대한간질학회지 2004;8(2):138-144

제 3 판 Wechsler 기억검사를 이용한 내측두엽 간질 환자의 병변 측위에 대한 평가

조경희[1] · 이상암[1] · 강중구[1] · 최은정[1] · 유희정[2] · 이정교[3]

울산대학교 의과대학 서울아산병원 신경과학교실,[1] 정신과학교실,[2] 신경외과학교실[3]

A Lateralizing Ability of the Wechsler Memory Scale-III in Patients with Mesial Temporal Lobe Epilepsy

Kyung-Hee Cho, M.D.[1], Sang-Ahm Lee, M.D.[1], Joong-Koo Kang, M.D.[1], Eun-Jung Choi, M.D.[1], Hee-Jung Yoo, Ph.D.[2] and Jung-Kyo Lee, M.D.[3]

Department of Neurology,[1] Psychiatry[2] & Neurosurgery,[3] Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : The Wechsler Memory Scale-III (WMS-III) including new visual memory tests was developed to overcome the limitation of WMS-Revised (WMS-R). We examined the utility of the WMS-III in predicting laterality of memory impairment in patients with mesial temporal lobe epilepsy (MTLE).

Methods : We included 49 consecutive patients with unilateral MTLE who had left hemisphere dominance for language by WADA test and underwent temporal lobectomy. Methods of analysis included evaluation of group means on the various indexes and subtest scores of WMS-III, the use of ROC curves, an examination of Auditory-Visual Index (AVI) discrepancy scores and correlation analysis between AVI discrepancy scores and age, onset age of patients.

Results : 1) Patients with left MTLE had significantly lower scores on several scores and indexes compared to those with right MTLE. 2) In analysis of ROC curves, the area under the curve and the suggested cutting score were 0.696 and 4 (a sensitivity 0.704, a specificity 0.727) for immediate AVI discrepancy score and 0.702 and 5 (a sensitivity 0.556, a specificity 0.773) for delayed one, respectively. 3) In right MTLE, there was a tendency for linear correlation between AVI discrepancy scores and age at onset.

Conclusions : Overall, WMS-III has limited value in identifying particular memory deficits associated with either left or right temporal lobe dysfunction. AVI discrepancy scores may be more useful to predict right hemispheric dysfunction rather than left ones. (J Korean Epilep Soc 2004;8(2):138-144)

KEY WORDS : Temporal lobe epilepsy · Wechsler memory scale-3rd edition · Memory · Laterality · Reorganization.

서 론

측두엽 절제술은 난치성 측두엽 간질 환자의 효과적인 치료 방법으로 60~80%의 수술 환자에서 간질 발작이 완전히 없어지거나 현저히 감소한다.[1] 국내에서도 측두엽 절제술이 증가하고 있으나, 인지 기능이나 기억력 등에 대한 임상 신경심리학적인 측면은 연구가 부진한 상태이다.[2] 임상 신경심리 검사를 포함한 간질 수술 전 평가를 시행하여 병변 측위를 예측하고, 수술 전의 기억력 장애와 수술 후의 인지 기능 손상에 대한 위험 정도를 평가하기 위해서는 정확하고 타당한 검사 도구가 필요하다.[3,4]

소재 특이성(material-specific) 기억 소실은 내측두엽 간질 환자에서 흔히 볼 수 있는 특징적인 소견으로, 좌측 병변의 경우 언어성 기억이 떨어지고 우측인 경우는 시공간적 기억이 떨어진다.[5] 따라서 편측 측두엽 간질의 경우 기억 소실의 양상을 평가함으로써 병변의 측위를 예측할 수 있다. 개정판 Wechsler 기억 검사(Wechsler Memory Scale-Revised, WMS-R ; Wechsler, 1987)는 성인의 기억 기능을 평가하는데 널리 사용되는 검사 도구

Received 19 October 2004
Accepted 15 November 2004
Corresponding author: **Sang-Ahm Lee, M.D.**, Department of Neurology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 388-1 Pungnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
E-Mail: salee@www.amc.seoul.kr

