

정신집중 시 고교생의 EEG 반응

강인형, 민병찬, 진승현*, 김철중
한국표준과학연구원 인간·정보그룹
한국과학기술원 물리학과*

EEG responses in highschool students during visual attention task

In-Hyeng Kang, Byung-Chan Min, Seung-Hyun Jin*, Chul-Jung Kim,
Ergonomics Lab., Korea Research Institute of Standards and Science
*Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology

요약

본 연구에서는 EEG를 이용하여 정신집중 시, 뇌 기능의 변화를 알아보았다. 실험은 건강한 남녀 고교생 9명을 대상으로 EEG는 Fp1, Fp2, F3, F4, P3, P4, T5, T6, O1, O2의 10위치에 대하여 정신집중 작업 전의 3분과 작업 시 30분간 측정하였다. 작업은 PC를 이용하였으며 모니터 상의 움직임에 집중하고, 목표자극을 탐지하였을 때 신속하게 적절한 반응키를 누르도록 하였다. 각 주파수 대역은 theta1과 (4.0-6.0Hz), theta2과 (6.0-8.0Hz), alpha1과 (8.0-10.0Hz), alpha2과 (10.0-12.0Hz)로 구분하였으며 비대칭지수를 이용하여 분석하였다. 그 결과, 정신집중 작업 시 theta1, theta2, alpha1대역에서 두정엽의 우반구과 측두엽 및 후두엽의 좌반구영역이 우세하였다. 이들 영역은 시각, 시각, 움직임 기능을 수행하며 theta2과가 주의, alpha1과가 각성 관련이다. 이상의 결과에서 두정엽의 우반구과 측두엽 및 후두엽의 좌반구영역의 theta1과, theta2과, alpha1과가 정신집중 작업 시 중요한 역할을 담당하는 것으로 나타났다.

Keywords; attention, EEG, asymmetry index, right parietal, left temporal, left occipital

1. 서론

정신집중 시 EEG의 변화에 관한 연구는 정상인에게도 중요한 요소임에도 불구하고 주로 주의력 결핍 및 과잉행동장애(Attention Deficit Hyperactive Disorder, 이하 ADHD)를 중심으로 이루어져왔다[1-7]. 정신집중은 동시에 일어날 수 있는 여러 대상 물체 또는 생각 가운데 어느 하나가 뚜렷하게 마음을 차지하는 현상으로 특히, 학령기 전후의 아동, 청소년들

에게는 학습증진에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 따라서 본 연구에서는 주의집중부족으로 인한 인지영역의 장애와 과잉활동의 행동영역의 장애를 동반하지 않는 건강한 고교생을 대상으로 정신집중 시 EEG의 변화를 검토하였다.

2. 실험 방법

2-1 피험자

실험은 건강한 고교생 9명(여자: 5명, 남자: 4명, 평균나이: 16.4 ± 0.9 세)을 대상으로 하였다. 그들은 모두 금연자로 주의집중부족으로 인한 인지영역의 장애와 과잉활동의 행동영역의 장애를 동반하지 않고 실험 당일의 건강과 기분 상태는 모두 양호하였으며 실험 전일 충분한 수면을 취하도록 하였다. 또한 실험 당일에는 신경계에 영향을 미칠 수 있는 음주, 카페인, 약물복용, 자극적인 음식물의 섭취를 금하도록 하였다.

2-2 실험실 조건

본 실험은 챔버에서 실시하였다. 챔버 내부는 배기와 흡기를 동시에 할 수 있는 시설과 방음 장치 및 동판으로 절연 되어 있다. 실험 시 챔버 내부는 일정한 온도($24 \pm 1^\circ\text{C}$), 상대습도($50 \pm 10\%$), 조도($150\text{--}200\text{Lx}$)를 유지하였다.

2-3 정신집중 작업 내용

정신집중 작업 부하로 행해진 작업은 PC를 이용하였는데, 화면을 동일한 크기 2면으로 분할한 협소범위 탐색주의 과제(1비트)로 좌에서 우로 1.5초에 2픽셀씩 이동하는 흰 점들(소음상황) 중에서 1.5초에 4픽셀 도약하는 것을 탐지하는 것이다. 피험자들은 모니터 상의 움직임에 집중하고, 목표자극을 탐지하였을 때 신속하게 적절한 반응키를 누르도록 하였다. 즉, 4픽셀 도약하는 화면이 왼쪽일 경우에는 “V”버튼을 누르고 오른쪽일 경우에는 “N”버튼을 누르는 것이다. 정신집중 작업 내용의 예시화면을 그림 1에 나타낸다.

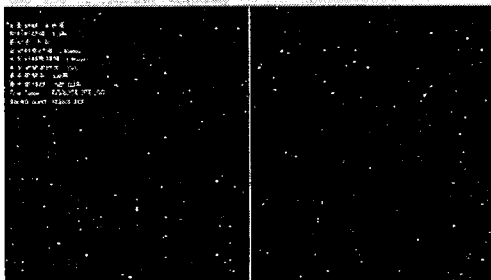


그림 1. 정신집중 작업 내용의 예시화면

2-4 실험순서 및 측정항목

실험 순서는 처음 3분간은 안정 상태를, 다음 30분간은 앞에서 설명한 정신집중 작업을 실시하게 하였다. 뇌파는 국제 10-20 전극법으로 배치한 Fp1, Fp2, F3, F4, P3, P4, T5, T6, O1, O2의 10위치에 대하여 256Hz의 주파수로 측정하였으며 Reference를 양쪽 컷볼로 하는 단극 유도법을 사용하였다.

