

양자극 방안(Oddball paradigm)과 단일자극 방안(Single-stimulus paradigm)으로 측정된 사상관련전위(Event-Related Potentials)의 비교

김 명 선

김 상 희

청소년 정신건강 연구소

본 연구에서는 양자극 방안뿐만 아니라 단일자극 방안을 사용하여도 P300의 측정이 가능한가를 그리고 두 방안에서 관찰된 P300이 진폭과 잠재시간에서 서로 유사한가를 조사하였다. 양자극 방안과 단일자극 방안은 자극의 제시확률, 자극의 제시간격과 과제에서 동일 하였으나 단지 단일자극 방안에서는 표준자극이 무음으로 대체되었다. 실험결과, 두 방안 모두에서 P300이 관찰되었고 전극위치에 따른 P300의 진폭차이가 유사하였다. 즉 두 방안 모두 Pz에서 가장 큰 진폭이 관찰되었고 다음으로는 Cz와 Fz의 순서였다. 단일자극 방안으로 측정된 P300의 잠재시간이 양자극에서보다 의미있게 짧았다. N200 진폭의 경우 양자극 방안이 단일자극 방안보다 중앙과 전두엽부위에서 의미있게 큰 부적값을 보였다. 이 결과들이 시사하는 것은 P300을 측정하는데 있어서 단일자극 방안이 양자극 방안의 단순형으로 사용될 수 있다는 것과 N200-P300의 분석을 통하여 자극의 처리과정을 신뢰롭게 평가할 수 있다는 것이다.

정신생리적 측정 방법 중의 하나인 사상관련전위는 인지 과정 동안의 대뇌 활동을 평가하는데 널리 사용되고 있다. 자극을 제시한 후 200msec, 즉 0.2초 이후에 나타나는 뇌의 전기적 활동을 의미하는 사상관련전위는 정적 전위(positive potentials)와 부정적 전위(negative potentials)를 띄는 여러 개의 정점(peak)들

로 구성되어 있다. 이 중에서도 정적 전위를 가지면서 자극 제시 300msec 전후에 나타나는 정점인 P300이 인지 과정 혹은 정보처리 과정과 관련되어 가장 많이 연구되었다(Humphery & Kramer, 1994).

P300은 주로 양자극 방안을 통하여 측정된다. 이 방안에서는 두 종류의 자극이 제시되는데, 한 자극은

표준 자극(standard stimulus)으로서 높은 제시 확률을 갖고 있는 반면 또 다른 자극인 목표 자극(target stimulus)은 제시 확률이 낮다. 다시 말하면 표준 자극은 자주 제시되는 반면 목표 자극은 드물게 제시된다는 것이다. 피험자의 과제는 제시된 전체 자극들 중에서 목표 자극이 몇 번 제시되었는가를 마음 속으로 세거나 목표 자극이 제시될 때마다 버튼 등을 눌러 반응하는 것이다.

양자극 방안을 사용하여 P300을 측정한 연구들은 표준 자극에서보다는 목표 자극에서 의미 있게 큰 진폭의 P300이 나타난다는 것과 특히 중앙선(midline)을 따라 뇌의 전방 부위(Fz), 중앙 부위(Cz) 및 후방 부위(Pz)에서 P300이 두드러지게 관찰된다는 것 그리고 P300의 진폭이 Fz에서 Pz 방향으로 갈수록 증가한다는 것을 보고하였다. 그리고 P300은 자극 제시 300msec 전후에 반드시 나타나는 것이 아니라 피험자의 상태(예: 주의력의 저하나 인지 장애가 있을 경우)나 자극의 복잡성, 과제의 난이도 등에 따라 자극 제시 후 250msec와 600msec 사이의 어느 시점에서도 나타날 수 있다는 것을 밝혔다(Oken, 1989).

양자극 방안을 사용하여 P300을 측정한 연구들의 결과는 P300이 어떤 심리적 과정을 반영하는가에 관해 많은 정보를 제공하고 있다. Donchin 과 Coles (1988)는 '맥락 최신화 가설(context updating hypothesis)'을 통하여 P300의 진폭이 자극 환경에 대한 신경적 표상(neural representation)의 변화를 반영한다고 주장하였다. 이들에 의하면 새로이 유입된 자극이 피험자의 활동 기억 내에 있는 환경 맥락의 모델과 일치하지 않으면 이전의 모델은 유입된 자극에 맞게 최신화되어야 하고 이 최신화 과정의 결과로서 P300이 생성된다는 것이다. 다시 말하면 이전 자극에 대한 신경적 표상이 새로운 자극과 일치하지 않을 경우 이 표상을 새로운 자극에 맞게 변화시켜야만 환경 맥락과 일치하는 모델을 유지할 수 있고 이 변화 과정의 부산물로서 P300이 나타난다는 것이다. 따라서 P300의 진폭은 주어진 자극에 얼마만큼 주의를 주었는지 그리고 맥락의 변화가 얼마나 일어났는가에 비례하며 P300이 나타나는 시간인 잠재시간(latency)

은 이러한 변화 과정이 처리되는데 걸린 시간, 즉 자극의 처리 시간(stimulus evaluation time)을 나타낸다 (Polich & Margala, 1997).

