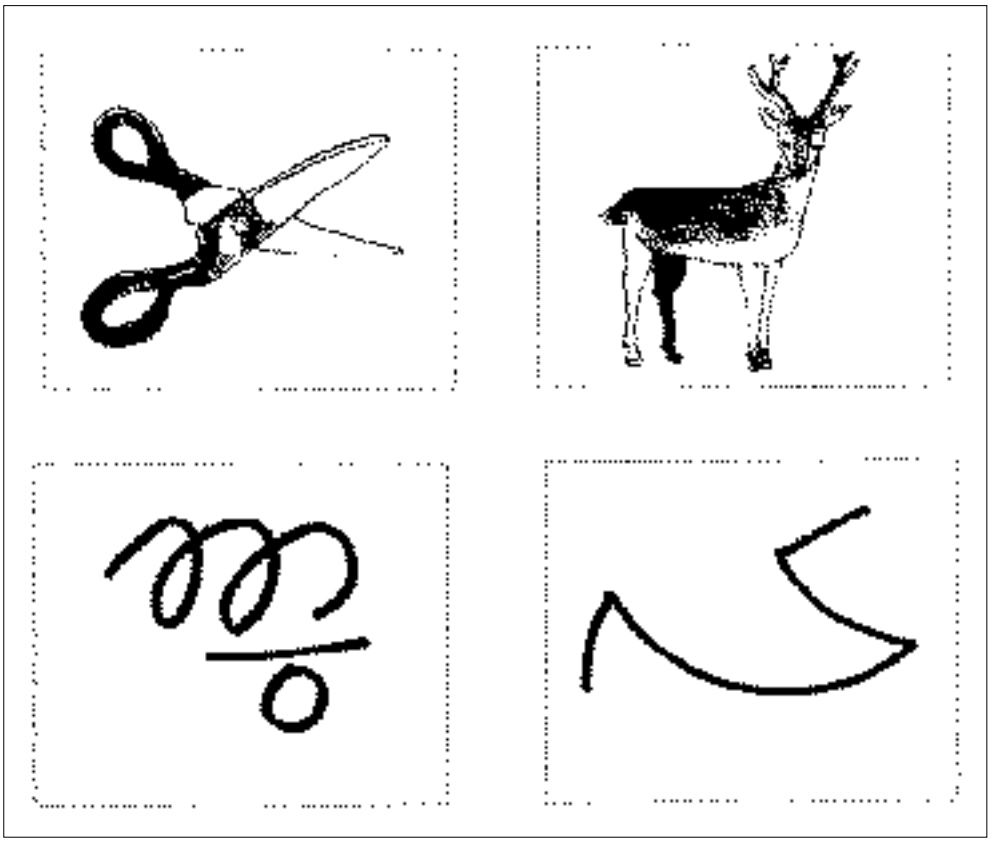

Figure 1. *Examples of concrete(upper panel) and abstract figures(lower panel)*

2. 와다검사절차

와다검사는 환자가 누워있는 상태에서 뇌혈관조영술에 연이어 실시되었다. Amobarbital 주사에 앞서, 보여줄 수는 8장이었으며 한 장씩 정상적인 시야 쪽에 약 5-10초간 제시하였다. 각 자극유형당 2세트의 자극을 만들어 좌/우측검사에 번갈아 사용함으로써 연습효과를 최대한 배제하도록 하였다.

기억검사는 주사 시점으로부터 약 15분 뒤 반신마비가 완전히 해소된 뒤에 실시하였다. 검사방법은 예-아니오 재인(yes-no recognition) 검사였는데 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. 피검자의 반응은 맞은 재인(즉 제시되었던 그림에 대한 "예"반응)과 틀린 재인(즉 제시되지 않았던 그림에 대한 "예"반응)으로 구분하여 기록하였다.

3. 통계분석

와다기억검사 결과에 근거한 간질병소부위의 예측은 좌우점수차이를 이용하거나 판별함수분석(DFA, discriminant function analysis)을 실시하였다. 판별함수분석에는 "Jackknife"분석도 포함시켰다. 이 방법은 한 피검자를 제외한 나머지 피검자(즉, n-1)만으로 판별함수를 계산하고 그 함수에 근거하여 제외된 피검자가 옳게 판별되는가를 검증하는 것인데 피검자 수 만큼 이 과정을 반복한다.[22] 이 방법은 해당 표집의 우연적인 요소에 의해 덜 좌우되므로 일반적 판별함수분석에서 얻어지는 것에 비해 보다 신뢰로운 판별성적을 산출한다.