중 하나로, 난치성 간질 환자에서도 수술 전과 후의 기억력을 평가하는데 흔히 사용되고 있다.[14,16] Moore와 Baker[9]는 간질 발생 초점이 명확한 내측두엽 간질 환자 138명을 대상으로 WMS-R의 병변 측위(lesion laterality)에 대한 유용성을 조사했다. 연구 결과, 언어성 기억과 관련된 좌측 병변 측위는 91.5%에서 정확했던 반면, 시각성 기억과 관련된 우측 병변 측위는 4.8%에서만 정확했다. WMS-R를 이용한 다른 연구에서도 마찬가지로 검사 결과가 좌측 병변에 더 민감한 것으로 나타났다.[6-8] 이는 WMS-R의 시각성 기억 검사들이 순수하게 시각성 기억 체계를 평가하는데 한계가 있기 때문으로, 검사 도구의 그림이나 도형을 기억하는 과정에서 언어로 바꾸어 기억하는 언어적 보상 작용(verbal mediation)이 그 원인으로 생각된다.[7,8,10,11] WMS-R의 시각성 기억 검사가 지닌 한계점을 보완하기 위해 개발된 새로운 검사 도구들이 제3판 Wechsler 기억 검사(WMS-III ; Wechsler, 1997)[12]에 제시되고 있다. 하지만 WMS-III가 WMS-R에 비해 시각성 기억을 선택적으로 평가하는 능력이 개선되었는지, 병변의 측위를 결정하는 검사 도구로써 유용한지에 대한 연구는 아직 부족한 상태이다. 따라서 저자들은 간질 수술 전 검사로 내측두엽 간질을 진단한 후 측두엽 절제술을 시행한 환자를 대상으로 WMS-III를 이용해 기억 소실을 평가해 봄으로써, 병변 측위를 결정하는데 WMS-III가 얼마나 유용한지를 분석해 보고자 한다.

대상과 방법

연구대상

2000년 1월부터 2003년 8월까지 본원에서 난치성 내측두엽 간질로 측두엽 절제술을 시행 받은 연속적인 환자 중 다음의 선정기준과 배제 기준을 만족하는 환자를 연구 대상으로 하였다. 선정기준은 1) MRI, 비디오-뇌파 검사, SPECT, 와다 검사 등의 간질 수술 전 검사 후 내측두엽 간질로 진단된 15~60세 사이의 환자, 2) 한국판 성인용 웩슬러 지능검사(Korean Wechsler Intelligence Scale, KWIS)상 전체 지능지수(Full-Scale IQ)가 70 이상인 환자, 3) 뇌 MRI에서 편측 해마 위축이 관찰된 환자, 4) 수술 전 WMS-III를 포함한 임상 신경심리 검사를 시행한 환자, 5) 와다 검사에서 좌반구에 언어 중추가 확인된 경우, 6) 수술 후 해부 병리 소견상 해마 경화증이 확인된 경우 등이다. 배제 기준은 1) 와다 검사에서 언어기능이 양쪽 반구에 분산되어 있거나 우반구에 있는 경우, 2) 양측 내측두엽에서 간질이 발생한 경우 등이다.

이같은 기준을 만족하는 연구대상의 총 수는 49명이었다. 이들의 평균 나이는 31.1세(표준 편차=8.2), 평균 간질 유병기간 14.7년(표준 편차=8.0), 평균 간질 발병 나이 16.4세(표준 편차=9.4), 평균 전체지능지수는 100.4(표준 편차=9.1) 이었다. 이들 중 남자 21명, 여자 28명이었고, 좌측 병변 22명, 우측 병변 27명이었다. 병변 측위는 좌측과 우측 병변으로 구분하였으며, 두 환자군 간에 나이, 간질 발병 나이, 간질 유병 기간, 지능지수 등에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

임상 신경심리 검사

본원에서 실시하는 간질환자를 위한 임상 신경심리 검사 배터리 중 수술 전에 시행한 WMS-III가 본 연구에 이용되었다. WMS-III의 구성 요소 중 소검사 원점수(Primary Subtest Scores)와 지수점수(index scores)들이 분석에 이용되었다. WMS-III를 시행하여 산출한 원점수를 미국 규준을 참조하여 각각의 지수점수를 산출했다. 일차 소검사에는 논리기억(Logical Memory I, II), 얼굴재인(Faces I, II), 단어쌍연상(Verbal Paired Associates I, II), 가족그림(Family Pictures I, II), 글자-숫자 순서 따라하기(Letter-Number Sequencing), 토막 순서 따라하기(Spatial Span) 점수들이 있다. 지수 점수는 소검사 원점수 항목들을 조합하여 구하는데, 여기에는 즉시언어기억(Auditory Immediate), 즉시시각기억(Visual Immediate), 즉시기억(Immediate Memory), 지연언어기억(Auditory Delayed), 지연시각기억(Visual Delayed), 지연언어재인기억(Auditory Recognition Delayed), 일반기억(General Memory), 작업기억(Working Memory)이 속한다.