Donchin과 Coles의 주장은 많은 연구들의 결과에 의해 지지를 받고 있다. 예를 들어 기억 장애를 포함하여 전반적인 인지 기능이 저하되어 있는 치매 환자들은 동일 연령층의 정상인들에 비하여 의미 있게 적은 P300의 진폭과 긴 잠재시간을 보이며(St. Clair, Blackwood & Christie, 1985; Gordon, Kraihuhin, Harris, Meares & Howson, 1986), 사고 장애를 갖는 정신분열증 환자들 역시 정상인들과 매우 다른 P300의 진폭과 잠재시간을 보인다(Brecher & Begleiter, 1983; Michie, Fox, Ward, Catts & Mcconaghy, 1990). 현재 P300은 인지 장애를 갖고 있는 환자뿐만 아니라 정상인의 인지 기능을 측정하는 데에도 널리 활용되고 있다. P300의 진폭은 주의력의 정도나 효율적인 자극처리 능력 등을 평가하는 신경생리적 지표로 사용되고 있으며(Kramer & Strayer, 1988), P300의 잠재시간은 자극의 처리 속도를 평가하는데 유용한 지표가 되고 있다(Magliero, Bashore, Coles & Donchin, 1984).

양자극 방안이 매우 단순함에도 불구하고 나이가 어리거나 주의력의 장애를 갖는 아동들이나 치매 증상이 심한 노인 환자들 혹은 심각한 사고의 혼란을 보이는 정신과 환자들은 이러한 단순한 과제조차 수행하지 못하는 경우가 많다(Donchin, Kramer & Wickens, 1986). 최근 Polich와 그의 동료들은 일련의 연구를 통하여 양자극 방안뿐만 아니라 하나의 자극만을 사용하는 단일자극 방안으로도 P300이 생성된다는 것을 보고하였다(Polich & Margala, 1997; Polich, Eischen & Collins, 1994).

단일자극 방안에서는 목표 자극이 양자극 방안에서와 마찬가지로 드물게 제시되는 반면 표준 자극은 제시되지 않는다. 예를 들어서 청각 자극을 사용한 양자극 방안에서 목표 자극인 높은 소리의 제시 확률이 20%인 반면 표준 자극인 낮은 소리의 제시 확률은 80%라고 가정하면, 단일자극 방안에서도 목표 자극은 전체 시행중 20%만 제시되지만 표준 자극인 낮

은 소리는 무음(silence)으로 대체된다는 것이다. 다시 말하면 양자극 방안과 단일자극 방안은 목표 자극과 표준 자극의 제시확률, 자극간의 시간 간격(inter-stimulus interval) 및 목표 자극에 대한 피험자의 반응 등은 동일하지만 단지 단일자극 방안에서는 표준 자극이 무음으로 대체되는 것만이 서로 다르다. 따라서 단일자극 방안에서는 피험자가 단지 하나의 자극에만 반응하는 것이 요구되기 때문에 두 자극을 비교, 반응해야 하는 양자극 방안보다 훨씬 더 단순하다.

양자극과 단일자극 방안을 사용하여 P300을 측정, 비교한 결과, 두 방안에서 관찰된 P300이 매우 유사한 것으로 밝혀졌다(Polich & Margala, 1997; Polich & Heine, 1996). Polich와 Margala(1997)는 10, 30, 50, 70과 90%의 목표 자극의 제시 확률을 사용하여 양자극 방안과 단일자극 방안으로 P300을 측정하였다. 그 결과 두 방안 모두에서 목표 자극의 제시확률이 감소할수록 그리고 Fz에서 Pz의 방향으로 갈수록 P300의 진폭이 증가하였고 P300의 잠재시간은 목표 자극의 제시확률이 감소할수록 증가하였다. 즉 두 방안에서 측정된 P300이 매우 유사하였다는 것이다. 다만 양자극 방안에서 측정된 P300의 진폭이 단일자극 방안에서의 진폭보다 다소 컸으며 잠재시간은 다소 길었다. 이들은 이 결과가 양자극과 단일자극 방안의 과제가 동일한 신경인지 체계(neurocognitive system)의 활동을 요구하는 것을 시사하기 때문에 단일자극 방안을 양자극 방안의 단순형으로 사용할 수 있다고 주장하였다. Polich와 Heine(1996)의 연구에서는 시각과 청각의 두 자극을 사용하여 양자극 방안과 단일자극 방안에서 P300을 측정하였다. 그 결과 청각 자극뿐만 아니라 시각 자극을 사용한 두 방안에서도 Fz, Cz, Pz를 포함한 15 전극 부위에서 유사한 P300이 관찰되었다.

단일 자극을 사용하여도 P300이 생성된다는 연구 결과는 P300을 실험적으로나 임상적으로 활용하는데 매우 중요한 의미를 부여한다. 왜냐하면 두 방안에서 관찰되는 P300의 생성 과정과 전위의 대뇌 분포를 조사함으로써 자극처리의 과정을 반영하는 P300을 더

자세하게 이해할 수 있을 뿐만 아니라 양자극 방안보다 더 단순한 단일자극 방안은 주의력이나 인지 기능이 저하되어 있거나 사고의 혼란을 보이는 환자들 혹은 나이가 어린 아동들에서도 P300의 측정을 가능하게 하기 때문이다.

과잉활동을 동반한 주의력 결핍 아동들에서 전두엽 기능부전과 뇌량의 비정상적인 크기를 관찰한 연구(Hynd, Semrud-Clikeman, Lorys, Novey, Eliopoulos & Lyytinen, 1991)와 국내에서는 품행장애 청소년들이 전두엽의 기능부전을 보인다는 연구 결과가 있다(김명선, 신경철, 진태원, 함웅, 이규향, 1998). 이러한 연구들의 결과는 다양한 심리 장애들을 행동 측면에서 뿐만 아니라 신경심리적 측면에서 연구해야 할 필요성을 시사한다. 심리 장애들과 뇌 기능 사이의 관련성을 밝히는데 사상관련전위가 유용하게 사용될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 Polich와 Margala(1997)의 연구에서의 실험방안을 사용하여 단일자극만으로도 P300의 측정이 가능한가를 국내 피험자를 대상으로 시도하였다. 만약 선행 연구들에서처럼 하나의 자극만을 사용해도 P300이 관찰된다면 과잉활동이나 주의력의 결핍 혹은 사고의 혼란으로 인해 사상관련전위의 측정에 비협조적인 환자들의 뇌기능을 직접적으로 관찰하는 것이 가능할 것이다.

