

연령별 긍정/부정 판단 과제의 뇌파 특성

최지연, 이경화, 정희윤, 김기홍*, 김현빈*, 손진훈

충남대학교 심리학과 및 뇌과학연구소

*한국전자통신연구원 컴퓨터·소프트웨어기술연구소 가상현실연구개발센터

EEG Characteristics by Age during Task Performance on True/False Decision Making

Ji-Yeon Choi, Kyung-Hwa Lee, Hee-Yoon Jeong

Kim Ki Hong*, Hyun-Bin Kim*, Jin-Hun Sohn

Dept. of Psychology, Brain Research Institute, Chungnam National University

*Medical VR Research Team @ VR R&D Center, ETRI

본 연구에서는 긍정/부정 판단 과제 시 연령간 뇌파 반응의 차이를 밝히고자 한다. 실험 대상의 연령은 10명(20대 5명, 60대 5명)이었으며, 모두 오른손잡이었다. 실험과제는 의미과제와 일화과제로 구분되며 각각 12문항으로 구성된다. 의미기억과제 덧셈문제를, 일화기억과제는 도형을 이용하였으며, 마우스 버튼을 눌러 긍정/부정 판단 반응을 하도록 하였다. 뇌파는 PF1, PF2, F3, F4, O1, O2에서 단극유도법으로 측정되었으며, EOG를 측정하여 뇌파 분석 시에 눈 깜박임으로 인한 noise를 제거하도록 하였다. 뇌파 분석은 원자료를 FFT(Fast Fourier Transformation)를 수행하여 각 대역의 상대적인 power를 구하는 방법으로 이루어졌다. 분석 결과, 반응 시간은 긍정/부정판단간의 차이는 없었으나, 두 과제 모두에서 연령별로 유의미한 차이가 있었다. 긍정/부정판단에 따른 뇌파 반응은 명확한 차이가 나타나지 않았다. 연령에 따른 뇌파반응은 theta파, slow beta, fast beta에서 유의한 차이가 나타났다.

Key Words : EEG, Affirmative/Negative Response, Age, Semantic/Episodic Tasks

1. 서론

최근 고등인지처리에 대한 뇌파 및 생체신호분석에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그 중에서도 뇌파는 장비 이용의 간소함, 뛰어난 시간 해상력 등의 이유로 다양한 인지과제 수행 연구에 이용되고 있다. 그 중 기본적인 인지처리 양식인 긍정/부정 판단에 따른 뇌파의 특성을 규명하려는 연구들이 진행되고 있다. Tadahiko 등(1997)은 Go/No Go로 판단하는 과제에서 반응에 따라 전두엽 부위에 뇌파의 차이가 있음을 보고하였다. Birbaumer(1999) 등은 Yes-No 반응으로도 글자를 선택하여 글을 쓸 수 있는 장치를 개

발하여 뇌파의 특성을 뇌-컴퓨터인터페이스에 응용하기도 하였다. 본 실험실에서 수행한 박현영 등(2000)의 연구에서는 긍정/부정 판단과제를 일화기억과 의미기억으로 구분하여 판단 반응에 따른 뇌파의 차이를 보고하였다. 박현영 등은 긍정/부정 판단반응에 따라 F1(좌측전두엽), F2(우측전두엽)과 PF1(좌측전전두엽), PF2(우측전전두엽) 부위에서 theta파의 출현량이 우세하다고 보고하였다.

그러나 선행 연구들에서는 뇌파의 연령별 차이를 고려하지 않고 있다. 성인이 되면 후두엽에서 우세(occipital dominance)한 뇌파반응이 보이며 기본파의 평균 진폭이 아동에 비해 감소한다고 알려져 있다(이창섭, 1997). Bresnahan 등(1999)의 연구에서는 연령이 증가할수록 delta 파,

theta 파와 alpha 파의 활성이 감소하며, 전체 뇌파가 유의미하게 감소한다고 보고하였다.