결 과

1. 개인별 점수

각 환자에 대한 와다기억검사의 맞은 재인(CR, correct recognition)과 틀린 재인(FP, false-positive)의 기록이 Table 3에 제시되어 있다. 두 가지 분석을 실시하였는데 한 분석에서는 FP에 대하여 교정한 점수를 다른 분석에서는 FP에 대하여 교정하지 않은 점수를 각각 측정치로 사용하였다. 결과는 FP에 대해 교정하지 않았을 때 와다검사결과와 간질부위의 일치율이 더 높았다. 여기서는 보고의 간결성을 고려하여 FP에 대하여 교정하지 않은 점수에 근거한 분석만을 기술하였다.

2 좌우차이에 의한 변별

좌우측 와다기억검사에서 CR차이가 2문항 이상(즉 25% 이상)임을 기준으로 하여 간질병소를 예측한 결과가 Table 4에 제시되어 있다. 와다검사결과(좌측우세, 우측우세)와 간질병소(좌측간질, 우측간질)는 통계적으로 유의한 관련이 있었다(χ^2=17.3, p<.001). 즉 간질병소가 좌측일 경우 좌측 amobarbital 주입시 기억이 더 높은 경향이 있었고 간질병소가 우측일 경우 우측 amobarbital주입시 기억이 더 높은 경향이 있었다. 전체 환자에서 와다검사결과와 간질병소가 일치한 비율은 72%였고, 불일치 즉 반대로 나온 비율은 9%였다. 나머지 19%에서는 좌우차이가 1문항 이하여서 결론을 내릴 수 없었다.

자극유형별로 보면 구상화집단(n=23, χ^2=8.8, p<.01) 및 추상화집단(n=20, χ^2=5.1, p<.05) 모두에서 와다검사결과와 간질병소는 통계적으로 유의한 관련이 있었다. 구상화집단에서는 와다검사결과와 간질병소가 74%에서 일치, 9%에서 불일치, 17%에서 미결론이었다. 추상화집단에서는 72%에서 일치, 9%에서 불일치, 19%에서는 미결론이었다. 구상화집단에서는 와다검사결과와 간질병소의 일치율이 좌측두엽 간질환자 69%, 우측두엽 간질환자 80%로 우측두엽 간질환자가 상대적으로 더 높았다. 반면에 추상화집단에서는 일치율이 좌측두엽 간질환자 77%, 우측두엽 간질환자 57%로 좌측두엽 간질환자가 상대적으로 더 높았다.

Table 3. *Wada memory results for individual patients(max score=8)*

Patient	Wada	Seizure	Right Injection		Left Injection	
No	stimulus type	onset	CR	FP	CR	FP
1	Concrete	Left	3	3	5	2
2	Concrete	Left	3	2	6	1
3	Concrete	Left	4	0	8	1
4	Concrete	Left	5	1	7	3
5	Concrete	Left	1	0	5	0
6	Concrete	Left	5	1	4	1
7	Concrete	Left	6	0	5	8
8	Concrete	Left	1	0	3	0
9	Concrete	Left	7	0	7	1
10	Concrete	Left	1	0	3	0
11	Concrete	Left	1	0	3	0
12	Concrete	Left	6	0	1	1
13	Concrete	Left	0	0	4	1
14	Concrete	Right	3	0	0	0
15	Concrete	Right	4	0	0	0
16	Concrete	Right	3	0	1	0
17	Concrete	Right	7	0	0	0
18	Concrete	Right	7	0	0	0
19	Concrete	Right	8	0	0	0
20	Concrete	Right	8	1	0	0
21	Concrete	Right	3	0	0	0
22	Concrete	Right	8	0	7	1
23	Concrete	Right	1	0	3	2
24	Abstract	Left	1	0	4	0
25	Abstract	Left	2	0	5	0
26	Abstract	Left	0	0	0	0
27	Abstract	Left	0	0	5	2
28	Abstract	Left	5	4	8	1
29	Abstract	Left	4	1	7	0
30	Abstract	Left	0	0	3	1
31	Abstract	Left	2	0	6	0
32	Abstract	Left	0	0	4	0
33	Abstract	Left	0	0	2	0
34	Abstract	Left	3	3	2	0
35	Abstract	Left	3	0	0	0
36	Abstract	Left	3	1	6	2
37	Abstract	Right	4	3	5	1
38	Abstract	Right	6	8	0	0
39	Abstract	Right	6	1	0	0
40	Abstract	Right	6	0	0	0
41	Abstract	Right	4	7	0	0
42	Abstract	Right	6	0	7	0
43	Abstract	Right	4	1	8	0

