

사건 관계 전위와 신경심리 검사

이성훈* · 구애숙* · 우종호* · 김병진**

Event Related Potential and Neuropsychological Tests

Sung Hoon Lee, M.D.,* Ae Sook Koo, B.A.*
Jong Ho Woo, B.A.,* Byung Gun Kim, M.D.**

ABSTRACT

Objectives : This research was performed in order to observe the neuropsychological implication and functional anatomical source of event related potentials(ERP) by studying of correlations between event related potentials and neuropsychological tests.

Methods : The latency and voltage of P100 of visual evoked potential(VEP), and N120 and P300 of event related potentials were studied in 56 patients and their correlations with neuropsychological tests were computed.

Results : The tests showing significant correlation with latency P100 were visual continuous performance test(VCPT) and contingent continuous performance test(CCPT) without any significant correlation with voltage of P100. In latency of N120 category test and verbal IQ of KWIS showed significant correlation, and in voltage of N120, finger tapping test, VCPT, CCPT and digit symbol test displayed significant correlations. The latency of P300 had significant correlation with trail making A test and Stroop test. In the voltage of P300 significant correlations were shown with trail making B test, digit symbol test and Wechsler memory scale, finger tapping test, stroop test, VCPT and CCPT.

Conclusion : N120 may be considered to reflect the function of medial frontal lobe and P300 may be considered to be developed from the subcortical connection of medial temporal lobe, hippocampus, thalamus, basal ganglia and medial frontal lobe.

KEY WORDS : Neuropsychological tests · Event related potential · P100 · N120 · P300 · Functional neuroanatomy.

Sleep Medicine and Psychophysiology 1(1) : 76-86, 1994

*연정 뇌기능 수면 연구소

Yonjung Brain Function and Sleep Research Center, Seoul, Korea

**연세대학교 의과대학 정신과학교실

Department of Psychiatry, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

서 론

최근 첨단 전자공학에 힘입어 뇌영상학을 중심으로 임상적 신경과학이 급속도로 발전하게 되었다. 그러나 대부분이 뇌의 구조에 대한 검사와 연구에 치우친 느낌이 있고 이에 반해 뇌기능에 대한 연구는 부족한 편이었다. 뇌기능은 그 만큼 복잡하고 쉽게 검사하고 연구하기 어려운 부분이기 때문이다. 뇌기능 검사는 핵의학적 뇌기능 검사(SPECT, PET등), 전기생리학적(electrophysiological) 뇌영상 검사, 신경심리 검사(neuropsychological), 전자기적(electromagnetic) 뇌 검사 등이 있으나, 임상적 환경에서 쉽게 환자에게 시행할 수 있는 검사는 전기생리학적 검사와 신경심리 검사이다. 그러나 뇌기능 검사의 문제점과 한계성이 없는 것은 아니다. 첫째, 이 뇌기능 장애가 일시적인 것인지 시간이 지나면 또 달라질 것인지 영구한 장애인지 등을 판단하는 것이 중요하고 또한 개인에 따라 그 기능이 다양한 것을 어떻게 병적인 것으로 진단할 수 있는지, 그러므로 이러한 기능 장애가 단지 기능적 상태로 끝나는 것인지 하나의 병명으로 진단될 수 있는지를 판단하는 것도 어려운 문제로 남아 있다. 그리고 구조적 검사와 항상 일치하지 않고, 피질(cortex)와 피질하(subcortex)를 기능적으로 구분하는 것 등의 문제가 한계점으로 남아 있다. 그래서 이러한 문제를 해결하기 위해 필요한 것이 뇌기능 검사간에 상호 관계에 대한 연구이다. 기능적 검사의 진단적 가치를 높이기 위해서는 다양한 기능 검사가 동시에 시행되어 그 상호관계를 봄으로 그 진단적 가치와 의의를 더 올릴 수 있다. 그러므로 이러한 의미에서 사건 관계 전위와 신경심리 검사의 상호관계에 대해 연구하는 것은 무척 중요할 것으로 생각된다.

본 연구는 환자에게 시행된 사건 관계 전위와 신경심리 검사의 상호 관계를 연구함으로써 각각의 사건 관계 전위의 신경심리학적 의미와 그 전위가 발생되기 위해 어떠한 뇌기능과 뇌 구조가 연관되어 있는지를 조사하려고 한다. 동시에 신경심리학의 대뇌피질(cerebral cortex)의 기능에 대해서는 많이

연구되었으나 피질하(subcortex) 구조의 기능과의 연관성에 대해서는 많이 연구되어 있지 않아 이미 알려진 사건 관계 전위(event related potentials ; ERP)의 뇌 구조와의 연구를 통해 신경심리학의 피질하 구조와의 연관성을 찾아보려고 한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 1993년 3월부터 6월까지 연정 뇌기능 수면 연구소에 뇌기능 검사를 위해 내원한 56명의 환자를 대상으로 시행되었다. 남자가 41명, 여자가 15명이었으며, 평균 연령은 33 ± 15.6 세였다. 진단 별로는 뇌 손상 환자가 46명, 정신과 질환의 환자가 6명, 신경과 질환의 환자가 4명이었고 모두 기질적 뇌기능 장애가 의심되어 검사를 받으러 온 환자들이었다. 정신과 질환은 강박 신경증 2명, 해리 장애 1명, 주요 우울증 1명, 신체형 장애 1명, 치매 1명이었다. 뇌손상의 정도가 심하여 신경심리 검사 중의 일부를 수행 못한 환자들이 있어 각각의 심리 검사를 받은 환자의 수가 달랐다. 지능 검사의 경우에는 50명이 검사를 받았으며, 특히 색채 단어 검사(Stroop test)의 경우에는 영어에 익숙하지 못한 환자들이 많아 19명만이 검사를 받았다.