Table 1. Demographic and clinical characteristics

Parameters	Right (n=27)	Left (n=22)	Total (n=49)
Gender (Male/Female)	14/13	7/15	21/28
Mean Age, yr (±SD)	30.41±7.51	32.00± 9.12	31.12±8.22
Mean Age at seizure onset, yr (±SD)	15.52±7.72	17.56±11.15	16.43±9.36
Mean Duration of epilepsy, yr (±SD)	14.89±8.60	14.45± 7.45	14.69±8.03
K-WAIS IQ (±SD)	101.44±9.28	99.18± 9.02	100.43±9.14

K-WAIS, Korean wechsler adult intelligence scale.

자료 분석 및 통계 처리

1) 전체 환자를 대상으로 이미 확인된 병변의 측위에 따라 WMS-III의 소검사 원점수와 지수점수들의 평균을 구하여 좌우 병변에 따라 차이가 있는지 독립 T-검정으로 분석하였다.

2) 언어기억 지수와 시각기억 지수 점수의 차이를 계산하여 언어-시각 지수차이 점수(Auditory-Visual Index discrepancy score, AVI discrepancy score)를 구했다. 우측 병변에서 AVI 차이 점수가 양수인 것은 시각기억 지수 점수가 언어기억 지수 점수보다 낮기 때문이다. 좌측 병변의 경우에는 반대로 AVI 차이 점수가 음수로 나타난다. 이 점수는 즉시기억과 지연기억 각각에 대해 구했고, 좌우 병변에 따라 차이가 있는지 독립 T-검정으로 분석하였다.

3) 병변 측위 결정의 유용성을 평가하기 위해 AVI 차이 점수에 대해 ROC 곡선분석 (Receiver Operating Characteristic curve analysis)을 시행하였다. AVI 차이 점수의 즉시기억과 지연기억 각각에 대한 곡선아래영역(area under the curve), 제안된 구분점수(suggested cutting score), 민감도 및 특이도 등을 구했다. ROC 곡선분석에서 곡선아래영역은 ROC 곡선분석을 기술하는 가장 흔한 지수로써, 0.5에 가까우면 두 그룹의 분류가 우연에 가까운 것을 의미하므로 두 군을 구분할 수 없거나 두 군 간에 차이가 없음을 의미한다. 또한 곡선아래영역이 1에 가까울수록 두 그룹을 완전히 이상적으로 구분할 수 있음을 의미한다.[13] 제안된 구분점수란 특이도가 70% 이상이면서 민감도가 최대가 될 때의 점수를 의미하는 것으로 이는 병변의 측위를 결정하는데 적절한 기준을 제공할 것이다.[14]

4) AVI 차이 점수의 기준을 임의로 10점, 15점, 20점으로 정한 후, 각 점수를 기준으로 병변의 좌우를 구분했을 때, 얼마나 정확히 병변의 측위를 예측할 수 있는지를 평가해 보았다.[17] 예를 들어, 우측 병변 환자군 내에서 10점을 기준으로 했을 때, AVI 차이 점수가 10점 이상이면 정확하게 분류된 환자군(correctly classified group), -10점 이하면 잘못 분류된 환자군(incorrectly classified group), 그리고 -10점 초과 10점 미만인 경우에는 결정을 내릴 수 없는 환자군(inconclusive group)으로 정의했다.

5) 잘못된 병변 측위가 뇌 기능의 재조직화 현상과 연관이 있는지 알아보기 위하여 좌우측 병변 각각에 대해 환자의 나이, 간질 발병 나이, 그리고 간질 유병 기간 등의 인자들과 AVI 차이 점수와의 상관 분석을 시행했다.

통계 처리는 SPSS for Windows, release 11.5와 MedCalc를 사용하였다.

결 과

WMS-III의 소검사 원점수와 지수점수들 중 일부에서 병변의 좌우 측위에 따라 검사 결과의 유의한 차이를 보였다. 소검사 원점수 중에 논리기억 I(p=0.026), 단어쌍 연상 I(p=0.031) 점수가 좌측 병변이 있는 환자에서 우측에 비해 유의하게 낮았다. 지수점수 중 즉시언어기억(p=0.021), 즉시기억(p=0.032), 지연언어기억(p=0.039), 지연언어재인기억(0.002) 등의 점수 역시 좌측 병변에서 우측 병변에 비해 유의하게 낮았다(Table 2).