연구방법

연구대상

본 연구소에 회원으로 등록되어 있는 청소년들 중에서 피험자를 선택하였다. 두드러진 정신과적 장애나 간질 혹은 뇌손상 등의 신경학적 장애를 갖고 있는 청소년들은 연구 대상에서 제외되었다. 모든 피험자들은 이전에 정신생리적 실험에 참여한 경험이 없었다. 피험자의 수는 남자 20명, 여자 13명이었으며, 평균 연령은 남자 16.5세(연령범위: 14-19세), 여자 16.3세(연령범위: 14-19세)였다. 피험자들은 두 실험에 모두 참여 하였다.

실험절차

양자극 방안에서는 2000Hz의 높은 소리가 목표 자극으로, 1000Hz의 낮은 소리가 표준 자극으로 사용되었다. 제시된 총 자극의 수는 200개였으며 이중 목표 자극은 40번(제시 확률 20%) 그리고 표준 자극은 160번(제시 확률 80%) 제시되었다. 자극간의 시간 간격은 2초였으며 피험자의 과제는 목표 자극인 높은 소리가 제시될 때마다 버튼을 눌러 반응하는 것이었다. 단일자극 방안은 양자극 방안과 모든 절차에서 동일하였으나 다만 표준 자극인 낮은 소리가 무음으로 대체되었다. 피험자의 반응 양자극 방안으로 먼저 실험에 참여한 반면 나머지 반응은 단일자극 방안으로 먼저 실험에 응하였다.

뇌파의 측정에는 Neuroscan(Neurosoft Inc.)을 사용하였다. 10-20 International System에 따라 Fz, Cz, Pz 부위를 포함하여 9 부위에서 뇌파를 측정하였다. 오른쪽과 왼쪽의 귓볼(earlobe)에 부착된 전극을 연결하여 기준전극(reference)으로 사용하였으며 grounding에는 Fz로부터 3cm 전방에 부착한 전극이 사용되었다. 저항(impedence)은 5 kiloohm 이하로 유지하였고 filter bandpass는 0.01-30Hz였다. 뇌파의 측정 시간(epoch)은 1100msec(1.1초)였으며 자극이 제시되기 100msec 전부터 뇌파를 측정하기 시작하여 자극 제시 후 1000msec까지 측정이 계속되었다. 표본율(sampling rate)은 4msec 였다. 목표 자극과 표준 자극에 따른 뇌파는 분리되어 저장되었다가 실험이 끝난 다음 각각 평균하였다. 그리고 뇌파가 $\pm 50 \mu V$ 이상인 시행은 평균 과정에서 제외되었다.

P300과 N200의 진폭과 잠재시간은 각각 이원변량 분석(방안 x 전극 위치), mixed design, repeated measure로 분석하였으며 목표 자극에 대한 반응정확률의 분석에는 t-검증을 사용하였다.

결 과

행동분석

양자극과 단일자극 방안에서 피험자가 정확하게 반응한 목표 자극의 평균 수는 양자극 방안에서는 39.1개 였고 단일자극 방안에서는 38.96개 였다. 두 방안에서의 평균 정반응 수에는 의미 있는 차가 없었다($t=.346$).

사상관련전위의 분석

P300과 N200은 다음과 같이 정의하였다. P300은 자극 제시후 250msec에서 600msec 사이에서 관찰되는 동시에 Pz에서 가장 큰 값을 갖는 정적 전위로 그리고 N200은 P300이전에 나타나는 가장 큰 부정적 전위로 정의하였다. 각 정점의 결정이 불확실하거나 뇌파 측정 동안에 발생한 오류로 인하여 생긴 불균형 자료는 각 계열 평균으로 교정하였다. N200과 P300의 정의에 따라 결정된 각 요소의 진폭과 잠재시간은 방안(단일자극/양자극 방안) x 전극 위치를 요인으로 각각 반복 측정 ANOVA 분석하였다.

그림 1은 양자극 방안에서 그리고 목표 자극에서 관찰한 사상관련전위를 전체 평균한 것이다. Pz, Cz와 Fz에서 P300이 가장 두드러지게 관찰되기 때문에 이 세 전극 위치에서 관찰된 사상관련전위만을 그래프로 작성하였다. 그림 2는 단일자극 방안을 사용하여 목표 자극에서 측정한 사상관련전위를 전체 평균한 것이다. 양자극과 단일자극 방안 모두 Pz에서 가장 큰 진폭의 P300이 관찰되었고 다음으로는 Cz, Fz의 순이었다.

표 1은 P300의 진폭을 변량분석한 결과이며 표 2에는 각 전극 위치에서 관찰된 P300의 평균 진폭이 기술되어 있다.