2. 연구방법

1) 신경심리 검사

지능 검사는 한국판 Wechsler 지능 척도를 사용하였다. 신경심리 검사의 도구로는 크게 Halstead Reitan 신경심리 검사(1)와 Wechsler 기억 척도(2) 그리고 전산화 신경심리 검사(3)를 사용하였다. Halstead Reitan 신경심리 검사에는 범주 검사(category test), 촉각수행 검사(tactual performance test)의 소요시간(total time)과 기억(memory)과 위치(location), Seashore 리듬 검사(Seashore rhythm test), 수지력 검사(finger tapping test) 중 많이 쓰는 손(dominant hand)과 적게 쓰는 손(nondominant hand), 선로잇기 검사(trail making test)의 A형과 B형, 숫자상징 검사(digit symbol test)가 포함되었다. 전산화 신경심리 검사(computerized neuropsych-

chological test)에 속하는 것으로서는 색채단어 검사 (Stroop test), 시각지속수행 검사(visual continuous performance test), 조건화 지속 수행 검사(contingent continuous performance test), 공간기억 검사 (spatial memory test), Wisconsin 카드 분류 검사 (Wisconsin card sorting test)가 포함되었다. 각 검사의 수행 방법은 다음과 같다.

범주 검사는 9개의 소검사로 나뉘어져 있고, 매 소검사마다 어떤 원리를 가진 답이 있다. 피검사자는 그 원리의 범주를 구별하고 추리하여 1번에서 4번까지 숫자로 답하게 되어 있다. 컴퓨터로 시행하며 실수한 수가 자동으로 점검되어 진다.

촉각수행 검사는 눈을 감고 손의 촉각만으로 같은 모양의 도형을 판에 맞추어 넣는 검사이다. 검사 시간을 재고 어떤 도형이 있었으며 판위의 어느 위치에 있었는지를 얼마나 잘 기억하는지를 기록한다.

Seashore 리듬 검사는 두 개의 연속적인 리듬음을 들려주고 그 리듬이 서로 같은지 다른지를 구분하게 하는 검사이다.

수지력 검사는 피검사자가 검지로 컴퓨터 키보드를 1분 동안 얼마나 많이 칠 수 있는가를 검사하는 것인데, 오른 손, 왼 손을 각각 5회씩 시행한다.

선로잇기 검사는 종이 위에 산만하게 흩어져 그려있는 번호와 한글 자음을 순서대로 찾아 연결시키는 검사로써, A형 검사는 번호를 순서대로(1, 2, 3, ...) 이어가는 것이고, B형 검사는 번호와 자음을 엮갈리게(1, ㄱ, 2, ㄴ, 3, ㄷ, ...) 이어가는 것이다. 수행 시간을 측정한다.

숫자상징 검사는 0부터 9까지의 숫자를 다른 기호와 짝지어 놓은 것을 보여주면서, 기호로 표시된 문제를 주어 1분 30초동안 기호에 해당되는 숫자를 쓸 수 있는가를 보는 것이다. 정확하게 기록한 수를 측정한다.

Wechsler 기억 척도는 상식 및 인적 사항(personal and current information), 지남력(orientation), 정신 조절 능력(mental control), 논리적 기억(logical memory), 숫자상징(digit symbol), 시각 재생(visual reproduction), 연상(associa)의 소검사로 이루어져 있으며, 다양한 기억 기능을 조사한다.

색채단어 검사는 컴퓨터 화면에 색채를 띤 영어 단어가 제시되어 그 단어의 의미와 색채가 일치할 때와 일치하지 않을 때를 구별해서 반응하도록 하는 검사이다. 반응의 정확도를 조사한다.

지속수행 검사에서는 컴퓨터 화면에 5~15분 동안 1초 간격으로 계속 숫자나 문자가 제시된다. 시각 지속수행 검사에서는 화면에 숫자 '0'이 나타났을 때 피험자가 반응하도록 하고 정확한 반응률을 조사한다. 조건화 지속수행 검사에서는 문자 'T' 뒤에 다시 'T'가 나타났을 때 반응하도록 하고 실수한 수를 조사한다.

공간기억 검사는 1초 동안 화면에 여러 모양의 도형이 서로 다른 배열로 제시되며 이를 기억하여 재생하는 검사이다. 반응의 정확도를 조사한다.

Wisconsin 카드 분류 검사는 피검사자에게 여러 모양과 색채를 가진 도형이 그려져 있는 4개의 카드를 보여주고 공통된 원리를 추론하여 제시된 카드를 그 원리에 따라 분류하게 하는 검사이다. 잘못 답한 수를 조사한다.

2) 사건 관계 전위 검사(ERP)

검사는 환자가 긴장을 푼 상태에서 머리를 기댈 수 있는 편안한 의자에 앉은 상태로 하였으며, 검사기계는 Scan과 Stim System을 사용하였다(미국 Neuroscan사 1992년도 제작). 시각 유발 전위(visual evoked potential; VEP)는 흑·백의 checkerboard (크기 1.5×2cm) 자극이 0.5초 간격으로 화면에 나타나는 것을 환자가 주시하도록 하여 전위를 O₂에서 컴퓨터에 입력하였다. 자극 후 300 msec의 길이의 반응을 150회 평균하여 전위를 얻었다. 이때 ±50μV 이상의 전위는 artifact로 간주하여 자동으로 전위 평균에 포함되지 않게 하였다. 자극 후 80~120 msec에서 나타나는 양 전위를 P100으로 하여 전위의 크기와 자극 후 최고 전위에 도달하는데 걸리는 시간인 잠복기(latency)를 얻었다.