AVI 차이 점수는 즉시기억(p=0.038)과 지연기억(p=0.024) 각각에 대해 모두 좌측과 우측 병변에서 유의한 차이를 나타냈다. 우측 병변의 경우 즉시기억의 AVI 차이 점수는 9.1, 지연기억은 7.5로 양수였고, 좌측 병변에서는 각각 -0.9, -3.8로 음수값이었다(Table 2).

Table 2. WMS-III scores for the right and left TLE groups

WMS-III score	Right		Left	
	Mean	SD	Mean	SD
Subtests				
Logical Memory I*	30.11	12.41	21.77	12.90
Logical Memory II	13.93	9.98	10.32	11.70
Faces I	33.85	3.66	32.18	5.47
Faces II	33.67	4.95	31.77	7.76
Verbal Paired Associates I*	12.96	8.59	7.55	8.31
Verbal Paired Associates II	3.67	2.66	2.95	7.23
Family Pictures I	23.04	10.49	21.86	12.43
Family Pictures II	21.37	11.02	20.00	13.68
Letter-Number Sequencing	9.30	3.76	7.41	4.31
Spatial Span	15.78	3.91	13.86	3.38
Indexes				
Auditory Immediate*	83.07	18.10	70.86	17.56
Visual Immediate	73.96	10.71	71.72	14.64
Immediate Memory*	74.52	15.98	64.73	14.72
Auditory Delayed*	79.59	21.37	67.64	17.11
Visual Delayed	72.11	12.52	71.41	13.93
Auditory Recognition Delayed†	86.30	17.24	71.55	14.37
General Memory	73.81	16.29	65.36	17.63
Working Memory	93.89	16.88	84.23	16.63
Auditory-Visual Immediate Index*	9.11	14.34	-0.86	18.32
Auditory-Visual Delayed Index*	7.48	16.42	-3.77	17.27

*p<0.05
†p<0.01
TLE, temporal lobe epilepsy.

Table 3. ROC curve statistics

AVI discrepancy score	AUC	Suggested cutting score		
		Score	Sensitivity (%)	Specificity (%)
Immediate	0.696	4	70.4	72.7
Delayed	0.702	5	55.6	77.3

ROC, receiver operating characteristic; AUC, area under the curve; AVI, auditory-visual index.

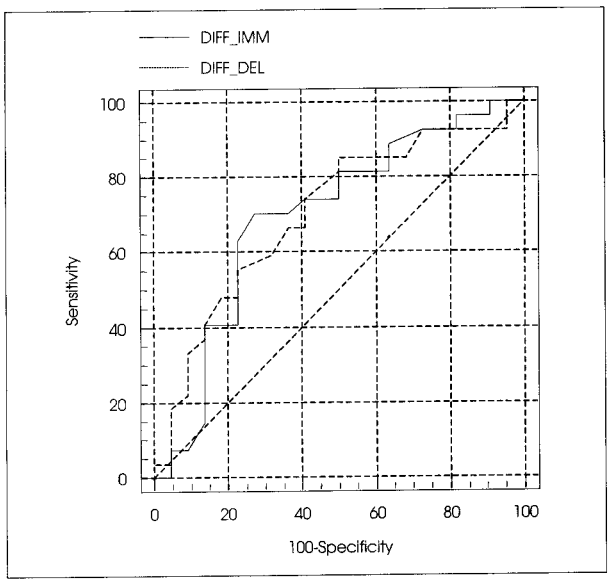

Figure 1. Receiver operating characteristic curve for the WMS-III Auditory-Visual Index (AVI) discrepancy score. DIFF_IMM=imme-diate AVI discrepancy score, DIFF_DEL=delayed AVI discrepancy score.

ROC 곡선분석을 시행한 결과, 즉시기억의 AVI 차이 점수에서는 곡선아래영역과 제안된 구분점수가 0.696과 4점(민감도 70.4%, 특이도 72.7%)이었고, 지연기억의 AVI 차이 점수에서는 각각 0.702와 5점(민감도 55.6%, 특이도 77.3%)이었다(Table 3, Fig. 1). 후자의 경우 좌측 병변의 환자 중 55.6%에서 AVI 차이 점수가 5점 미만, 우측 병변의 환자 중 77.3%에서 이 점수가 5점 초과라는 것을 의미한다.

지연기억의 AVI 차이 점수가 10점, 15점, 20점일 때를 기준으로 병변의 측위를 얼마나 정확하게 예측할 수 있는지를 평가해 보았다. 모든 경우에서 병변 측위 예측의 통계적 유의성은 없었다(10점 : p=0.85, 15점 : p=0.65, 20점 : p=0.73). 우측 내측두엽 간질 환자의 경우 22.2~48.1%의 환자가 정확한 병변 측위를 보인 반면, 7.4~14.8%의 환자는 잘못된 병변 측위를 보였다. 좌측 내측두엽 간질 환자의 경우 정확한 병변 측위 결정(18.2~45.5%)은 우측보다 약간 적은 반면, 잘못된 병변 측위는 9.1~22.7%로 우측에 비해 많았다(Table 4).

