

인체의 광인식에 미치는 전자파의 영향

An Effect of Electromagnetic Wave on Human Body of Light Sensing

윤재현* · 박형준**

Jae-Hyun Yun* · Hyung-Jun Park**

Abstract - In this study, the influence of electromagnetic wave effected on human body of light sensing was classified. Subjects of the eye was stimulated by the rays of LED and the measured electrical signals(EEG, EOG and ERG) in human body were compared and analyzed in the case of exposed at electromagnetic wave or not. The result show that when the subjects were not exposed at electromagnetic wave, the ratio of α wave has a large percentage in the EEG signal and the ratio of β wave has come to good.

Key Words : Electromagnetic wave, Light sensing, EEG, α -blocking, EOG, ERG

1. 서론

인체는 다수의 세포와 신경들이 결합되어 그 기능을 각각 수행하고 있다. 인체의 세포와 신경은 전기적 특성을 지니고 있다. 그 특성 또한 점차로 규명되어 전기적 특성은 인체의 운동, 사고 등의 전반적인 활동에 있어서 중요한 신호전달 매체로 활용되고 있다. 그러므로 인체는 전력선, 가전제품, 통신기기 등의 전기를 사용하는 대부분의 기기에서 방출되는 전자파의 간섭에 의한 영향을 받을 것으로 사료된다. 그러나 전자파가 인체에 어떤 영향을 미치는지 정확하게 규명되지 않은 상태이다. 현재까지 이에 관한 연구는 인체의 두부 모델을 이용한 모의실험, 전자파에 장기간 노출되었을 때 나타나는 병리적 현상에 관한 역학조사나 동물을 이용한 신경계의 변화 등의 연구가 보고 되고 있으나, 인체에 미치는 전자파의 영향이 규명되었다고는 볼 수가 어렵다.[2-3] 전자파가 인체에 미치는 영향에 관한 연구는 생체의 국소에 미치는 영향뿐만 아니라 자연 상태의 신호 전달 체계에 어떤 영향을 미치는지 정확하게 규명할 필요가 있다[1].

인체는 물체의 색 또는 윤곽 등을 인식함에 있어서 광에 의존하고 있다. 그러므로 안구를 통해 들어온 광자극은 망막과 시신경을 통해 전기신호로 변환되어 뇌에서 시각정보를 인식하게 된다. 본 논문에서는 인체의 자연 상태에서 광자극을 인식하는데 전자파가 어떤 영향을 미치는지 규명하는 것을 목적으로 한다. 외부의 빛과 전자파가 차단되는 차폐실에서 LED를 이용하여 광자극시 뇌의 시각영역에서 뇌파(EEG)를 측정하고, 안구의 운동으로 발생하는 안전도(EOG)와 망막

의 활동 레벨을 평가하기 위한 망막전압(ERG) 등의 생체전기신호를 전자파에 노출되지 않은 경우와 노출되었을 경우로 계속하여 광인식에 인체에 미치는 전자파의 영향을 비교, 해석하였다.

2. 실험시스템 및 방법

2.1 실험시스템

그림 1은 실험시스템을 나타낸 것이다. 본 실험에서는 광자극 신호와 전자파발생기의 신호 외에 외부의 빛과 전자파를 차단하기 위해 차폐실을 구성하였다. 이 차폐실은 빛을 완전히 차단할 수 있으며, 전자파는 86[db] 이상을 차단할 수 있도록 설계되었다. 그리고 전자파발생기(HP8567A)를 설치하여 원하는 주파수대역의 전자파를 차폐실 안에서 발생시켜 안테나(3121C-DB4, EMCO)를 통하여 방사되도록 하였다.

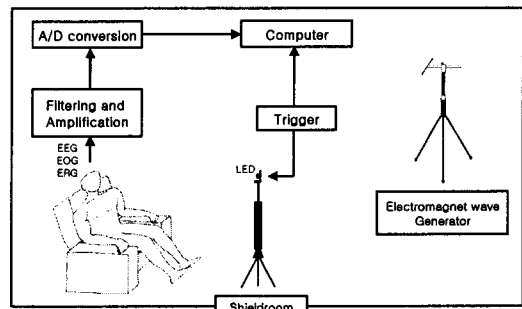


그림 1. 실험시스템

* 尹在鉉 : 圓光大學 電氣工學科 碩士課程

** 朴炯俊 : 圓光大學 電氣工學科 副教授 · 工博

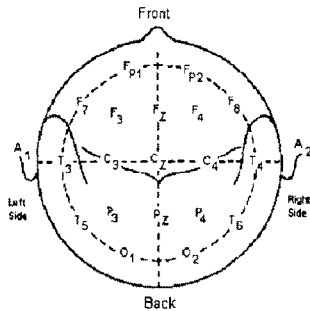
실험은 LED(RED)를 발광시켜 피험자에게 광자극을 하여 표면전극(Ag-AgCl, 지름 10[mm])을 부착하여 인체전기신호(뇌파, 안전도, 망막전압)의 시간변화에 따른 변화율 유도, 계측하였다. 이때 발생하는 인체전기신호는 필터링과 증폭 등의 전처리 과정을 수행한 후 A/D 변환기(MP100, Biopac Systems, Inc.)를 이용하여 컴퓨터에 수록하였다.