청각 사건 관계 전위(auditory event related potentials, ERP)는 75dB의 1000 Hz와 200 Hz 두 소리를 50 msec 기간과 1.1 sec 간격으로 환자의 양쪽 귀에 주어 이로 발생하는 뇌 전위(P₂)를 컴퓨터에서 기록하였다. 두소리의 빈도는 4:1의 비율이었으며

사건 관계 전위와 신경심리 검사

Table 1. Means and standard deviations(S.D) of neuropsychological tests

	Unit	Number of cases	Mean	S.D.
Category test(CAT)	Number of errors	48	66.6	28.6
Tactual performance test(TPT)				
total	Minutes	47	15.2	13.5
memory	Number of corrects	48	6.5	2.2
location	Number of corrects	48	3.8	2.6
Seashore rhythm test(SRT)	Number of errors	52	7.4	4.5
Finger tapping test(FTT)				
dominant hand	Number/Minutes	52	4.2	1.4
nondominant hand	Number/Minutes	51	3.7	1.2
Trail making test(TMT)				
type A(TMAT)	Seconds	52	58.3	33.2
type B(TMBT)	Seconds	44	107.3	30.2
Digit symbol test(DST)	Number of corrects	55	38.2	14.8
Impairment index	Scores	53	.503	.306
Wechsler memory scale(WMS)	Scores	48	97.7	16.9
Stroop test(STR)	% of corrects	19	36.0	10.6
Continuous performance test(CPT)				
visual(VCPT)	% of corrects	46	86.4	6.0
contingent(CCPT)	Number of errors	46	12.8	9.5
Spatial memory test(SMT)	% of corrects	45	75.1	14.7
Wisconsin card sorting test(WCST)	Number of errors	38	45.7	21.1

700 msec의 길이를 400회 평균하였으며 artifact는 VEP와 같은 원리로 제거되었다. 그리고 드물게 들려지는 2000 Hz 자극에서 일어나는 전위를 분석하여 자극 후 70~120 msec에서 처음 나타나는 음 전위를 N₁₂₀ 그리고 자극 후 260~500 msec에서 나타나는 양 전위를 P300으로 하여 전위의 크기와 자극 후 최고 전위에 도달하는데 걸리는 시간인

잠복기(latency)를 산출하였다.

3. 통 계

상기한 신경심리 검사의 여러 수행 척도의 결과와 VEP에서 P100의 전위와 잠복기 및 ERP의 N120과 P300의 전위와 잠복기와의 상관 관계를 알아보기 위해 SPSS PC 프로그램을 통해 Pearson 상관관계 계수 r을 산출하였다.

결 과

56명 환자의 각각의 신경심리 검사의 평균치와 표준 편차는 Table 1에 나타나있으며 P100, N120과 P300의 잠복기와 전위의 평균과 표준 편차는 Table 2에 나타나있다.

시각 유발 전위(VEP)의 P100의 latency와 유의한 상관관계를 보인 신경심리 검사는 시각지속 수행 검사(VCPT)($r = -.25, p = .04$), 조건화 지속 수행

Table 2. Means and standard deviations(S.D) of latency and voltage of P100, N120 and P300

ERP	Mean ± S.D
VEP P100	
Latency	113.3 ± 1.6(ms)
Voltage	5.7 ± 0.7(μV)
Auditory ERP	
N120 latency	119.4 ± 34.4(ms)
voltage	-4.3 ± 3.2(μV)
P300 latency	338.4 ± 43.5(ms)
voltage	5.8 ± 3.6(μV)

검사(CCPT)($r=.527, p=.000$)였다. 그러나 P100의 voltage와는 유의한 상관관계가 있는 검사는 없었다 (Table 3).

청각 사건 관계 전위 중 N120과 신경심리 검사의 관계에서는 N120 잠복기와 범주검사($r=-.245, p=.04$), KWIS의 언어성 지능($r=-.262, p=.03$)등이 유의한 상관관계를 보였다.

N120 전위는 수지력 검사(우측 : $r=-.348, p=.006$, 좌측 : $r=-.253, p=.03$), CCPT($r=-.286, p=.02$), CCPT($r=.261, p=.03$), 숫자 상징 검사($r=-.231, p=.04$)등이었다(Table 4). P300의 잠복기는 선로잇기 A검사($r=-.238, p=.04$)와 Stroop 검사($r=.567, p=.007$)와 유의한 상관관계를

보였다. P300의 전위는 선로잇기 B검사($r=-.365, p=.007$), 숫자 상징 검사($r=.34, p=.004$), Wechsler 기억 척도($r=.345, p=.008$)가 아주 높은 상관관계($p<.01$)를 보였고, 수지력 검사(우측 : $r=-.261, p=.03$, 좌측 : $r=-.313, p=.01$), Stroop 검사($r=.437, p=.03$), VCPT($r=.248, p=.04$), CCPT($r=-.267, p=.03$)등과 유의한 상관관계를 보였다 (Table 5).