CR=correct recognition, FP=false positive

Table 4. *Classification rates with memory difference score(DS) of at least 25%*

Wada stimulus type	Seizure onset(n)	Classification results(%(n))		
		Correct	Inconclusive	False
Concrete figures				
	LTL(13)	69%(9)	23%(3)	8%(1)
	RTL(10)	80%(8)	10%(1)	10%(1)
	Total(23)	74%(17)	17%(4)	9%(2)
Abstract figures				
	LTL(13)	77%(10)	15%(2)	8%(1)
	RTL(7)	57%(4)	29%(2)	14%(1)
	Total(20)	70%(14)	20%(4)	10%(2)
	Grand total(43)	72%(31)	19%(8)	9%(4)

LTL=Left temporal lobe epilepsy, RTL=Right temporal lobe epilepsy

3.판별함수에 의한 변별

판별함수분석(DFA, discriminant function analysis)을 통한 간질병소의 예측을 시도하였다. 이 분석에서 기준변수(criterion variable)는 간질병소(좌측간질, 우측간질)였고 독립변수(independent variable)는 좌반구주입시 CR문항수 및 우반구주입시 CR문항수였다. 이 분석의 결과가 Table 5에 제시되어 있다. 전체 환자중 간질병소가 정확히 예측된 비율은 86%였다. 이를 자극유형별로 보면 구상화집단에서 87%, 추상화집단에서 85%로 유사하였다. 환자별로 보면 좌측두엽 간질환자 88%, 우측두엽 간질환자 82%로 역시 크게 다르지 않았다. "Jackknife" 판별함수분석도 실시하였는데 간질병소가 정확히 예측된 비율은 전체 집단에서 84%였으며, 자극유형별로는 구상화집단에서 87%, 추상화집단에서 80%였다. 구상화집단과 추상화집단에 대한 판별함수는 각각 다음과 같았다.

구상화집단:(-.225×우반구주입시 점수)+(.448×좌반구주입시 점수)-.473

추상화집단:(.651×우반구주입시 점수)+(-.127×좌반구주입시 점수)-1.463

Table 5. *Classification rates based on discriminant function analyses(DFA)*

Wada stimulus type	Seizure onset(n)	Classification results(%(n))	
		Correct	False
Concrete figures			
	LTL(13)	92%(12)	8%(1)
	RTL(10)	80%(8)	20%(2)
	Total(23)	87%(20)	13%(3)
Abstract figures			
	LTL(13)	85%(11)	15%(2)
	RTL(7)	86%(6)	14%(1)
	Total(20)	85%(17)	15%(3)
	Grand total(43)	86%(37)	14%(6)

LTL=Left temporal lobe epilepsy, RTL=Right temporal lobe epilepsy

고 찰

저자들은 와다기억검사가 측두엽 간질환자의 병소부위가 좌측인지 우측인지를 변별하는데 얼마나 유용한지를 연구하였다. 좌우측 기억차이가 2문항이상을 기준으로 하였을 때 와다검사결과와 병소부위가 환자들의 72%에서 일치하였으며 9%에서 불일치하였다. 이 수치는 기존의 유사한 연구들에서 43%~81%의 일치율이 보고되었던 것에 비추어(Table 1 참조) 비교적 양호한 결과였다. 특히 판별함수분석(DFA)을 이용하여 예언하였을 때는 정확도가 86%에 이르러 상당한 변별력을 보여주었다. 이 결과는 Jackknife 판별함수분석에서도 84%로 유지되어 다른 표집에서도 이 정도의 변별력을 보여 줄 것으로 기대되었다. 이 결과들은 와다기억검사가 측두엽 간질부위를 편측화(lateralization)하는데 상당한 타당도가 있음을 보여준다. 특히 다른 수술전검사들(예, 뇌파, MRI, SPECT, PET)과 병행하여 사용하면 병소부위에 대한 수렴적 증거(converging evidence)를 얻는데 유용할 것으로 생각된다.