표 1에서 알 수 있듯이 양자극 방안과 단일자극 방안에서 측정한 P300의 진폭에는 의미 있는 차가 없었다. 그러나 전극위치에 따른 P300의 진폭에는 의미 있는 차가 있었다. 즉 두 방안 모두 좌, 우반구에서

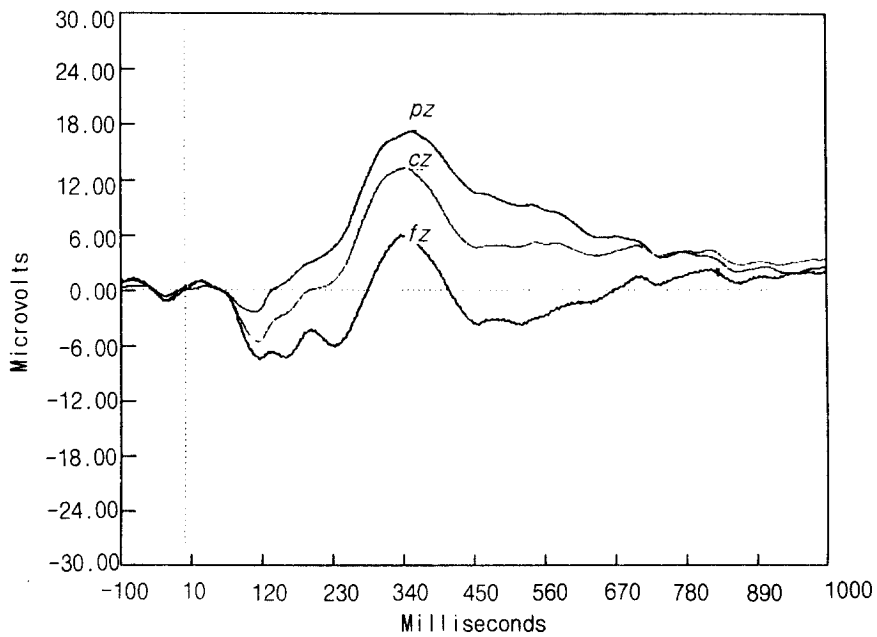


그림 1. 양자극 방안의 목표자극에 대한 전체평균 사상관련전위

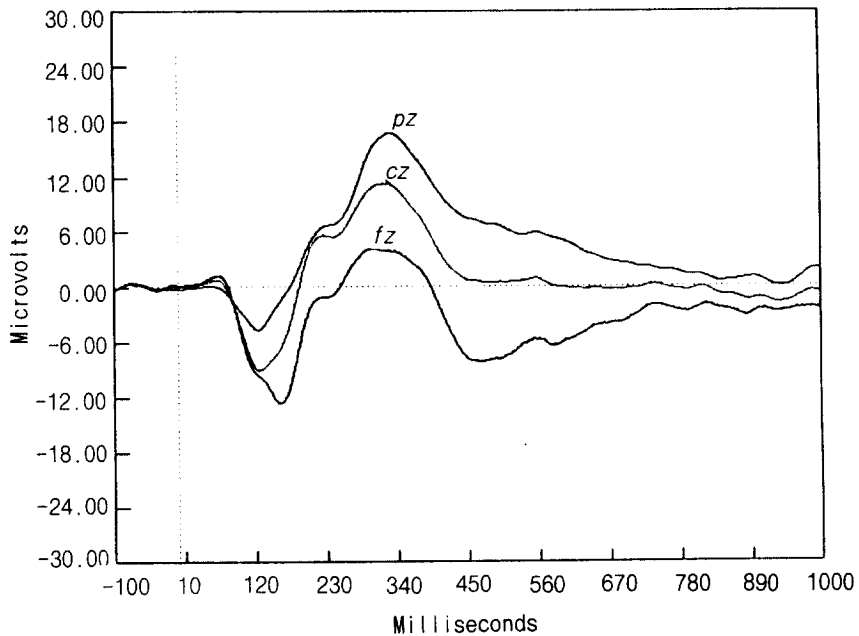


그림 2. 단일자극 방안의 목표자극에 대한 전체평균 사상관련전위

표 1. P300 진폭에 대한 변량분석 결과

	자승합(SS)	df	평균자승화(MS)	F	p
방안	225.735	1	225.735	2.971	.094
오차(방안)	2431.430	32	75.982		
전극위치	11610.833	8	1451.354	66.788	.000***
오차(전극위치)	5563	256	21.731		
방안*전극위치	70.540	8	8.817	1.187	
오차(방안*전극위치)	1900.934	256	7.426		

***는 $p < .001$

표 2. 각 전극위치에서 관찰된 평균 P300의 진폭

전극위치	방안	
	양자극방안	단일자극방안
Fz	9.12 (SD=7.62)	7.45 (6.09)
F3	6.51 (6.69)	5.87 (5.62)
F4	6.58 (6.44)	6.06 (5.69)
Cz	15.55 (7.66)	13.31 (6.98)
C3	10.60 (7.52)	9.68 (6.16)
C4	11.02 (7.04)	9.33 (6.08)
Pz	20.05 (7.11)	18.97 (7.66)
P3	14.68 (7.93)	14.48 (7.37)
P4	17.62 (7.67)	15.48 (6.23)

보다는 중앙(midline)에서 측정한 P300이 더 큰 진폭을 보였으며 중앙 부위중에서는 Pz에서 가장 큰 진폭의 P300이 관찰되었고 그 다음으로는 Cz와 Fz의 순이었다. 그림 3은 표 2에 제시되어 있는 각 전극 위

치에서의 평균 P300 진폭을 그래프로 작성한 것이다.

P300의 잠재시간에 관한 변량분석 결과와 각 전극 위치에서 측정한 평균 P300의 잠재시간은 각각 표 3과 표 4에 기술되어 있다.

표 3에 제시된 결과를 살펴보면 P300의 잠재시간은 방안과 전극위치에서 의미 있는 차이가 있었다. 단일자극 방안에서 측정한 P300의 잠재시간은 양자극 방안을 사용하여 측정한 잠재시간보다 모든 전극 위치에서 의미 있게 짧았다. 그림 4는 표 4에 기술되어 있는 각 전극위치에서 관찰된 평균 P300의 잠재시간을 그래프로 작성한 것이다.