Table 4. Percentage (%) of patients correctly or incorrectly lateralized on the basis of their WMS-III discrepancy scores

Group	>10 points	>15 points	>20 points
Right			
Correctly laterlaized	48.1	33.3	22.2
Incorrectly lateralized	14.8	7.4	7.4
Left			
Correctly laterlaized	45.5	27.3	18.2
Incorrectly lateralized	22.7	9.1	9.1

p>0.05

Table 5. Correlation analysis between AVI discrepancy score and age, onset age, duration

	Right TLE		Left TLE	
	Correlation coefficient	p	Correlation coefficient	p
AVI discrepancy score-immediate				
Age	0.268	0.176	−0.337	0.125
Onset age*	0.273	0.168	−0.291	0.188
Duration†	0.046	0.819	0.016	0.945
AVI discrepancy score-delayed				
Age	0.355	0.070	−0.247	0.268
Onset age	0.360	0.065	−0.233	0.298
Duration	0.006	0.978	0.053	0.815

*Age, Onset age : Pearson's correlation
†Duration : nonparametric (spearman) correlation
AVI, auditory-visual index; TLE, temporal lobe epilepsy.

환자의 나이, 간질 발병 나이, 그리고 간질 유병 기간 등의 인자들과 AVI 차이 점수 간의 상관분석을 시행한 결과, 우측 병변에서 나이(r=0.355, p=0.07)와 간질 발병 나이(r=0.360, p=0.065)는 지연기억의 AVI 차이 점수와 선형 관계의 경향성을 나타냈다. 좌측 병변에서는 나이와 간질 발병나이가 AVI 차이 점수와 상관 관계를 보이지 않았고, 간질 유병기간은 양쪽 병변 모두에서 AVI 차이 점수와 상관 관계가 없었다(Table 5).

고 찰

본 연구에서는 내측두엽 간질 환자의 좌우 병변 측위를 예측하는데 WMS-III가 얼마나 유용한지, WMS-R와 비교하여 시각성 기억을 평가하는 능력이 개선되었는지를 분석했다. 본 연구 결과, 병변 측위에 따라 차이를 보인 WMS-III의 기억 변수는 소검사 원점수 중에는 논리기억 I, 단어쌍연상 I, 지수점수 중에는 즉시언어기억, 즉시기억, 지연언어기억, 지연언어재인기억 등이다. 이들은 모두 언어성 기억을 평가하는 변수들로써 좌측 병변에서 우측에 비해 현저히 낮은 점수를 얻었다. 반면 얼굴

점수와 가족그림 점수는 WMS-III에 새롭게 추가된 검사 항목으로써, WMS-R의 검사 도구보다 시각성 기억을 더 잘 평가할 수 있을 것으로 예상했지만 좌우 병변에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 즉, 언어성 기억은 좌측 내측두엽 간질 환자에서 우측에 비해 의미있게 감소되어 있었으나, 시각성 기억은 좌우에 따른 유의한 차이가 없었다. 이는 시각성 기억 검사 자체의 문제라기보다는 피검자가 시각성 기억 검사를 수행할 때 검사 도구의 내용(얼굴재인, 가족 그림)을 시각적으로 암호화한 다음 다시 언어적으로 상기해야 하는 기억의 이원적 과정 때문으로 설명할 수 있다.[16]