고 찰

시각 유발 전위(VEP)의 P100잠복기와 유의한 상관관계를 보인 신경심리 검사는 시각 지속 수행검사(VCPT)($r=-.25, p=.04$), 조건화 지속 수행검사(CCPT)($r=.527, p=.000$)였다. 그러나 P100의 전위와 유의한 상관관계가 있는 검사는 없었다. VEP는 시신경과 시신경로(optic tract)와 외측 슬상체(lateral geniculate body)등을 거쳐 후두엽(occipital lobe)에 이르는 회로를 통해 형성되어진다(4). 특히 뇌손상에서의 VEP의 이상은 시신경 회로만을 선택적으로 손상되기 보다는 이 회로가 지나가는

Table 3. Significant correlation between P100 and neuropsychological tests

P100	VCPT (N=46)	CCPT (N=46)	
Latency	-.251	.527	cc
	.04	.000	p

cc : correlation coefficient p : probability
Other abbreviations as in table 1

Table 4. Significant correlation between N120 and neuropsychological tests

N120	CAT (N=48)	FTTn (N=51)	FTTd (N=52)	KVIQ (N=49)	VCPT (N=46)	CCPT (N=46)	DST (N=55)	
Latency	-.245			-.262				cc
	.04			.03				p
Voltage		-.348	-.253		-.286	.261	-.231	cc
		.006	.03		.02	.038	.04	p

cc : correlation coefficient p : probability Other abbreviations as in table 1

Table 5. Significant correlation between P300 and neuropsychological tests

P300	TMAT (N=52)	SRT (N=49)	TMBT (N=44)	DST (N=55)	WMS (N=48)	
Latency	-.238	-.565				cc
	.04	.007				p
Voltage			-.365	.34	.345	cc
			.007	.004	.008	p
P300	FTTd (N=52)	FTTn (N=51)	STR (N=49)	VCPT (N=46)	CCPT (N=46)	
Voltage	.261	.313	.437	.248	-.267	cc
	.03	.01	.03	.04	.038	p

cc : correlation coefficient p : probability Other abbreviations as in table 1

안와 전두엽(orbitofrontal lobe), 시상하부(hypothalamus)와 그 상부의 피질하 구조, 시상(thalamus) 및 후두엽 등의 어느 부위에 손상을 입더라도 VEP에 영향을 줄 수 있다. 그러므로 VCPT와 CCPT가 시기능과 관계된 검사이기 때문에 P100과 유의한 상관관계를 보였다고도 볼 수 있지만 시기능과 관계없는 시신경 회로 근방의 손상과 장애 때문으로도 해석할 수 있을 것이다. VCPT와 CCPT는 시각 조절 및 지속적 집중력과 관계 있는 검사로서 전두엽과 후두엽 그리고 외측 슬상체의 상호작용에 의해 수행되는 검사이다. 그리고 상관관계가 아주 높은($r=.527$) CCPT는 전두엽과 해마체(hippocampus)의 밀접한 상호작용이 요구되는 검사이다. 그러므로 VEP 검사는 시신경 회로나 후두엽 뿐만아니라 전두엽과 변연 피질(limbic system), 시상(thalamus)등 그 어느 부위의 손상에도 간접적으로 영향을 받을 수 있는 것으로 생각된다. 그러나 전위는 상관관계가 없었고 잠복기만 상관관계를 보였는데, 이는 일반적으로 전위는 피질(cortex)의 이상이 있는 경우에 나타나고 잠복기는 피질하 구조의 회로에 예민한 점이 그대로 적용될 수 있을 것으로 생각된다(5-7). 본 신경심리 검사에서는 후두엽 기능만을 특이하게 검사하는 검사가 없었기 때문에 전위와 유의한 상관관계를 보인 검사가 없었을 것으로 유추된다.

청각 사건 관계 전위 중 N120과 신경심리 검사의 관계에서는 잠복기와 범주 검사($r=-.245, p=.04$), KWIS의 언어성 지능($r=-.262, p=.03$) 등이 유의한 상관관계를 보였다. 범주 검사는 전두엽의 문제해결과 종합하는 능력을 보는 검사인데 잠복기와 정(正) 상관관계를 보였다. 그러나 의미적으로는 역 상관관계이다. 즉 전두엽의 기능이 좋을수록 잠복기가 길다는 뜻이다. 전두엽 기능은 종합하는 능력으로, 문제를 해결할 때 한가지만 보고 성급하게 반응하지 않고 전체를 보며 신중하게 대처하게 한다. 그러므로 N120은 자극에 대한 첫 번째의 선택적 집중으로서 전두엽 기능이 다소 떨어지면 성급하게 빨리 반응할 수도 있기 때문에 이러한 역 상관관계는 가능할 수 있다. P300의 경우이기는 하지만 잠복기는 사건의 난이도에 따라