N200의 진폭을 변량분석한 결과와 각 전극위치에서 측정한 평균 N200의 진폭은 표 5와 6에 기술되어 있다.

N200의 진폭에서는 방안과 전극위치에서 주효과가 나타났다. 양자극을 사용하여 측정한 N200의 진폭은 단일자극에서 측정한 진폭과 비교하여 의미 있게 더

표 3. P300의 잠재시간에 대한 변량분석 결과

	자승합(SS)	df	평균자승화(MS)	F	p
방안	79974.966	1	79974.966	11.683	.002**
오차(방안)	6845.299	32	6845.299		
전극위치	5814.518	8	726.815	2.770	.006**
오차(전극위치)	67178.551	256	262.416		
방안*전극위치	1748.529	8	218.566	.939	
오차(방안*전극위치)	59598.891	256	232.808		

**는 $p < .01$

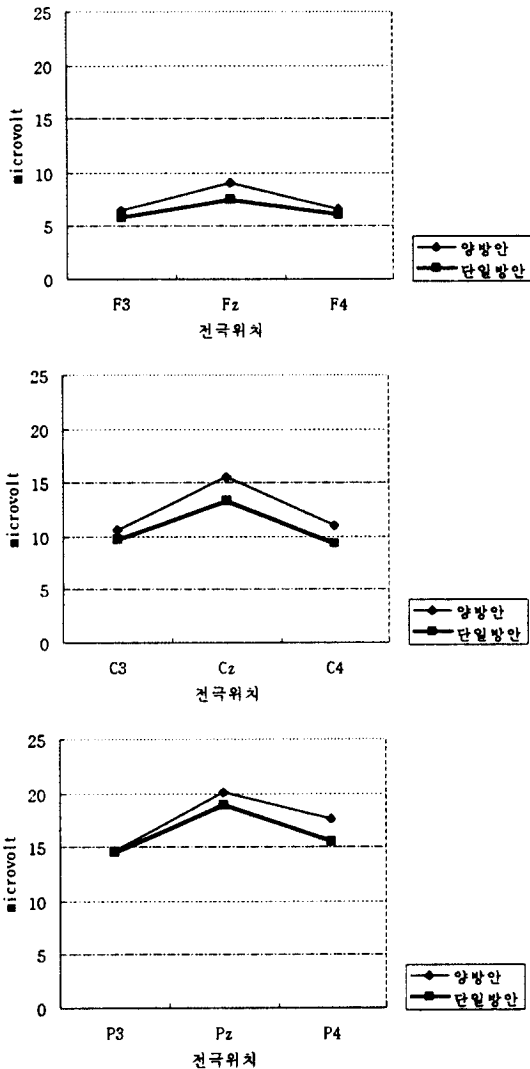


그림 3. 양자극 방안과 단일자극 방안에서의 평균 P300 진폭

큰 부적인 값을 보였다. 그리고 전극위치에서는 후방 부위보다는 중앙 부위와 전두엽 부위에서 측정된 N200의 진폭이 다른 전극위치에서 측정된 진폭보다 의미 있게 더 큰 부적 값을 보였다. 그림 5는 표 6에 제시되어 있는 각 전극 위치에서의 평균 N200 진폭을 그래프로 작성한 것이다.

N200의 잠재시간을 변량분석한 결과 전극위치에서

표 4. 각 전극위치에서 관찰된 평균 P300의 잠재시간

전극위치	방 안		t-value
	양자극방안	단일자극방안	
Fz	341.67(SD=30.47)	319.13 (36.18)	2.715**
F3	343.25 (27.22)	317.25 (29.02)	3.522**
F4	342.90 (25.50)	320.80 (32.00)	3.046**
Cz	342.45 (32.92)	323.23 (30.19)	2.144*
C3	347.18 (32.92)	322.57 (26.98)	3.029**
C4	346.48 (27.37)	319.64 (29.78)	4.243***
Pz	348.48 (35.02)	328.66 (33.33)	2.230*
P3	353.24 (34.27)	324.27 (26.01)	3.710***
P4	346.83 (26.87)	327.06 (25.92)	3.414**

***는 $p < .001$, **는 $p < .01$, *는 $p < .05$

만 주효과가 나타났으며 단일자극 방안과 양자극 방안에서 측정된 N200의 잠재시간에는 유의미한 차가 없었다.

논의

본 연구는 하나의 자극만을 사용하는 단일자극 방안에서도 양자극 방안에서와 같이 P300이 관찰되는 지 그리고 만약 P300이 관찰된다면 두 방안에서 측정된 P300이 진폭과 잠재시간에 있어서 어떤 차이를 보이는가를 조사하였다.

실험 결과 단일자극 방안에서도 P300이 관찰되었으며, 더욱이 두 방안에서 측정된 P300의 진폭이 매우 유사하였다. 양자극 방안으로 측정된 P300의 진폭이 단일자극 방안에서의 진폭보다 모든 전극 위치에서 다소 컸지만, 전극 위치에 따른 P300 진폭의 차이는 두 방안에서 동일하였다. 즉 두 방안 모두 좌, 우 반구에 위치한 전극들에서보다는 중앙에 위치한 전극들에서 더 큰 진폭의 P300을 보였으며 중앙 부위들 중에서는 Pz에서 가장 큰 진폭이 관찰되었고 다음으로는 Cz와 Fz 순이었다. 이 결과는 선행 연구들의 결과와 일치한다(Polich et al., 1997; Polich et al., 1996;