AVI 차이 점수는 WMS-R가 사용된 이래로 편측 측두엽 기능 장애, 즉 소재 특이성 기억 장애를 구분하는데 가장 유용한 검사로 알려져 있다.[7,15] 먼저 이전 연구들에서 좌우 병변에 따라 AVI 차이 점수를 비교한 결과를 살펴보면, Barr[14]의 WMS-R 연구에서는 좌측 병변에서 AVI 차이 점수가 -8.6이었고, 우측 병변은 -0.9였다($p<0.05$). Wilde 등[16]의 WMS-III 연구에서는 좌측 병변에서 AVI 차이 점수가 즉시기억 -1.11, 지연기억 -2.40이었고, 우측 병변에서 즉시기억 7.94, 지연기억 9.59였다($p<0.01$). 본 연구에서도 WMS-III의 AVI 차이 점수는 좌우 병변에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 좌측 병변의 경우 AVI 차이 점수가 즉시기억은 -0.86, 지연기억은 -3.77로 음수이고 우측 병변의 경우 즉시기억은 9.11, 지연기억은 7.48로 양수였다. 각 연구의 AVI 차이 점수의 절대값을 비교했을 때, WMS-R에서는 좌측 병변의 절대값이 더 크고, WMS-III에서는 우측 병변의 절대값이 더 큰 현상을 관찰할 수 있었다. WMS-R에서 우측 병변의 AVI 차이 점수는 양수가 아닌 음수였는데, 이는 WMS-R의 시각성 기억 검사가 시각성 기억에 대한 평가 능력이 낮기 때문이다. 또한 좌측 병변의 절대값이 비교적 큰 음수인 결과는 WMS-R가 좌측 병변의 기능 장애를 더 잘 반영한다는 사실을 보여주는 것이다. 반면, WMS-III에서는 AVI 차이 점수의 절대값이 우측 병변에서 좌측에 비해 더 컸다. 이는 우측 병변에서 시각성 기억만이 선택적으로 감소되고, 좌측 병변에서는 시각성 기억과 언어성 기억이 동시에 비슷한 정도로 감소되었기 때문이고, WMS-III가 우측 병변에 더 민감한 것을 반영하는 결과이다.

Barr[14]의 WMS-R 연구와 Wilde 등[16]의 WMS-III 연구에서, AVI 차이 점수를 ROC 곡선 분석으로 분석했을 때 다른 변수들보다 높은 수준으로 병변 측위의 분류가 가능했다. Barr[14]의 WMS-R 연구에서 시행한 ROC 곡선 분석 결과, 곡선 아래 영역은 0.623, 제안된 구분 점수는 -12점(민감도 45%, 특이도 71%)이었다. Wilde 등[16]의 WMS-III 연구에서 시행한 ROC 곡선 분석 결과, 즉시기억의 AVI 차이 점수를 분석했을 때 곡선아래영역은 0.655, 지연기억의 AVI 차이 점수에서는 0.702의 값을 얻었다. 또한 지연기억의 AVI 차이 점수에서 제안된 구분 점수는 1.5점(민감도 64%, 특이도 72%)이었다. 본 연구에서도 즉시기억과 지연기억 각각에 대해 AVI 차이 점수의 ROC 곡선 분석을 시행했다. 즉시기억의 AVI 차이 점수를 분석했을 때 곡선아래영역은 0.696, 지연기억의 AVI 차이 점수에서는 0.702의 값을 얻었다. 또한 지연 기억의 AVI 차이 점수에서 제안된 구분점수는 5점이었는데 이 점수를 기준으로 했을 때 좌우 병변 구분의 민감도는 55.6%, 특이도는 77.3%였다. 따라서 ROC 곡선 분석 결과를 비교해 보면, WMS-III의 곡선아래영역 값은 WMS-R와 비교하여 0.623에서 0.702로 증가했다. 하지만 곡선아래영역 값이 1에 가까울수록 좌우 구분이 정확하다는 사실을 고려한다면, WMS-III의 AVI 차이 점수로 좌우 병변을 구분하는 것은 아직 임상적으로 유용하다고 보기는 어렵다.

Moore와 Baker 등의 연구[8,9]에서 WMS-R는 좌측 병변의 측위를 예측하는데 더 민감한 결과를 나타냈다. 반대로 WMS-III는 이전의 연구들과 본 연구 결과에서 공통적으로 우측 병변의 측위를 결정하는데 더 유용했다. Wilde 등[16]의 WMS-III 연구에서 일정 기준의 AVI 차이 점수를 바탕으로 환자를 분류했을 때 좌측 병변에서는 16.7~42.9%, 우측 병변에서는 16.7~23.1%의 환자들이 잘못 분류되었다. 비슷한 방법으로 시행한 Baker 등[17]의 WMS-III 연구에서는 좌측 병변에서는 3~25%, 우측 병변에서는 0~3%의 환자들이 잘못 분류되었다.