2.2 실험방법

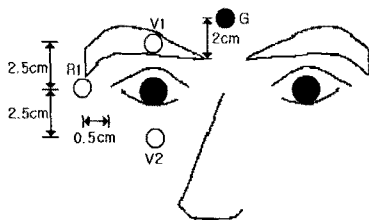
그림 1에서와 같이 피험자(정상인 남자 5명, 연령 24~28세)를 의자에 앉게 하였다. 왼쪽 눈을 가리고, 오른쪽 눈으로부터 수평 1m 떨어진 곳에서 LED를 발광시켜 광자극을 하였을 때 발생하는 뇌파, 안전도와 망막전압을 계측하였다. 전체 계측시간은 광자극을 제시하기 전의 0.25[sec]와 광자극을 제시한 후의 1.5[sec] 동안의 1.75[sec]로 설정하였다.

그림 2는 뇌파(EEG), 안전도(EOG)와 망막전압(ERG)을 유도하기 위한 전극의 부착위치를 나타낸 것이다. 그림 2의 (a)에서 광인식에 대한 시각영역의 정보를 얻기 위해 10-20 시스템에서 시각영역인 O₂에 전극을 부착하여 뇌파를 유도하였다. 이때 접지(Ground)는 귓볼의 A2를 이용하였다.

그리고 그림 2의 (b)에 나타낸 것과 같이 수평으로 부착한 두 전극(R1-G)을 이용하여 망막전압을 유도하였고, 수직으로 부착한 두 전극(V1-V2)을 이용하여 안전도를 계측하여 눈의 깜박임을 모니터링 하였다. 이때 접지는 양 미간 사이로 하였다. 피험자가 전자파에 노출되었을 경우에는 전자파발생기로부터 신호의 주파수 대역은 900[MHz]이고, 신호의 세기는 13[dBm]으로 하여 전자파를 발생시켜 실험하였다.



(a) EEG 계측을 위한 10-20 시스템



(b) EOG, ERG 계측을 위한 전극의 부착 위치
그림 2. 전극의 부착 위치

3. 뇌파의 주파수 해석

그림 3은 전자파에 노출되지 않았을 경우에 뇌파를 계측한 예와 그림 4에 전자파에 노출되었을 경우에 뇌파를 계측한 예를 나타낸 것이다.

그림 3을 관찰하면 뇌파의 진폭은 크고 주파수가 작은 파형(α 파)에서 광자극 제시 후 잠시 후 진폭이 작고 주파수가 큰 파형(β 파)으로 변화하는 α -blocking 현상이 나타나는 것을 볼 수 있다. 이 현상은 광자극에 의해서 상대적으로 β 파가 증가하여 광을 인식한다는 것을 의미한다.

또한 그림 4에서와 같이 피험자가 전자파에 노출되었을 경우에도 그림 3과 유사한 현상이 일어나는 것을 알 수 있다. 그러나 그림 3, 4와 같은 시 계열의 파형으로부터 광인식의 효과로 생각되는 β 파의 출현 시기를 정확하게 파악하는 것은 곤란하다.

본 연구에서는 습득된 뇌파 신호를 해석하기 위하여 다음과 같은 방법으로 α 파와 β 파의 출현량을 정량화 하였다.

1. 시 계열의 뇌파 $EEG(t)$ 를 계측한다.
2. $EEG(t)$ 를 이용하여 FFT 를 수행한다.

다음 식 (1)로부터 $EEG(w)$ 를 구한다.

$$EEG(w) = \int_{t_0}^{t_1} EEG(t) \cdot e^{j\omega t} dt \quad (1)$$

여기서, t_0 는 광자극 시점, t_1 은 광자극 후 1.5[sec] 이다.

3. 2에서 구한 $EEG(w)$ 를 이용하여 뇌파의 유효주파수 0.1[Hz]에서 30[Hz]까지의 면적을 구하였다.
4. 뇌파의 각 파는 α 파(8~12.99[Hz])와 β 파(13~30[Hz])의 그 특성주파수 별로 분리하여 면적을 구한다.
5. 3에서 구한 뇌파의 전체 면적으로 4에서 구한 각 파가 차지하는 비율[%]을 구한다.

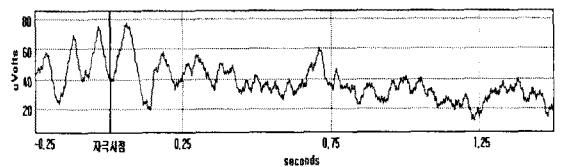


그림 3. 전자파에 노출되지 않았을 경우 뇌파의 계측 예

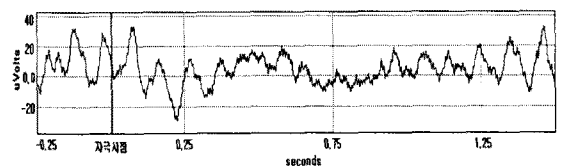


그림 4. 전자파에 노출되었을 경우 뇌파의 계측 예

4. 해석결과

그림 5는 실험을 50회로 하여 피험자에게 전자파에 노출되지 않았을 경우(a)와 노출되었을 경우(b)에 광자극 후 계측된 뇌파의 α 파와 β 파의 비율을 구하여 그 평균값을 각각 그래프로 나타낸 것이다. 검정색 그래프는 알파파이고, 회색 그래프는 베타파를 나타낸 것이다.