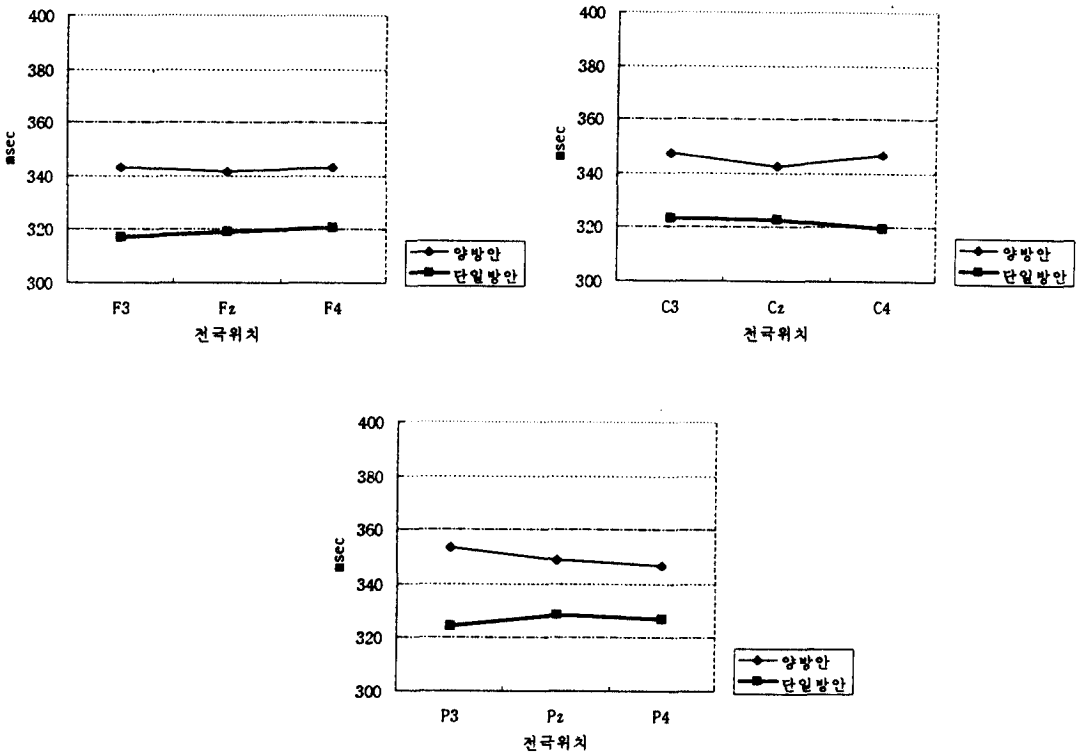


그림 4. 양자극 방안과 단일자극 방안에서의 평균 P300 잠재시간

표 5. N200의 진폭에 관한 변량분석 결과

	자승합(SS)	df	평균자승화(MS)	F	p
방안	1226.775	1	1226.775	14.85	.001***
오차(방안)	2643.479	32	82.609		
전극위치	7388.910	8	923.614	53.94	.000***
오차(전극위치)	4383.562	256	17.123		
방안*전극위치	126.351	8	15.794	1.686	.102
오차(방안*전극위치)	2397.530	256	9.365		

***는 $p < .001$

Polich et al., 1994). 그리고 이 결과가 시사하는 것은 양자극과 단일자극 방안에서 요구되는 과제 수행은 동일한 인지 기제와 신경 기제(neural mechanism)에 근거한다는 것과 P300을 측정하는데 있어서

단일자극 방안이 양자극 방안의 단순형(simplified form)으로 사용될 수 있다는 것이다.

진폭과는 달리 P300의 잠재시간에는 두 방안 사이에 의미 있는 차이가 있었다. 즉 단일자극 방안으로

표 6. 각 전극위치에 관찰한 평균 N200의 진폭

전극위치	방 안		t-value
	양자극방안	단일자극방안	
Fz	-9.01(SD=4.63)	-5.55 (6.53)	-2.862**
F3	-8.45 (4.68)	-4.30 (6.00)	-3.465**
F4	-9.63 (4.83)	-6.64 (6.28)	-2.727**
Cz	-1.88 (5.87)	1.72 (6.94)	-3.429**
C3	-5.30 (4.92)	-1.87 (5.71)	-3.168**
C4	-5.57 (4.59)	-3.05 (5.33)	-3.032**
Pz	1.67 (4.60)	2.91 (4.86)	-1.463
P3	-1.79 (5.73)	1.20(5.57)	-2.780**
P4	-0.59 (4.09)	0.85 (4.50)	-1.906

**는 $P<.01$

측정한 P300의 잠재시간이 양자극 방안에서의 잠재 시간보다 모든 전극 위치에서 의미 있게 짧았다.

Magliero 등(1984)은 과제가 어려울수록 P300의 잠재시간이 길어짐을 보고하였다. 이들은 한 조건에서는 자극 단어를 #와 같이 제시하였고 다른 조건에서는 알파벳 철자와 더불어 제시하였다. 그 결과 자극 단어를 #와 같이 제시할 때 보다 다른 철자들과 같이 제시할 때 P300의 잠재시간이 의미 있게 길었다. Polich(1987) 역시 과제의 어려움(task difficulty)과 P300의 잠재시간 사이의 관련성을 조사하였다. 두 청각 자극의 강도를 구별하게 한 그의 실험에서 두 소리를 쉽게 구별할 수 있는 경우(60dB와 40dB SPL의 비교)가 쉽게 구별할 수 없는 경우(40dB와 45dB SPL의 비교)보다 의미 있게 짧은 P300의 잠재시간이 관찰되었다. 이 실험들의 결과가 시사하는 것은 과제가 어려울수록 P300의 잠재시간이 길어진다는 것이다. 단일자극 방안은 양자극 방안에 비해 피험자가 과제를 수행하는 것이 훨씬 더 간단하다. 왜냐하면 표준 자극과 목표 자극을 서로 비교한 후 목표 자극에만 반응을 해야 하는 양자극 방안에 비하여 단일자극 방안에서는 단지 하나의 자극에만 반응하는 것이 요구되기 때문이다. 따라서 양자극 방안에 비해 과제가 비교적 쉬운 단일자극 방안에서 측정된 P300의 잠재시간이 의미 있게 짧게 나타났다.