본 연구에서는 연령대가 다른 두 집단(20대와 60대)이 긍/부정 판단과제를 수행할 때 나타나는 반응 시간과 뇌파의 차이를 규명하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 실험 참여자

참여자는 20대 5명(평균 연령, 23.4세), 60대 5명(평균 연령, 65.6세)으로 오른손잡이이며, 두부 손상 경험이 없는 사람들을 모집하였다.

2.2. 실험 자극

실험자극은 의미기억과제(덧셈과제)와 일화기억과제(도형과제)로 나누어지며, 각각 덧셈과 도형의 12문항씩으로 구성된다. 덧셈과제에서는 문제와 답안이 차례로 제시되면 4초 이내에 yes, 혹은 no 버튼을 누르도록 하였다. 도형과제에서는 문제와 답안으로 제시되는 도형이 동일한 경우에 yes를 누르고, 다르다면 no를 4초 이내에 누르도록 하였다.

표 1. 과제 예시

과제 유형	문제	답안	문제	답안
의미기억과제	2+3	5	1+2	4
일화기억과제	△	△	□	○

2.3. 실험 환경 및 실험 장비

실험은 가로 6m, 세로 2.4m의 방음실(소음 35dB 이하)에서 행해졌다. 실험실 중앙에 안락의자가 있고, 약 1.2m 전방에 자극 제시용 컴퓨터 모니터를 설치하였다.

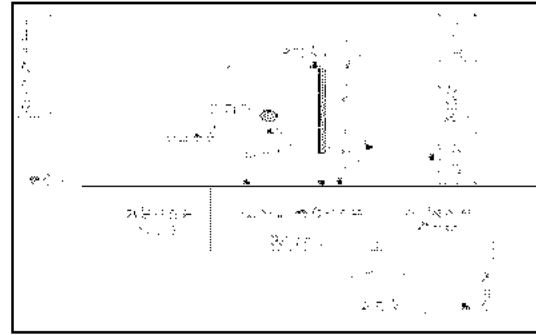


그림 1. 실험환경 및 실험장비

반응 시간을 측정하기 위하여 모니터 하단에 광탐지기를 부착하였다. 광탐지기는 문제제시와 답제시 순간을 탐지하여 디지털 신호로 입력된다. 실험을 위해 제작된 마우스를 이용해 긍/부정 반응을 하도록 하였다.

뇌파 측정은 Grass 사의 Neurodata Acquisition System(model 12)과 Biopac Systems Inc.에서 제작한 MP 100 WS를 사용하였다.

전극 부착 위치는 컷볼(A1, A2)을 기준으로 하여 F3, F4, O1, O2, PF1, PF2 부위이고 단극유도법으로 뇌파를 측정하였다. 전극 부착할 두피 부위를 omni prep. 로 닦아준 후, 전극폴을 전극에 채워 두피에 고정하고 거즈로 덮어준다. 그리고 우측 눈 아래에 EOG 측정을 위한 전극을 부착하였다.

2.4. 실험 절차

의미기억과제와 일화기억과제는 각각 12문항이며 긍정 6문항, 부정 6문항으로 구성된다. 각 과제 시작 전에 4문항의 연습과제를 시행하였다. 참여자에게는 마우스 버튼을 가능한 빨리 누르도록 지시하였다. 참여자마다 제시되는 과제의 순서를 다르게 하였다.

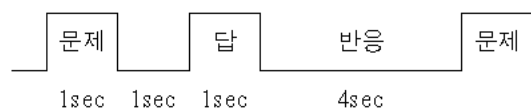


그림 2. 실험 절차

2.5. 분석 방법

뇌파 분석에 사용된 epoch는 답이 제시된 시점부터 마우스를 눌러 반응하고 난 순간까지이다.

각 과제별로 6문항(긍정 3, 부정 3) 씩을 선택하여 각각 Hanning Window를 씌운 후 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform : FFT)하였다. 각 주파수 대역이 차지하는 상대적인 power값을 구하였다. 주파수 대역은 theta (4-7.99Hz), slow alpha (8-9.99Hz), fast alpha (10-12.99Hz), slow beta (13-19.99Hz), fast beta (20-30Hz)로 구분하였다.