2-5 비대칭 지수

먼저, 스펙트럼 분석은 0.3 - 60Hz 영역의 주파수를 Fast Fourier Transform을 이용하여 이루어졌다. 모든 채널의 뇌파를 4개 주파수 대역으로 나누어 주파수 대역별 power spectrum을 구하여 각 주파수 대역이 차지하는 상대적인 출현량 (relative power)을 구하였다. 각 주파수 대역은 theta1과 4-6Hz, theta2과 6-8Hz, alpha1과 8-10Hz, alpha2과 10-12Hz로 구분하였다.

다음으로, 좌우반구 사이에서 나타나는 각 주파수의 차이, 즉 좌우 반구 비대칭성을 관찰하기 위해 위에서 구해진 각각의 상대 파워를 다음과 같은 방법으로 계산한 비대칭 지수로 사용하였다.

$$\text{비대칭 지수} = \frac{\text{좌반구에서의 상대 파워} - \text{우반구에서의 상대 파워}}$$

여기에서 좌반구에서의 상대 파워는 Fp2, F4, P4, T6, O2채널에서의 값이고, 우반구에서의 상대 파워는 Fp1, F3, P3, T5, O1 채널에서의 값이다.

비대칭 지수값이 양의 값을 가지면, 좌반구에서의 주파수 성분이 우반구보다 우세함을 나타내고, 음의 값을 가지면, 반대의 경우이다. 또한, 그 절대값이 크면 클수록 비대칭성의 정도가 커짐을 알 수 있다.

2-6 통계분석

뇌파의 비대칭성은 각 조건에 대하여 Paired *t*-Test를 사용하여 유의성을 검증하였고, P값이 0.05 이하인 경우를 통계적으로 유의

한 결과로 간주하였다.

3. 결과

정신집중 작업 전과 작업 중에서 θ_1 , θ_2 의 비대칭 지수를 그림1에 나타낸다. 정신 집중 작업 전에 비해 정신집중 작업 시, θ_1 , θ_2 에서 T5-T6, O1-O2사이의 비대칭 지수는 우반구에서 좌반구로 변화하였으나 P3-P4사이의 비대칭 지수는 반대 경향을 나타냈다.

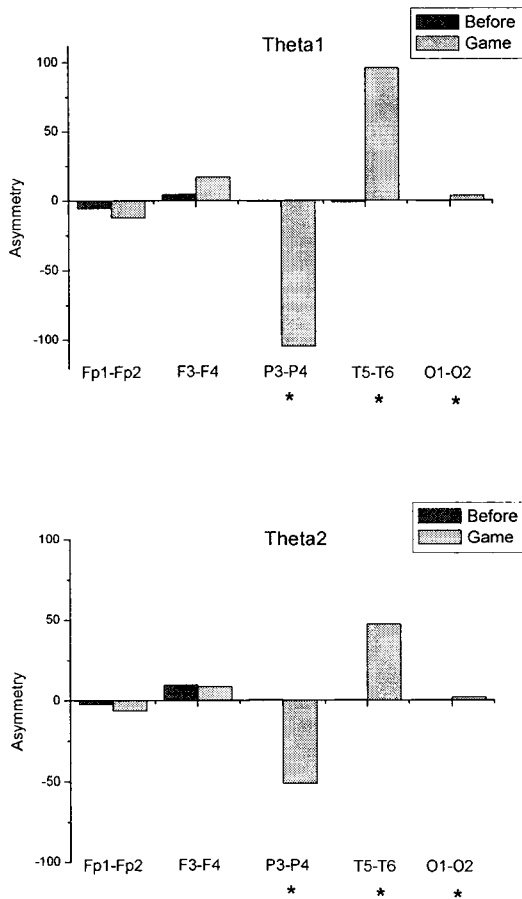


그림 1. 정신집중 작업 전과 작업 시, θ_1 , θ_2 의 비대칭 지수, * $p < 0.05$.

정신집중 작업 전과 작업 중에서 α_1 , α_2 의 비대칭 지수를 그림2에 나타낸다. 정신 집중 작업 전에 비해 정신집중 작업 시, α_1 에서 T5-T6, O1-O2사이의 비대칭 지수가 우반구에

서 좌반구로 변화하였으나 P3-P4사이의 비대칭 지수는 반대 경향을 나타냈다. 반면 정신집중 작업 전에 비해 정신집중 작업 시, α_2 에서는 T5-T6사이의 비대칭 지수는 우반구에서 좌반구로 변화하였고 F3-F4 사이의 비대칭 지수는 좌반구에서 좌반구로 변화하였다.