본 연구의 또 다른 목적은 구상화 자극과 추상화 자극을 사용한 와다검사결과를 비교하는 것이었다. 구상화집단에서는 와다검사결과와 병소부위와의 일치율이 좌측두엽환자 69%, 우측두엽환자 80%로 후자가 상대적으로 더 높아 기존의 연구들과 일치된 결과를 보였다. 반면에 추상화집단에서는 와다검사결과와 병소부위와의 일치율이 좌측두엽환자 77%, 우측두엽환자 57%로 전자가 상대적으로 더 높아서 기존의 결과들과는 달랐다. 이 결과는 기존 연구들에서 와다검사결과와 간질병소의 일치율이 우측두엽환자에서 더 높은 것이 언어적 부호화가 쉬운 자극들을 사용하기 때문이라는 가설을 지지한다. 즉 이러한 자극들은 좌뇌에 의해서 더 잘 기억되기 때문에 좌뇌 amobarbital 주입시 점수가 낮게 나옴을 반영한다. 좌뇌 amobarbital 주입시 언어소실 및 의식수준의 저하로[20] 점수가 낮아질 가능성도 있지만 이러한 요인은 본 연구의 결과로 볼 때 덜 중요한 것으로 생각된다.

본 연구의 구상화 집단과 추상화 집단간의 결과 차이가 자극유형 때문이 아닌 다른 외재변인 차이 탓으로 돌리는 견해도 있을지 모른다. 그러나 연구방법에서 기술하였듯 두 집단간에 중요 임상 및 인구통계학적 변인들(좌/우 환자비율, 남녀비율, 나이, 간질발작 시작나이, 학력, 수술결과비율, K-WAIS 지능)에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 따라서 두 집단간의 차이는 독립변인의 차이, 즉 서로 다른 자극유형으로 검사가 실시된데서 비롯된다고 보는 것이 가장 타당할 것이다.

와다기억검사에서 "예-아니오" 재인기억검사를 실시한 기존 연구들은[8,14] 틀린 재인(FP)에 관해 교정 점수를 사용하여 분석하였다. 그러나 저자들의 분석에 의하면 FP반응에 대해 교정했을 경우 오히려 와다검사결과와 병소부위의 일치율이 낮아지는 경향이 있었다. 대부분의 환자들에서 FP반응이 없거나 소수인 점을 고려하면 이는 FP반응을 과도하게 보이는 일부환자들과 특히 관련된 것으로 보인다. 예를 들어 본 연구의 표집에서 환자 No 7, 38, 41은 특

히 많은 FP반응을 보였다(Table 3 참조). FP반응에 대해 교정할 경우 이 세 환자 모두 와다검사결과와 병소부위가 불일치하였다. 그러나 FP반응에 대해 교정하지 않을 경우는 두 환자(No 38, 41)에서 와다검사결과와 간질병소가 일치하였고 한 환자(No 7)에서 "미결정"이었다. 따라서 특히 환자가 과도한 FP반응을 보여 일종의 "반응 편향(response bias)"을 보이는 경우 이에 대하여 교정하는 것은 오히려 타당도를 떨어뜨리는 것으로 보인다.

결론적으로 본 연구는 와다기억검사가 측두엽간질의 좌우변별에 상당한 타당도를 가지고 있음을 보여준다. 특히 판별함수분석이나 기타 관련 통계적 기법을 사용하는 경우 80~90%대의 높은 변별력을 보일 수 있다. 그러나 일부 기존연구들에서 40~50%대의 낮은 타당도도 보고된 바 있다(Table 1 참조). 각 연구들마다 와다검사의 자세한 내용들이 상이하므로 어떤 요인들이 타당도에 특히 중요한지는 분명치 않다. 그러나 본 연구는 자극유형이 타당도에 관한 중요한 변수의 하나임을 보여준다. 즉 구상화처럼 언어적 부호화가 쉬운 자극을 사용하는 경우는 좌측두엽 간질에 대한 민감도(sensitivity)가 떨어진다. 반면에 추상화처럼 비언어적 자극을 사용하는 경우는 우측두엽 간질에 대한 민감도가 떨어진다. 따라서 와다검사의 타당도를 높이기 위해서는 좌우반구에 편향되지 않은 중립적 기억자극을 사용해야 할 것이다. 또는 언어적 자극 수와 비언어적 자극 수를 균형 맞추는 것이 필요하다. 저자들은 자극유형이 와다기억검사 결과에 미치는 이러한 효과를 이 논문의 자매논문(심사 중)에서 보다 심도있게 다루었다.