비례하며 특히 반응 시간(reaction time)과 아주 높은 상관관계가 있다(8). 그러나 반응 속도가 너무 빠르면 실수가 많아져서 이러한 상관관계는 지속되지 않는다(9). 그러므로 전두엽은 너무 빠르게 반응하여 실수를 하지 않도록 견제하는 역할을 할 수 있다고도 볼 수 있다. 그러나 언어성 지능은 N120의 잠복기와 유의한 역(negative) 상관관계를 보였다. 그러나 의미적으로는 정 상관관계이다. 즉 지능이 높을수록 잠복기가 짧다는 것이다. McGarry-Roberts등(10)은 P300의 경우이기는 하지만 지능은 잠복기와 역 상관관계를 보인다고 했는데 본 연구는 N120의 경우이기는 하나 같은 방향의 결과로 볼 수 있다. 이러한 결과는 지능과 전두엽의 기능이 정비례하는 관계가 아니라는 것을 간접적으로 시사해 주기도 한다. 저자들(11)은 다른 연구에서 지능중 언어성 지능은 비교적 단순한 지능으로 전두엽과 관계가 많지는 않으나 동작성 지능은 전두엽과 상관관계가 높은 사실을 보고한 바 있는데 비교적 단순한 지능으로는 첫 번째 집중이 신속하게 나타나나 다소 종합적이고 복잡한 지능은 오히려 늦게 반응할 수 있다는 사실로 해석해 볼 수 있을 것이다. 그러므로 N120의 잠복기만으로는 뇌기능과의 관계를 일률적으로 평가하기는 어렵다. 즉 빠르다고 반드시 뇌기능이 좋은 것도 아니고 느리다고 반드시 나쁜 것만은 아니라고 생각된다. 그러나 임상적으로 볼 때 N120 잠복기가 너무 빠른 것(예를 들면 80내지 90 msec)은 전두엽 기능 저하와 관계 있으며, 이러한 영향으로 범주 검사와 잠복기의 역 상관관계가 유의하게 나타난 것으로 보이며, 그러나 아주 빠른 경우가 아닌 경우는 일반적인 뇌기능과 비례해서 늦어진다고 보는 것이 합리적인 해석으로 생각된다.

N120 전위는 수치력 검사(FTT)(우측: $r=-.348, p=.006$, 좌측: $r=-.253, p=.03$), VCPT($r=-.286, p=.02$), CCPT($r=-.261, p=.03$), 숫자 상징 검사(DST)($r=-.231, p=-.04$)등과 유의한 상관관계가 있었다. 수치력 검사는 운동기능을 보는 것이지만 집중력의 강도와도 연관된다(12). VCPT와 CCPT는 지속성과 높은 강도의 집중력이 요구되는 검사이다. 그리고 숫자 상징 검사 역시 높은

강도의 집중력이 지속적으로 요구되는 검사이다. 그러므로 N120 전위는 집중력의 강도와 지속성과 관계된다고 볼 수 있으며 이는 N120가 자극에 대한 첫 번째의 선택적 집중으로서 집중력의 강도와 연관된다는 다른 보고(13-15)들과 일치되고 있다. 그리고 집중력 강도와 지속성은 내측 전두엽(medial frontal lobe)과 해마체를 중심으로 한 피질하 구조가 연관되거나 내측 전두엽의 기능이 더 많이 요구되는 기능으로(16) N120은 이러한 구조의 기능을 대신한다고 볼 수 있을 것이다.

P300의 잠복기는 선로 잇기 검사(TMAT)($r = -.238, p = .04$)의 Stroop검사(STR)($r = .567, p = .007$)와 유의한 상관관계를 보였다. TMAT는 검사를 수행하는데 걸린 소요 시간을 말하므로 잠복기가 길었다는 것을 의미하며, Stroop 검사는 정확도로 표시하는데 검사가 정확할수록 잠복기가 짧았다는 것을 말한다. 그러므로 TMAT에 나타난 뇌기능이 좋을수록 잠복기가 길었고, Stroop 검사는 반대였다. P300 잠복기 역시 N120처럼 뇌기능과 일관성 있는 연관성이 없었다. 그러나 N120과 다른 점은 TMAT는 비교적 단순한 집중력을 보는 검사인 반면, Stroop 검사는 비교적 복잡한 집중력이 요구되는 검사로서 전두엽 기능과 더욱 연관된다(17, 18). 특히 Bench등(19)은 Stroop 검사가 PET 검사상 뇌의 어떤 기능과 깊이 연관되는지를 연구한 바 있는데 Stroop 검사는 우측전대상회(right anterior cingulate), 우측 전반구(right anterior hemisphere)와 내측 전두엽(medial frontal lobe)과 관계된다고 보고하였다. 그러므로 특히 잠복기는 Stroop 검사와 아주 높은 상관관계($r = -.567$)를 보였는데, 이는 전두엽 특히 내측 기능과 높이 연관된다고 볼 수 있다. 이는 N120의 잠복기가 너무 빠를때 내측 전두엽 장애가 있는 것을 시사한 것과 같이 P300의 잠복기가 너무 늦으면 내측 전두엽의 기능의 저하를 아주 높게 반영한다는 것을 말한다. P300의 전위는 잠복기와 다소 다른 결과를 보였다. P300의 전위는 선로 잇기 B검사($r = -.365, p = .007$), 숫자, 상징 검사($r = .34, p = .004$), Wechsler 기억 척도(WMS)($r = .345, p = .008$)가 아주 높은 상관관계($p < .01$)를 보였고, 수지력 검사(우측 : $r = -.261, p = .03$, 좌