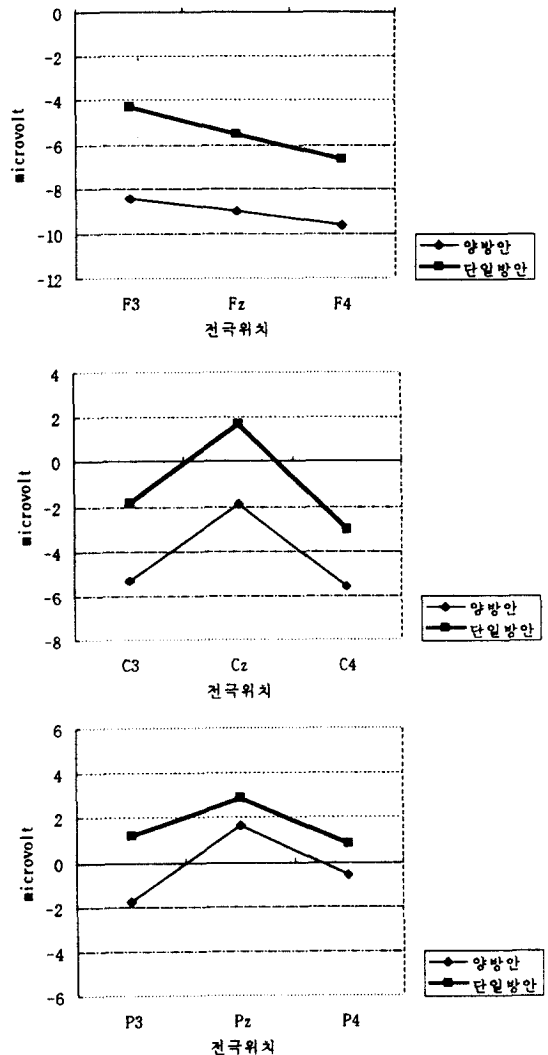


그림 5. 양자극 방안과 단일자극 방안에서의 평균 N200진폭

N200의 진폭에서는 두 방안 사이에 의미 있는 차이가 있었는데, 즉 양자극 방안에서 측정된 N200의 진폭이 단일자극 방안의 진폭보다 의미 있게 더 큰 부적 값을 보였다.

자극 제시 200msec 전후에 관찰되는 부적 정점인 N200은 여러 측면에서 P300과 유사하다(Oken, 1989). 즉 P300과 마찬가지로 자극의 제시확률이 낮을수록

N200의 진폭은 증가하며(Squires et al., 1975; Duncan-Johnson & Donchin, 1977) 과제가 어려울수록 N200의 잠재시간은 증가한다(Naataneen, 1984). N200과 P300이 서로 다른 점은 P300은 후방 부위인 Pz에서 가장 두드러지게 관찰되는 반면 N200은 전방 부위인 Fz에서 가장 큰 부적 값을 가진다는 것이다. N200이 어떠한 심리적 과정을 반영하는가에 관해서는 아직까지 일치된 견해는 없지만 일반적으로 N200은 P300이 일어나는 데 필요한 과정, 즉 자극을 확인하고 비교하며 분류하는 과정을 반영하는 것으로 받아들여지고 있다(Ritter et al., 1979).

양자극 방안의 경우 피험자는 제시되는 자극이 표준 자극인지 혹은 목표 자극인지를 확인하고 비교, 분류하는 과정을 거쳐야만 목표 자극에 정확하게 반응을 할 수 있는 반면 목표 자극만이 제시되는 단일 자극 방안에서는 피험자가 자극을 비교, 분류하는 과정이 필요하지 않다. 따라서 자극을 확인하고 비교, 분류하는 과정을 반영하는 N200은 단일자극 방안에서보다는 양자극 방안에서 더 활발하게 이루어질 것이며, 이러한 처리 과정이 더 큰 진폭의 N200을 초래한 것으로 여겨진다.

본 연구의 결과를 종합하면 단일자극 방안과 양자극 방안 모두에서 P300이 관찰되었고 두 방안에서 측정한 P300의 진폭은 중앙 부위들 중 Pz에서 가장 컸으며 다음으로는 Cz, Fz의 순이었다. P300의 잠재시간의 경우 단일자극 방안의 잠재시간이 양자극 방안에서 보다 의미 있게 짧았다. 그리고 양자극 방안에서 측정한 N200의 진폭이 단일자극 방안보다 특히 중앙과 전두엽 부위에서 의미 있게 더 큰 부적 값을 보였다. 이 결과는 임상적인 면이나 정보처리 과정을 이해하는 측면에서 매우 중요한 점을 시사한다. 먼저 임상적인 면에서는 나이가 어리거나 주의력의 결핍으로 말미암아 양자극 방안으로는 검사의 실시가 어려운 아동들에서도 P300의 측정이 가능한 점이다. 그리고 인지 기능의 저하나 심각한 사고의 혼란으로 인하여 복잡한 검사의 수행이 어려운 정신과 환자들에게서도 단일자극 방안을 사용하여 P300의 측정이 가능하다. 또한 본 연구 결과는 정보처리의 과정을 이해

하는데 N200-P300 complex의 분석이 매우 유용하게 사용될 수 있다는 것을 시사한다. 즉 과제가 어려울수록, 다시 말하면 자극을 처리하는데 더 많은 시간이 필요한 경우는 긴 P300의 잠재시간으로 반영되었고, 자극의 확인, 비교 및 분류의 과정은 큰 N200의 진폭으로 나타났다. 이 결과는 사상관련전위가 정보처리 과정 혹은 인지 과정이 대뇌에서 진행되는 것을 직접적으로 관찰하는데 매우 유용한 정신생리적 기법이라는 것을 시사한다.