REFERENCES

1. Wada J. Clinical experimental observations of carotid artery injections of Sodium Amytal. *Igaku to Seibutsugaku* 1949;14:221-222.
2. Milner B, Branch C, Rasmussen T. Study of short-term memory after intracarotid injection of sodium Amytal. *Trans Am Neurol Assoc* 1962;87:224-226.
3. Engel J, Van Ness PC, Rasmussen TB, Ojemann LM. Outcome with respect to epileptic seizures. In: Engel J, 2nd ed. *Surgical treatment of the epilepsies*. New York: Raven Press. 1993;609-621.
4. Sperling MR, Saykin AJ, Glosser G, Moran M, French JA, Brooks M, O'Connor MJ. Predictor of outcome after anterior temporal lobectomy: the intracarotid amobarbital test. *Neurology* 1994;44:2325-2330.
5. Babb TL, Brown WJ. Pathological findings in epilepsy. In: Engel J, ed. Surgical treatment of the epilepsies. New York:Raven Press. 1987;511-540.
6. Kolb B, Whishaw IQ. Fundamentals of Human Neuropsychology. New York: W.H.Freeman & Company. 1996;355-386.
7. Wyllie E, Naugle R, Chelune G, Lüders H, Morris H, Skibinski C. Intracarotid amobarbital procedure: II. Lateralizing value in evaluation for temporal lobectomy. *Epilepsia* 1991;32:865-869.
8. Loring DW, Murro AM, Meador KJ, et al. Wada memory testing and hippocampal volume measurements in the evaluation for temporal lobectomy. *Neurology* 1993;43: 1789-1793.
9. Westerveld M, Zawacki T, Sass KJ, Spencer S, Novelly RA, Spencer, DD. Intracarotid amytal procedure evaluation of hemispheric speech and memory function in children and adolescents. *J Epilepsy* 1994;7:295-302.
10. Perrine K, Westerveld M, Sass KJ, et al. Wada memory disparities predict seizure laterality and postoperative seizure control. *Epilepsia* 1995;36:851-856.
11. Hamberger MJ, Walczak TS, Goodman RR. Intracarotid amobarbital procedure memory performance and age at first risk for seizure distinguish between lateral neocortical and mesial temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1996;37: 1088-1092.
12. 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;38:219-224.
13. Kneebone A, Chelune GJ, Lüders HO. Individual patient prediction of seizure lateralization in temporal lobe epilepsy: A comparison between neuropsychological memory measures and the Intracarotid Amobarbital Procedure. *J Int Neuropsychol Soc* 1997;3:159-168.
14. Breier JI, Thomas AB, Plenger PM, Wheless JW, Brookshire BL, Papanicolaou A, Willmore LJ. Asymmetries in the effect of side of seizure onset on recognition memory following intracarotid amobarbital procedure. *Epilepsia* 1997;38:1209-1215.
15. **안진영, 조용진, 남현우 등. 측두엽성 간질환자에서의 병소의 기능적인 국소화 측면에 있어** IAP**와** 18-FDG PET**의 효용성 및 관련성에 관한 연구**. ***대한신경과학회지*** 1996; 14:717-724.
16. Kim H, Yi S. The effect of early versus late onset of temporal lobe epilepsy on hemispheric memory laterality: An IAP study. *J Korean Med Sci* 1997;12:559-563.
17. Kim H, Yi S, Kim JH, Son EI. Lateralizing value of the Wada memory test in non-Western patients with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Res* 1999;in press.
18. Roman DD, Beniak TE, Nugent S. Memory performance of the intracarotid amobarbital procedure as a predictor of seizure focus. *Epilepsy Res* 1996;25:243-248.
19. Milner B. Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *Br Med Bull* 1971; 27:272-277.
20. Meador KJ, Loring DW, Lee GP, Nichols ME, Moore EE, Figueroa RE. Level of consciousness and memory during the intracarotid sodium amobarbital procedure. *Brain Cognit* 1997;33:178-188.
21. **염태호, 박영숙, 오경자, 김정규, 이영호**. K-WAIS **실시요강**. **서울:한국 가이던스**. 1992.
22. Tabachnick BG, Fidell LS. Using multivariate statistics. New York:Harper & Low publishers. 1989;544-547.