측 : $r = -.313, p = .01$), Stroop검사($r = .437, p = .03$), VCPT($r = .248, p = .04$), CCPT($r = -.267, p = .03$)등과 유의한 상관관계를 보였다. 이 중에서 P300 전위와 특히 상관관계를 보인 검사($r = 3.4$ 이상)는 TMBT, DST, WMS, STR, FTT_n였으며 STR이 가장 높은 상관관계를 보였다. TMAT는 숫자만 찾아가는 비교적 단순한 검사인 반면 TMBT는 숫자와 문자를 번갈아가며 기억하면서 수행하는 고도한 집중이 요구되는 검사이다. 그리고 DST 역시 고도와 집중력과 다기 기억력이 요구되는 검사이며 WMS 역시 다양한 기억이 요구되는 검사인데 특히 이 중에서도 단기 기억력이 가장 많이 요구된다. 본 연구에는 포함되지 않았으나 WMS는 총 5부분으로 구성되어 있는데 이 중에 단기 기억력 부분이 가장 높은 상관관계를 보였다. STR 역시 고도한 집중력과 항상 그원리를 기억해야 하는 단기 기억력이 요구되는 검사이다. 그 다음의 상관관계 관계를 보이는 검사들로는 FTT, VCPT, CCPT(FTT_n)이 $r = .31$ 이었고, 나머지는 모두 $r = .3$ 이하였음)였는데 이 검사들의 특징은 단기 기억력은 높이 요구되는 검사는 아니나 지속적 집중력과 강도가 요구되는 검사들이었다. 이를 종합적으로 볼때 P300의 전위는 일반적인 집중력과 강도가 요구될 뿐만 아니라 특히 고도한 단기 기억력이 더 요구되는 특징이 있는 것으로 분석해 볼 수 있다. 기억력과 P300의 관계에 대해서는 이미 많이 연구되어 있다. P300 검사 자체가 단기 기억력을 고도하게 요구한다. 자극이 온 후 이 자극에 반응하기 전 기억의 검증이 필요하다(20, 21). 그러므로 단기 기억력이 좋을수록 P300의 전위가 증가된다(22). 그리고 여러 연구에서 기억력의 신경심리학적 수치와 P300이 비교적 정 상관관계를 보이는 것으로 보고되고 있어(23-25) 본 연구와 일치되고 있다. 그러나 더 중요한 것은 이러한 뇌기능의 특징을 통해 P300의 신경해부학적 발생 부위를 찾아 보는 것은 더욱 흥미로운 일이며 이 연구의 가장 중요한 목적 중에 하나이다. P300이 신경해부학적으로 어떻게 발생되며 그 뇌기능적 의미가 무엇인지에 대해서는 많은 연구자들의 관심이기도 하며 또한 지금까지 많은 연구가 있어왔다. P300은 치매(26, 27), 만성 주정

사건 관계 전위와 신경심리 검사

중독(28, 29), Korsakoff's syndrome(30), 정신분열증(31-33), 측두엽 간질(34,35)등에서 이상이 발견됨으로 측두엽 특히 편도(amygdala)와 해마체(hippocampus)의 내측 측두엽(medial temporal lobe)의 손상과 관계있으며 그 발생도 이 부위일 것이라는 가설이 가장 지배적이다(36, 37). 특히 측두엽 간질을 비롯해서 측두엽 절제 후나 측두엽 손상이 구조적 검사에서 확인된 환자들에서 P300의 이상에 대해 많은 보고가 있었다(37). 그러나 측두엽 절제 후에도 정상 P300이 보고(38)되기도 하여 측두엽이 단독으로 이 기능을 담당한다고 볼 수는 없다. 대신 다른 뇌부위의 장애에도 P300의 이상이 많이 발견되고 있다. 즉 시상(3, 39, 40), 전두엽(8, 41), 전두선조로(frontostriatal pathway)(42, 43), 뇌량(corpus callosum)(44), 측두 두정엽(45, 46)등에 손상이 있을 때도 P300에 이상이 있다고 보고되고 있어 P300은 뇌의 여러 부위가 동시에 작용할 발생되어 전위로 생각되고 있다(44). 뇌의 여러 부위가 관계는 되나 P300의 뇌기능적 의미는 자극의 내적의미 해석과 이에 대한 반응으로서 주로 이 기능을 담당하는 피질하 구조가 이를 발생시키고 있는 것으로 볼 수 있다. 그 피질하 구조는 선조(striatum), 담창구(globus pallidum), 시상(thalamus), 변연피질(특히 해마체, 대상회, 전두엽)등이 연결되는 회로인데, 이는 새 정보가 입력될 때 이를 분석하여 반응하는 데 동원되는 가장 주요한 피질하 구조인 것이다(42, 43). 그러므로 P300은 바로 이 회로에 의해 발생된다고 보아야 하며 특히 시상이 P300을 촉발(trigger)시키는(5) 기능을 담당하면서 기억 부분은 해마체(16, 47-50), 집중의 강도와 유지는 내측 전두엽, 그리고 반응의 선택은 기저핵(basal ganglia)(42, 51, 52)이 담당하는 복합적인 인지기능의 총체로서 표현되는 전기생리학적 전위로 볼 수 있다. 그러므로 P300의 장애가 있을 때 이러한 피질하 구조의 장애를 우선적으로 생각해 볼 수 있을 것이다. 이와 함께 상기의 여러 신경심리학적 검사들을 단독으로 수행할 때도 특히 TMBT, DST, WMS, STR, FITT와 CIT등은 이러한 피질하 구조와 연관이 있는 검사로 평가함으로 신경심리학적 검사를 피질하 구조의 분석 뿐만아니라

피질하 구조에 이르기까지 더욱 입체적으로 분석을 할 수 있을 것이다.

요 약

연구배경 :

사건관계 전위와 신경심리 검사의 상호관계를 연구함으로 각각의 사건 관계 전위의 신경심리학적 의미와 그 전위가 발생되기 위해 어떠한 뇌 기능과 뇌 구조가 연관되는지를 조사해 보려고 하였다.

연구방법 :

56명의 환자에서 시각 유발 전위 P100과 사건 관계 전위 N120과 P300의 전위 및 잠복기와 여러 신경심리 검사의 상호관계를 조사하였다.