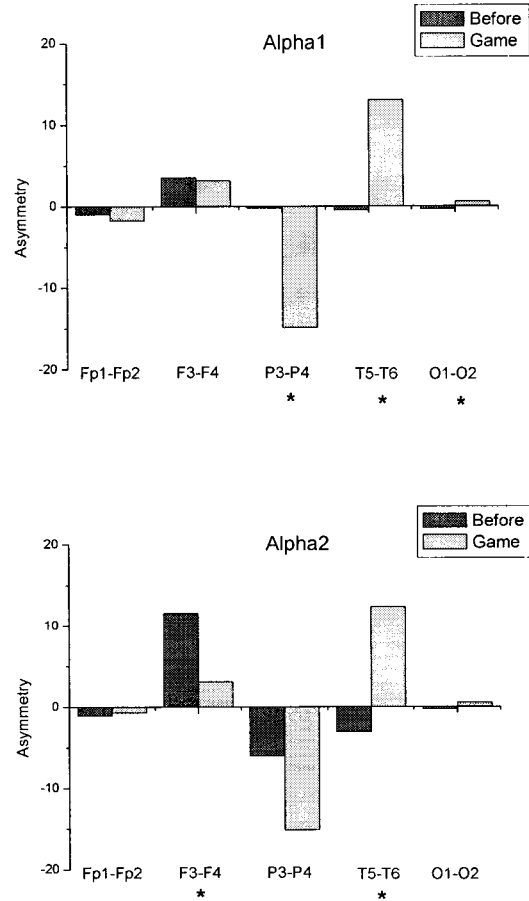


그림 2. 정신집중 작업 전과 작업 중에서, α_1 , α_2 의 비대칭 지수, * $p < 0.05$.

4. 토의

고교생을 대상으로 정신집중 작업 전과 작업 시 Fp1, Fp2, F3, F4, P3, P4, T5, T6, O1, O2의 10채널에서 좌우반구의 비대칭지수를 이용하여 뇌의 활성화 영역을 살펴본 결과, 작업 전에 비해 작업 시 두정엽의 우반구, 측두엽 및 후두엽의 좌반구 영역에서 θ_1 , θ_2 , α_1 대역의 활성화가 나타났다. 이들 영역은 시각, 시

각, 움직임 기능을 수행하며 theta2파가 주의, alpha1파가 각성 관련이다. Partiot (1996) 등은 뇌의 혈류량을 측정된 실험에서 전두엽의 우반구, 상측두엽 (위관자이랑) 및 중측두엽의 좌반구에서 그 활성화 현상을 보고하였다[8]. 또한 뇌영상을 이용하여 ADHD 환자의 전액골 앞 대뇌 피질에서 DOPA decarboxylase 효소의 활동수준이 비정상적으로 낮다는 사실을 발견했다. 이 뇌 부위는 주의, 학습, 운동기능과 관련된다[9].

이상의 결과에서 두정엽의 우반구와 측두엽 및 후두엽의 좌반구 영역의 theta1파, theta2파, alpha1파가 정신집중 작업 시 중요한 역할을 담당하는 것으로 나타났다.

5. 참고 문헌

- [1] Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J., "Event-related slow-wave activity in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder", *Clin Neurophysiol.* Feb., 114(2), 171-83, 2003.
- [2] Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., Selikowitz, M., Brown, C. R., Croft, R. J., "Effects of stimulant medications on the EEG of children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Predominantly Inattentive type", *Int J Psychophysiol.* Feb., 47(2), 129-37, 2003.
- [3] Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., Selikowitz, M., Clarke, D. C., Croft, R. J., "EEG activity in girls with attention-deficit/hyperactivity disorder", *Clin Neurophysiol.* Feb., 114(2), 319-28, 2003.
- [4] Dunn, D. W., Austin J. K., Harezlak, J., Ambrosius. W. T., "ADHD and epilepsy in childhood", *Dev Med Child Neurol.* Jan., 45(1), 50-4, 2003.
- [5] Hughes, J. R., DeLeo, A. J., Melyn, M. A., "The Electroencephalogram in Attention Deficit-Hyperactivity Disorder: Emphasis on Epileptiform Discharges", *Epilepsy Behav.* Aug., 1(4), 271-277, 2000.
- [6] Jemel, B., Achenbach, C., Muller, B. W., Ropcke, B., Oades, R.D., "Mismatch negativity

results from bilateral asymmetric dipole sources in the frontal and temporal lobes", *Brain Topogr.* Fall, 15(1), 13-27, 2002.

[7] Laporte, N., Sebire, G., Gillerot, Y., Guerrini, R., Ghariani, S., "Cognitive epilepsy: ADHD related to focal EEG discharges", *Pediatr Neurol Oct.*, 27(4), 307-11, 2002.

[8] Partiot, A., Grafman, J., Sadato, N., Flitman, S., Wild, K., "Brain activation during script event processing", *Neuroreport.* Feb 29, 7(3), 761-6, 1996.

[9] Ernst M., Liebenauer LL., Tebrka D., Jons PH., Eisenhofer G., Murphy DL., Zametkin AJ., "Selegiline in ADHD Adults: Plasma Monoamines and Monoamine Metabolites", *Neuropsychopharmacology*, 16, 276-284, 1997.