3. 결과

3.1. 연령별 · 긍부정판단별 반응시간

3.1.1 의미기억과제 (덧셈과제)

의미과제 3문항에 대한 10명 실험참여자의 연령별, 긍부정판단별 반응시간을 F 검정 한 결과는 표 2에 제시하였다. 의미과제 수행 시 연령별 반응시간의 차이가 유의미하게 나타났다. 20대는 60대보다 긍/부정판단시 반응시간이 모두 빠르고, 반응시간의 변산도 작게 나타났다. 그러나 두 연령대 모두에서 긍정판단과 부정판단의 반응시간에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 긍정판단시의 반응시간이 부정판단의 반응시간보다 빠르다는 것을 알 수 있다. 이는 긍부정판단시의 반응시간에는 차이가 없다는 박현영 등(2000)의 연구와 일치하지만, 긍정판단과 부정판단의 반응시간 차이 경향은 다르게 나타났다.

표 2. 산수과제수행시 연령별 · 긍/부정판단별 반응시간 (단위 : ms)

연령	판단	평균(표준편차)	평균(표준편차)	F
20대	긍정판단	447.73(92.12)	475.20(87.08)	30.06**
	부정판단	502.67(74.86)		
60대	긍정판단	743.27(296.11)	753.73(260.91)	
	부정판단	764.20(230.42)		

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

3.1.2. 일화기억과제 (도형과제)

표 3에 일화과제 3문항에 대한 10명 실험참여자의 연령별, 긍/부정판단별 반응시간을 F 검정하여 결과를 제시하였다. 의미과제 수행 시와 마찬가지로 일화과제에서도 연령별 반응시간의 차이

는 유의하였다. 그러나 두 연령대 모두에서 긍정판단과 부정판단의 반응시간 차이는 유의미하지 않았다. 이 결과는 일화과제 수행 시 긍부정판단의 반응시간간에는 유의한 차이가 없었다는 박현영 등(2000)의 연구와 일치하지만, 긍정판단과 부정판단의 반응시간 차이 경향은 다르게 나타났다.

표 3. 도형과제수행시 연령별 · 긍/부정판단별 반응시간 (단위 : ms)

연령	판단	평균(표준편차)	평균(표준편차)	F
20대	긍정판단	477.83(82.93)	479.58(87.08)	13.17**
	부정판단	481.33(83.64)		
60대	긍정판단	623.60(244.77)	660.13(230.27)	
	부정판단	696.67(216.95)		

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

3.2. 긍/부정판단 · 연령별 뇌파반응

3.2.1. 긍/부정판단에 따른 뇌파반응

긍/부정판단에 따른 뇌파의 차이는 부분적으로 유의미하게 나타났다. 의미기억과제 수행 시, 20대의 경우 좌측전두엽의 slow alpha에서 유의미한 차이가 있었으며, 60대의 경우 좌측전두엽의 fast alpha에서만 유의미한 차이가 나타났다. 일화기억과제를 이용하여 긍/부정판단 시의 뇌파를 비교했을 때, 20대의 경우에는 양측후두엽에서 slow alpha와 좌측전두엽에서 fast alpha의 유의미한 차이가 있었다. 60대는 왼쪽측두엽의 fast alpha에서 유의한 차이가 있었다.

3.2.2. 연령별 뇌파 반응

의미기억과제와 일화기억과제 수행 시 연령에 따른 뇌파반응을 분석한 결과는 표 4와 표 5에 제시되어 있다.

의미기억과 일화기억과제에서 긍/부정판단에 따른 연령별 뇌파는 양측전두엽과 양측전두엽에서 theta 파에서 유의미한 차이가 있었다. 20대는 60대에 비해 theta 파의 출현량이 우세하였다.