결 과 :

시각 유발 전위(VEP)의 P100의 잠복기와 상관관계를 보인 신경심리 검사는 시각 지속 수행 검사, 조건화 지속 수행 검사였다. 그러나 P100의 전위와는 유의한 상관관계가 있는 검사는 없었다. N120 잠복기와 범주 검사, KWIS의 언어성 지능 등이 유의한 상관관계를 보였다. N120전위는 수지력 검사, 시각 지속 수행 검사, 조건화 지속 수행 검사, 숫자 상징 검사 등이었다. P300의 잠복기는 선로 잇기 A검사와 Stroop 검사와 유의한 상관관계를 보였다. P300의 전위는 선로 잇기 B검사, 숫자 상징 검사, Wechsler 기억 척도, 수지력 검사, Stroop 검사, 시각 지속 수행 검사, 조건화 지속 수행 검사 등과 유의한 상관관계를 보였다.

결 론 :

N120은 전두엽의 내측을 가장 예민하게 반영할 수 있는 검사이며 P300은 내측두엽, 해마체, 시상, 기저핵 및 내전두엽 등의 피질하 구조가 밀접하게 관계되어 발생하는 전위로 생각된다.

중심단어 : 신경심리 · 사건 관계 전위 · P100 · N120 · P300 · 기능적 신경해부.

REFERENCES

- 1) Reitan RM, Wolfson D. The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery : theory and clinical

- interpretation. *Tuscan Neuropsychology Press* 1985 ; 15-37.
- 2) Wechsler D. *Manual for the Wechsler Memory Scale-Revised*. New York, Psychological Corporation, 1987.
 - 3) Neuroscan. STIM(computerized neuropsychological test) *Manual*. New York, Neurosoft Inc, 1990.
 - 4) Duss P. *Topical Diagnosis in Neurology*. 김진수, 이명식, 최경규 등 번역, 서울, 과학서적센타 1990 ; 83.
 - 5) Onofrij M, Curatola L, Malatesta G, Colamartino P, Bazzano TS, Fulgente T and Ferracci F. Delayed P3 event-related potentials(ERPS) in thalamic hemorrhage. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1992 ; 83 : 52-61.
 - 6) Wood CC, McCarthy G, Squires NK, Vaughan HG, Woods DL and McCallum WC. Anatomical and physiological substrates of event-related potentials. In : *Brain and Information : Event-Related Potentials*. Ed by Karrer R, Cohen J and Tueting P, Ann NY. Acad Sci 1984 ; 425 : 681-721.
 - 7) Puce A, Kalnins RM, Berkovic SF, Donnan GA and Bladin PF. Limbic P3 potentials, seizure localization and surgical pathology in temporal lobe epilepsy. *Ann Neurol* 1989 ; 26 : 377-385.
 - 8) Wirsén A, Stenberg G, Rosen I and Ingurar DH. Quantified EEG and cortical evoked responses in patients with chronic traumatic frontal lesions. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1992 ; 84 : 127-138.
 - 9) Kutas M, McCarthy G and Donchin E. Augmenting mental chronometry : the P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science* 1977 ; 197 : 792-795.
 - 10) McGarry-Roberts PA, Stelmack RM and Cambell KB. Intelligence. Reaction time and event-related potentials. *Intelligence* 1992 ; 16 : 289-313.
 - 11) 최병건 · 이성훈 · 구애숙. 지능과 신경심리 검사, 미발표논문.
 - 12) 정혜신 · 이성훈. 정신분열증에서 단순 집중력과 임상증상과의 관계. *신경정신의학* 1992 ; 31 : 252-257.
 - 13) Hillyard SA, Picton T and Regan D. Sensation, perception and attention, analysis using ERP In : *Event Related Brain Potentials in man*, ed by Callaway E, Tueting P, Koslow S, New York, Academic Press, 1978 ; 223-322.
 - 14) Davis GC, Buchsbaum MS. Pain sensitivity and endorphins in functional psychosis. *Mod Probl Pharmacopsychiat*, Karger, Basel, 1978 ; 17 : 97-108.
 - 15) 이성훈 · 한은선 · 이종섭 · 유계준. 인지기능과 사건 관계 전위. *신경정신의학* 1990 ; 29 : 779-787.
 - 16) Luria AR. *The Working Brain, An Introduction to Neuropsychology*. Translated by Haigh B. New York, Basic Book Inc, 1973.
 - 17) Walsh KW. *Neuropsychology : A Clinical Approach*. New York, Churchill Livingstone 1978 ; 126.
 - 18) 강현숙 · 이성훈 · 한은선. 신경심리 검사상에 나타난 정신분열증 환자의 전두엽 기능. *신경정신의학* 1992 ; 31 : 267-274.
 - 19) Bench CJ, Frith CD, Grasby PM, Friston KJ, Paulsesu E, Frackowiak RSJ and Dolan RJ. Investigations of the functional anatomy of attention using the Stroop test. *Neuropsychologia* 1993 ; 319 : 907-922.
 - 20) Donchin E. Surprise ? ...surprise ? *Psychophysiology* 1981 ; 18 : 493-513.
 - 21) Donchin E, Coles MGH. Precommentary : is the P300 component a manifestation of context updating ? *Behav Brain Sci* 1988 ; 11 : 355-425.
 - 22) Verleger R. Event-related potentials and cognition : A critique of the context updating hypothesis and an alternative interpretation of P3. *Behav Brain Sci* 1988 ; 11 : 343-427.
 - 23) Polich J, Howard S and Starr A. P300 correlates with digit span. *Psychophysiology* 1983 ; 20 : 665-669.
 - 24) Homberg V, Hefther H, Granseyer G, Strauss W, Lange H and Hennerici M. Event-related potentials in patients with Huntington's disease and relatives at risk in relation to detailed psychometry. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1986 ; 63 : 552-569.
 - 25) Spinnler H, Tognoni G(Eds). *Standardizzazione*