참고문헌

- 김명선, 신경철, 진태원, 함웅, 이규환(1998). 품행장애 청소년의 특징적인 인지 및 대뇌 기능. *신경정신의학*, 37(6), 1213-1222.
- Brecher, M., and Begleiter, H.(1983). Event related brain potentials to high incentive stimuli in unmedicated schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, 18, 661-674.
- Donchin, E., Kramer, A. F., and Wickens, C.(1986). Applications of brain event-related potentials to problems in engineering psychology. In M. G.H. Coles, E. Donchin and S.W. Porges(Eds.). *Psychophysiology: Systems, Processes, and Applications*. NY: The Guilford Press, pp. 702-718.
- Donchin, E., and Coles, M.G.H.(1988). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Science*, 11, 357-374.
- Duncan-Johnson, C. C., and Donchin, E.(1977). On quantifying surprise: the variation of event-related potential with subjective probability. *Psychophysiology*, 14, 456-467.
- Gordon, E., Kraihuin, C., Harris, A., Meares, R., and Howson, A.(1986). The differential diagnosis of dementia using P300 latency. *Biological Psychiatry*, 21, 1123-1132.

- Humphery, D. G., and Kramer, A. F.(1994). Toward a psychophysiological assessment of dynamic changes in mental workload. *Human Factors*, 36, 3-26.
- Hynd, G. W., Semrud-Clikeman, M., Lorys, A. R., Novey, E. S., Eliopoulos, D., and Lyytinen, H. (1992). Corpus callosum morphology in attention deficit-hyperactivity disorder: morphometric analysis of MRI. *Journal of Learning Disabilities*, 24, 141-146.
- Kramer, A. F., and Strayer, D. L.(1988). Assessing the development of automatic processing: an application of dual-track and event-related brain potential methodologies. *Biological Psychology*, 26, 231-267.
- Magliero, A., Bashore, T. R., Coles, M. G. H., and Donchin, E.(1984). On the dependence of P300 latency on stimulus evaluation processes. *Psychophysiology*, 21, 171-186.
- Michie, P. T., Fox, A. M., Ward, P. B., Catts, S. V., and Mcconaghy, N.(1990). Event related potential indices of selective attention and cortical lateralization in schizophrenia. *Psychophysiology*, 27, 209-227.
- Naataneen, R.(1984). The N2 component of evoked potential: a scalp reflection of neuronal mismatch or orienting theory? In J. Strelan, F. C. Farley and A. Gales(Eds.). *Biological Foundations of Personality and Behavior*. Hemisphere Press.
- Oken, B. S.(1989). Endogenous event related potentials. In K. H. Chiappa(Ed). *Evoked Potentials in Clinical Medicine*. NY: Raven Press, pp. 563-592.
- Polich, J.(1987). Task difficulty, probability, and inter-stimulus interval as determinants of P300 from auditory stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 68, 311-320.
- Polich, J., Eischen, S. E., and Collins, G. E.(1994). P300 from a single auditory stimulus. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 92, 253-261.
- Polich, J., and Heine, M. R. D.(1996). P300 topography and modality effects from a single-stimulus paradigm. *Psychophysiology*, 33, 747-752.
- Polich, J., and Margala, C.(1997). P300 and probability: comparison of oddball and single-stimulus paradigms. *International Journal of Psychophysiology*, 25, 169-176.
- Ritter, W., Simson, R., Vaughan, H. G., and Friedman, D. A.(1979). Brain event related to the making a sensory discrimination. *Science*, 203, 1358-1361.
- Squires, N. K., Squires, K. C., and Hillyard, S. A. (1975). Two varieties of long latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 387-401.
- St Clair, D. M., Blackwood, D. H. R., and Christie, J. E.(1985). P3 and other long latency auditory evoked potentials in presenile dementia Alzheimer type and alcoholic Korsakoff syndrome. *British Journal of Psychiatry*, 147, 702-706.

The Comparison of Event-Related Potentials(ERPs) elicited by Oddball Paradigm and Single-Stimulus Paradigm

Myung-Sun Kim Sang-Hee Kim

Adolescent Mental Health Clinic

This study was conducted to compare the ERPs elicited by oddball and single-stimulus paradigm. There were not any significant differences between two paradigms in terms of P300 amplitudes. The amplitudes of P300s in both paradigms showed similar scalp distribution, that is the P300s on Pz had the largest amplitudes and those on Fz had the smallest ones. These results indicate that the tasks of both paradigms require the similar neurocognitive mechanism. Contrary to the amplitudes, there were significant differences between two paradigms in terms of P300 latencies. The oddball paradigm elicited longer P300 latencies than single-stimulus paradigm. Since there is a strong relationship between P300 latency and task difficulty, this result suggests that oddball paradigm is more difficult for subject than single-stimulus paradigm. In addition, the oddball paradigm elicited the larger N200 amplitudes than single-stimulus paradigm. The N200 reflects such psychological process as identification, comparison and classification of incoming stimulus. Therefore the oddball paradigm, which requires the comparison and classification of two stimuli, produced the larger N200 amplitudes than single-stimulus paradigm which presented only one stimulus.

Based on the findings of this study, it is concluded that single-stimulus paradigm can be used as a substitute for oddball paradigm, and the ERPs is a reliable psychophysiological technique for evaluating the cognitive functions.