표 4. 덧셈 과제에서 연령별 뇌파반응

부위	파형	평균(표준편차)		F
		20's	60's	
F3 좌측 전두엽	theta	26.58 (7.63)	20.69 (5.85)	11.662* *
	slow alpha	7.74 (3.18)	7.09 (2.52)	0.87
	fast alpha	8.46 (3.78)	8.99 (2.56)	0.386
	slow beta	13.99 (4.13)	18.95 (4.92)	17.876* *
	fast beta	12.25 (5.13)	18.00 (5.30)	18.171* *
F4 우측 전두엽	theta	25.19 (6.72)	19.68 (6.17)	10.933* *
	slow alpha	8.67 (4.22)	7.13 (2.93)	2.629
	fast alpha	9.04 (4.03)	8.96 (3.60)	0.007
	slow beta	13.56 (3.87)	20.00 (9.29)	11.905* *
	fast beta	14.02 (5.31)	17.74 (6.13)	6.239* *
O1 좌측 후두엽	theta	21.97 (5.16)	21.18 (5.38)	0.336
	slow alpha	9.75 (3.94)	8.73 (2.97)	1.23
	fast alpha	10.93 (4.37)	11.81 (5.17)	0.754
	slow beta	14.46 (3.69)	19.29 (4.90)	19.033* *
	fast beta	12.45 (4.51)	13.31 (3.21)	0.705
O2 우측 후두엽	theta	23.84 (6.35)	20.22 (6.14)	4.853
	slow alpha	10.31 (4.14)	7.97 (3.07)	6.063* *
	fast alpha	11.44 (5.23)	11.09 (3.53)	0.086
	slow beta	15.13 (4.53)	18.57 (4.88)	7.796** **
	fast beta	12.56 (4.50)	14.88 (3.87)	4.534* *
PF1 좌측전 전두엽	theta	22.42 (6.08)	17.92 (6.02)	8.172** **
	slow alpha	7.73 (3.45)	6.51 (2.22)	2.595
	fast alpha	9.47 (2.91)	8.88 (3.07)	0.663
	slow beta	16.84 (6.62)	22.30 (7.06)	9.865** **
	fast beta	15.44 (5.51)	22.98 (5.80)	26.399* *
PF2 우측전 전두엽	theta	21.60 (6.96)	16.77 (4.60)	10.129* *
	slow alpha	8.05 (4.61)	6.55 (3.48)	2.023
	fast alpha	9.50 (3.95)	9.33 (3.69)	0.029
	slow beta	16.60 (6.85)	21.06 (5.79)	7.253** **
	fast beta	17.80 (6.37)	23.54 (5.41)	13.71** **

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

의미기억과제에서 **slow beta**파의 경우 측정된 모든 부위에서 연령에 따라 유의미한 차이가 있었다. 일화기억과제에서는 양측전전두엽을 제외한 모든 부위에서 **slow beta**파의 출현량이 유의미하게 달랐다.

의미기억과제와 일화기억과제 수행시 **fast beta**

는 거의 모든 측정 부위에서 유의미한 차이를 보여주었다.

Slow beta와 **fast beta**의 출현량은 20대에 비해 60대가 일관적으로 더 우세하였다. 이는 **theta** 파 출현량의 패턴과 반대경향을 보여주는 결과이다.