- e taratura italiana di test neuropsicologici : The Italian Journal of Neurological Sciences. Suppl. al No6/Dicembre, Masson 1987.
- 26) Goodin D, Squires KC and Starr A. Long Latency event-related potentials components of the auditory evoked potentials in dementia. *Brain* 1978 ; 101 : 635-648.
 - 27) St. Clair D, Blackburn I, Blackwood D and Tyrer G. Measuring the course of Alzheimer's disease. A longitudinal study of neuropsychological function and changes in P3 event-related potential. *Br J Psychiatry* 1988 ; 152 : 48-54.
 - 28) Pfefferbaum A, Horvath TB, Roth WT and Kopeli BS. Event-related potential changes in chronic alcoholics. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1979 ; 47 : 637-647.
 - 29) Pfefferbaum A, Ford JM, White PM and Mathalon D. Event-related potentials in alcoholic men : P3 amplitude reflects family history but not alcohol consumption. *Alcoholism* 1991 ; 15 : 839-850.
 - 30) Blackwood DH, St. Clair DM, Blackburn IM and Tyrer GM. Cognitive brain potentials and psychological deficits in Alzheimer's dementia and Korsakoff's amnesic syndrome. *Psychol Med* 1987 ; 17 : 349-358.
 - 31) Pritchard WS. Cognitive event-related potential correlates of schizophrenia. *Psychol Bull* 1986 ; 100 : 43-66.
 - 32) Pfefferbaum A, Ford JM, White PM and Roth WT. P3 in schizophrenia is affected by stimulus modality response requirements, medication status and negative symptoms. *Arch Gen Psychiatry* 1989 ; 46 : 1035-1044.
 - 33) Ward PB, Catts SV, Fox AM, Michie PT and McConaghy N. Auditory selective attention and event-related potentials in schizophrenia. *Br J Psychiatry* 1991 ; 158 : 534-539
 - 34) Johnson R Jr, Fedio P. Task-related changes in P300 scalp distribution in temporal lobectomy patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1987 ; 40(suppl) : 699-704.
 - 35) Puce A, Kalnins RM, Berkovic SF, Donnan GA, Bladin PF. Limbic P3 potentials, seizure localization and surgical pathology in temporal lobe epilepsy. *Ann Neurol* 1989 ; 26 : 377-385.
 - 36) Halgren E, Squires, NK, Wilson CL, Rohrbaugh JW, Babb TL and Crandall PH. Endogenous potentials generated in the human hippocampal formation and amygdala by infrequent events. *Science* 1980 ; 210 : 803-805.
 - 37) Perrault N, Picton TW. Event related potentials recorded from the scalp and nasopharynx. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984 ; 59 : 261-178.
 - 38) Onofrij M, Fulgente T, Nobilio D, Malatesta G, Bazzano S, Colamartino P and Gambi D. P3 recordings in patients with bilateral temporal lobe lesions. *Neurology* 1992 ; 42 : 1762-1767.
 - 39) Yingling CD and Hosobuchi Y. A subcortical correlate of P300 in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1984 ; 59 : 72-76.
 - 40) Velasco M, Velasco F, Velasco AL, almanza X and Olivera A. Subcortical correlates of P300 potential complex in man to auditory stimuli. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1986 ; 64 : 199-210.
 - 41) Knight RT. Decreased response to novel stimuli after prefrontal lesions in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1984 ; 54 : 9-20.
 - 42) Kropotov JP, Etlinger SC, Ponomarev VA, Kuznetsov MA and Trofimova LG. Event-related neuronal responses in the human strio-pallido-thalamic system. II. cognitive functions. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1992 ; 84 : 386-393.
 - 43) Ward PB, Catts SV, Fox AM, Michie PT and McConaghy N. Auditory selective attention and event-related potentials in schizophrenia. *Brit J Psychiatry* 1991 ; 158 : 534-539.
 - 44) Kutas M, Hillyard A, Volpe BT and Gazzaniga MS. Late positive event-related potentials after commissural section in human. *J Cog Neurosci* 1990 ; 2 : 258-271.
 - 45) Knight RT, Hillyard SA, Woods DL and Neville HJ. The effects of frontal and temporal-parietal lesions on the auditory evoked potential in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1980 ; 50 : 112-124.
 - 46) Knight RT, Scabini D, Woods DL, Clayworth C. Contributions of the temporal-parietal junction

- to the human auditory P3. *Brain Res* 1989 ; 13 : 109-116.
- 47) Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol* 1992 ; 9(4) : 456-479.
- 48) 이성훈. 정신분열증에서의 정보처리와 그 신경해부학. *신경정신의학* 1991 ; 30(4) : 629-651.
- 49) O'Keefe J and Nabel L. The hippocampus as a cognitive map. *Behavioral and Brain Sciences* 1979 ; 2 ; 478-533.
- 50) Teyler TI and Discenna P. Longterm potentiation. *Annual Review of Neurosci* 1987 ; 10 : 131-161.
- 51) Marsden CD. Function of the basal ganglia as revealed by cognitive and motor disorders in Parkinson's disease. *Canadian Journal of the Neurological Science* 1984 ; 11 : 129-135.
- 52) Wing A and Miller E. Basal ganglia lesions and psychological analyses of the control of voluntary movement. *Functions of the Basal Ganglia(Ciba Foundation Symposium)* 1984 ; 107 : 242-257.