WMS-III가 우측 병변의 측위에 더 민감해지고 좌측 병변에서 잘못된 병변 측위가 많아진 원인은 다음의 두 가지로 생각해 볼 수 있다. 첫째는 WMS-III 검사 도구 자체의 문제이다. WMS-R가 WMS-III로 수정, 보완되는 과정에서 WMS-III에는 새로운 시각성 기억 검사 도구들이 추가되었다. 이로 인해 WMS-III가 시각성 기억 장애를 평가하는데 더 민감하게 바뀐 것이다.[17] 둘째는 뇌의 기능적 재조직화(functional reorganization) 현상이 잘못된 병변 측위에 기여했을 가능성이다. 본 연구에서는 잘못된 병변 측위가 뇌 기능의 재조직화 현상과 관련 있는지를 알아보기 위해, 좌우측 병변 각각에 대해 나이, 간질 발병 나이, 간질 유병 기간 등의 인자와 AVI 차이 점수간의 상관 관계를 조사했다. 그 결과, 우측 병변에서 환

자의 나이와 간질 발병 나이는 지연 기억의 AVI 차이 점수와 선형 관계의 경향성을 나타냈다. 하지만 좌측 병변에서 AVI 차이 점수와 나이, 간질 발병 나이는 상관 관계가 없었다. 우측 병변의 경우 시각성 기억이 선택적으로 손상되어 AVI 차이 점수가 큰 값을 보이는데, 기능적 재조직화가 일어나면서 시각성 기억이 회복되면 AVI 차이 점수가 작아지게 된다. 나이와 간질 발병 나이는 기능적 재조직화에 중요한 영향을 미치는 요인으로써, 어릴 때 재조직화가 일어날수록 시각성 기억이 더 많이 회복되어 시각성 기억과 언어성 기억의 차이가 적어지게 된다. 즉, 나이와 간질 발병 나이가 어릴수록, AVI 차이 점수가 작아지고 잘못된 병변 측위를 보이는 경우가 많아진다. 이러한 사실은 나이와 간질 발병 나이가 지연 기억의 AVI 차이 점수와 선형 관계의 경향성을 보여준 본 연구의 결과와 잘 부합된다. 따라서 우측 병변에서는 뇌 기능의 재조직화 현상이 잘못된 병변 측위에 영향을 미쳤을 것으로 설명할 수 있다. 좌측 병변의 경우 이론적으로는 언어성 기억이 선택적으로 손상되어야 하지만, 실제 WMS-III 검사 결과에서는 시각성 기억과 함께 비슷한 정도로 손상되었다. 이는 앞서 언급했듯이 검사 도구의 내용을 시각적으로 암호화한 다음 다시 언어적으로 상기해야 하는 기억의 이원적 과정 때문이다.[16] 같은 이유로 좌측 병변에서는 기능적 재조직화가 일어나면 WMS-III 검사 결과 언어성 기억이 회복되면서 시각성 기억도 함께 그 기능이 호전되는 결과를 나타낸다. 결국 기능적 재조직화가 일어나더라도 언어성 기억과 시각성 기억이 함께 회복되면서 AVI 차이 점수는 이전과 차이가 없게 된다. 본 연구 결과에서도 좌측 병변에서 잘못된 병변 측위가 우측에 비해 많았고, 나이, 간질 발병 나이와 AVI 차이 점수간의 상관 관계가 없었다. 결국 좌측 병변의 경우 잘못된 병변 측위는 뇌 기능의 재조직화와 연관성이 없었다.

결론적으로 WMS-III는 WMS-R의 제한점을 보완하기 위해 개발되었지만, 병변 측위를 예측하는데 뚜렷한 개선점은 없다. WMS-III는 병변 측위를 예측하는데 낮은 민감도를 보였고 잘못된 병변 측위도 많았기 때문에, 단독으로 간질 환자의 병변 측위를 결정하는데 이용하기에는 한계가 있다. 우측 병변에서는 잘못된 병변 측위가 환자의 나이와 간질 발병 나이에 따라 영향을 받았고, 좌측 병변에서는 잘못된 병변 측위가 우측보다 많으면서 나이와 간질 발병 나이와 연관성이 없었다. WMS-III가 WMS-R와는 반대로 우측 병변 측위에 더 민감해진 이유는 새로운 시각성 기억 검사 항목을 추가하면서 우측 병변에서 시각성 기억이 선택적으로 감소되었기 때문으로 생각된다. 좌측 병변에서 잘못된 병변 측위와 뇌 기능의 재조직화는 연관성이 없었던 결과를 고려한다면, 언어 기능의 감소가 시각성 기억 검사에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 기억력 평가 도구를 개발한다면 더 정확한 병변 측위가 가능할 것이다. WMS-III는 난치성 간질의 수술 전 평가에서 기억력 장애를 기본적으로 평가하고 수술후의 변화를 예측해 볼 수 있는 유용한 도구임이 분명하다. 간질 환자의 병변 측위 예측의 효과를 높이기 위해서는 기억력 평가 도구의 개선이 가장 중요하고, 다른 신경심리 검사와 방사선학적 소견의 적절한 이용, 기억의 재조직화를 평가하여 반영할 수 있는 검사의 개발 등이 필요할 것이다.