4. 논의

본 연구에서는 긍정/부정판단에 따른 반응시간의

표 5. 도형과제에서 연령별 뇌파반응

부위	파형	평균(표준편차)		F
		20's	60's	
F3 좌측 전두엽	theta	26.15 (7.38)	18.05 (6.39)	20.392**
	slow alpha	8.65 (3.79)	7.96 (2.81)	0.641
	fast alpha	7.71 (3.54)	11.39 (4.20)	13.077**
	slow beta	14.04 (3.53)	19.15 (5.83)	16.513**
	fast beta	13.64 (6.70)	18.06 (4.74)	8.574**
F4 우측 전두엽	theta	26.87(10.13)	19.63 (6.48)	11.028**
	slow alpha	8.78 (4.03)	9.09 (3.68)	0.103
	fast alpha	8.74 (4.30)	10.18 (4.03)	1.731
	slow beta	12.64 (5.11)	19.57 (6.18)	23.161**
	fast beta	15.16 (6.83)	16.58 (6.96)	2.359
O1 좌측 후두엽	theta	21.99 (6.96)	20.43 (5.19)	0.951
	slow alpha	11.32 (4.64)	8.65 (2.80)	7.818**
	fast alpha	11.88 (5.00)	12.42 (4.03)	0.223
	slow beta	12.92 (4.31)	19.78 (5.98)	25.616**
	fast beta	12.37 (4.00)	15.36 (4.56)	7.270**
O2 우측 후두엽	theta	22.21 (6.86)	22.52 (6.04)	0.033
	slow alpha	9.89 (5.15)	7.85 (2.79)	4.185**
	fast alpha	11.20 (4.89)	11.73 (4.81)	0.177
	slow beta	13.98 (5.48)	18.85 (5.23)	12.403**
	fast beta	12.62 (4.80)	15.49 (5.50)	4.504*
PF1 좌측전 전두엽	theta	23.30 (9.04)	16.24 (5.26)	13.510**
	slow alpha	8.23 (3.58)	7.93 (3.43)	0.107
	fast alpha	7.97 (3.23)	11.10 (4.47)	9.423**
	slow beta	17.83 (7.70)	20.52 (5.24)	2.422
	fast beta	17.21 (6.87)	24.52 (7.71)	14.646**
PF2 우측전 전두엽	theta	22.05 (8.95)	18.27 (4.85)	4.044*
	slow alpha	8.13 (3.47)	8.39 (4.50)	0.067
	fast alpha	8.44 (3.84)	9.11 (3.54)	0.478
	slow beta	18.66 (7.69)	20.34 (5.13)	1.013
	fast beta	18.20 (7.44)	24.28 (6.58)	10.915**

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

차이가 없었다. 이 결과를 통해 반응시간의 차이가 뇌파반응의 차이에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서 개발된 과제를 표준화된 도구로 사용할 수 있다고 생각된다.

본 연구에서는 금/부정에 대한 뇌파반응 특성을 명확히 구분할 수 없었다. 그 이유는 금/부정판단에 따른 뇌파특성을 구분하기에 사례수가 적었기 때문이라고 생각된다. 또한 FFT의 상대적 power 값만으로 금/부정에 따른 뇌파 특성을 구분하는 데는 제한점이 있다. 그러므로 금/부정판단에 따른 뇌파특성을 구분하기 위해서는 ICA 등의 다른 분석 기법에 적용할 필요가 있다.

과제 수행하는 동안 연령간 뇌파반응에 차이가 있다는 결과는 연령이 증가할수록 전체적으로 뇌파의 활성이 감소한다는 Bresnahan 등(1999)의 선행연구 결과와 부분적으로 일치한다. 이것은 인지 과제 수행에 따른 뇌파의 특성에 대한 연구를 수행할 때에 뇌파의 연령별 차이를 고려한 연구가 병행되어야 함을 시사하는 결과이다.

참고문헌

- 이창섭, 노재영 (1997). 뇌파학 입문, 하나의학사, 85-88
- 박현영 (2000). 일화적/의미적 과제수행 시 금/부정에 따른 뇌파의 차이, 석사 학위논문, 충남대학교
- Birbaumer (1999). A spelling device for the paralysed. *Nature* 398, 297-298
- Bresnahan, S. M., Anderson, J. W., and Barry, R. J. (1999). Age-related Changes in Quantitative EEG in Attention Deficit/Hyperactivity Disorder, *BIOL PSH CHIA TRY* 46, 1690-1697.
- Shibata, T., Ichiro, S., Ito, T., Abla, D., Iwasa, H., Koseki, K., Yamanouchi, N., Sato, T., & Nakajima, Y. (1997). The time courses of interhemispheric EEG coherence during a GO/NO-GO task on humans, *Neurosciences Letters* 223, 117-120.