REFERENCES

1. Engel J Jr, Van Ness PC, Rasmussen TB, Ojemann LM. Outcome with respect to seizures. In: Engel J Jr. *Surgical Treatment of the Epilepsies*. 2nd ed. New York, NY: Raven Press, 1993;609-21.
2. Lee SA, Yim SB, Lee SK, Kang JK, Yoo HJ. Neuropsychological characteristics of mesial temporal lobe epilepsy: Lesion laterality-sex interaction. *J Korean Neurol Assoc* 2001;19:132-8.
3. Dodrill CB, Hermann BP, Rausch R, Chelune G, Oxbury S. Use of Neuropsychological tests for assessing prognosis following surgery for epilepsy. In: Engel.Jr (Ed.), *Surgical treatment of the epilepsies*. 2nd ed. New York, NY: Raven Press, 1993;263-71.
4. Jones-Gotman M, Smith ML, Zatorre RJ. Neuropsychological testing for localizing and lateralizing the epileptogenic lesion. In J. Engel.Jr (Ed.), *Surgical treatment of the epilepsies* (2nd ed.). New York: Raven Press, Ltd, 1993;245-61.
5. Park SH, NAM H, Lee SK, Lee KW, Roh JK. Effect of material-specificity on the Wada memory test in medial temporal lobe epilepsy with hippocampal sclerosis. *J Korean Neurol Assoc* 1999;17:486-90.
6. Strauss E, Loring D, Chelune G, *et al.* Predicting cognitive impairment in epilepsy: Findings from the Bozeman Epilepsy Consortium. *J Clin Exp Neuropsychol* 1995;17:909-17.
7. Chelune G, Bornstein RA. WMS-R patterns among patients with unilateral lesions. *Clin Neuropsychol* 1998;2:121-32.
8. Loring DW, Lee GP, Martin RC, Meador KJ. Verbal and Visual Memory Index discrepancies from the Wechsler Memory Scale-Revised: Cautions in interpretation. *Psychol Assess* 1989;1:198-202.
9. Moore PM, Baker GA. Validation of the Wechsler Memory Scale-Revised in a sample of people with intractable temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1996;37:1215-20.
10. Heilbronner RL. The search for a "pure" visual memory test: Pursuit of perfection? *Clin Neuropsychol* 1992;6:105-12.
11. Naugle RI, Chelune GJ, Cheek R, Luders H, Awad IA. Detection of changes in material-specific memory following temporal lobectomy using the Wechsler Memory Scale-Revised. *Arch Clin Neuropsychol* 1993;8:381-95.
12. Wechsler, D. *Wechsler Memory Scale-Third Edition. San Antonio*, TX: The Psychological Corporation, 1997.
13. Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science* 1988;240:1285-93.
14. Barr WB. Receiver operating characteristic curve analysis of Wechsler Memory Scale-Revised scores in epilepsy surgery candidates. *Psycholl Assess* 1997;9:171-6.

15. Bornstein RA, Drake M, Pakalnis A. Verbal and nonverbal memory and learning in patients with complex partial seizures of temporal lobe origin. *J Epilepsy* 1988;1:203-8.
16. Wilde N, Strauss E. Chelune G, *et al.* WMS-III performance in patients with temporal lobe epilepsy: Group differences and individual classification. *J Int Neuropsychol* Soc 2001;7:881-91.
17. Baker GA, Austin NA, Downes JJ. Validation of the Wechsler Memory Scale-III in a population of people with intractable temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Res* 2003;53:201-6.
18. Glosser G, Saykin AJ, Deutsch GK, O"Conner MJ, Sperling MR. Neuronal organization of material-specific memory functions in temporal lobe epilepsy patients as assessed by the intracarotid amorbarbital test. *Neuropsychology* 1995;9:449-56.
19. Michael S, Bruce PH, Jen S, Keith D, Allen WF, Curtis D. Reorganization of verbal memory function in early onset left temporal lobe epilepsy. *Brain Cognition* 1997;35:132-48.
20. Hennric J, Alois E, Hans H, Hans JM, Ingrid T. Reorganization of memory functions after human temporal lobe damage. *Neuro Report* 1996;7:1627-30.
21. Ulrike G, Christoph H, Christian EE. Memory reorganization in adult brain: Observation in three patients with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Res* 2002;48:229-34.