α 파는 피험자의 안정된 상태 또는 눈을 감은 상태에서 잘 나타나는 파형이다. 또한 β 파는 불안, 사고, 자극, 운동 등의 정신적 또는 신체적 활동을 할 때 나타나는 파형으로서 뇌에서 전체적으로 관찰된다. 그림 5에서 α 파는 전자파에 노출되었을 경우가 비교적 낮게 나타났고, β 파도 전자파에 노출되었을 경우가 비교적 낮게 나타났다. 이는 전자파의 노출되었는지 노출되지 않았는지에 따라 광인식시에 뇌의 활성화에 차이가 있다는 것을 의미한다.

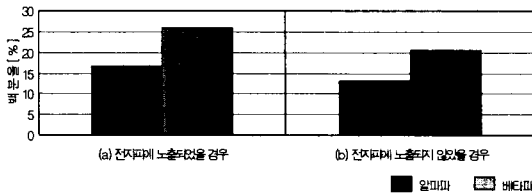


그림 5. 광자극 후 α 파, β 파의 평균값(실험횟수 50회)

표 1은 5명의 피험자를 전자파에 노출되지 않았을 경우와 노출되었을 경우 광자극 제시 후의 계측된 뇌파의 α 파와 β 파의 평균값과 표준편차를 구하여 비교한 것이다. 표 1에서 α 파의 비중이 전자파에 노출되지 않았을 경우에 평균값이 큰 것으로 나타나 있고, β 파의 비중도 전자파에 노출되지 않았을 경우가 큰 것으로 나타나 있다. α 파의 평균값이 크다는 것은 인체가 전자파에 노출되지 않았을 경우가 전자파에 노출되었을 경우보다 안정할 수 있다는 것을 의미한다. β 파의 평균값이 크다는 것은 α -blocking이 일어나는 시기가 빨라지고 광을 인식하기가 용이하다는 것을 의미한다.

표 1. 뇌파의 α 파, β 파의 평균값, 표준편차(실험횟수 50회)

	전자파의 노출유무	광자극 후			
		α 파		β 파	
		평균값	표준편차	평균값	표준편차
피험자1	무	13.30	5.27	20.81	6.36
	유	11.78	5.93	17.18	7.40
피험자2	무	20.01	6.70	29.13	6.23
	유	18.49	6.38	27.40	8.03
피험자3	무	14.85	4.70	23.94	4.82
	유	13.47	4.39	19.83	5.16
피험자4	무	12.11	3.96	22.97	4.45
	유	11.01	4.96	20.09	5.69
피험자5	무	16.50	5.84	25.81	7.03
	유	12.99	5.04	20.46	6.18

5. 결론

본 논문에서는 자연 상태의 인체에 있어서 전자파가 광인식시에 미치는 영향을 규명하기 위하여 전자파에 노출되었을 경우와 노출되지 않았을 경우를 비교, 해석하였다. 전자파에 노출되지 않았을 경우 α 파의 비율이 크다는 것은 인체가 전자파에 노출되었을 경우보다 안정할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 물체를 인식하고 판단할 때 활발하게 발생하는 β 파는 전자파에 노출되지 않았을 경우 그 비율이 크다는 것은 α -blocking이 발생하는 시기가 빨라짐과 동시에 광을 인식하기가 용이하다는 것을 의미하고 전자파에 노출되었을 경우가 노출되지 않았을 경우보다 뇌의 광인식 시기가 지연된다는 것을 알 수 있다. 따라서 인체가 전자파에 노출되었을 경우 뇌의 활성화 정도에 차이가 있으며, 광인식시에 전자파가 약 영향을 미칠 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 김기영, 이승주, 윤재현, 이현철, 박춘배, 박형준, "시각활동에 미치는 전자파의 영향", 대한전기학회 하계학술대회, pp. 2724-2726, 2002.
- [2] 이승학, 김채영, 강승진, "휴대폰 전자파의 인체 흡수전력량과 온도 상승량 산출", 한국전자파학회 논문지, 제 12권 3호, pp. 409-416, 2001.
- [3] Andrew A. Marino, Erik Nilsen, Clifton Frilot, "Nonlinear Changes in Brain Electrical Activity Due to Cell Phone Radiation", Bioelectromagnetics, 24, pp. 339-346, 2003.
- [4] Xian Zhang, "Simultaneously recording local luminance reposes, spatial and temporal interactions in the visual system with m-sequences", Vision Research, 43, pp. 1689-1698, 2003.
- [5] 이광우, "뇌파검사학", 고려의학, 2001.
- [6] Hiromi Kobayshi, Shiro Kohshima, "Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: comparative studies on external morphology of the primate eye", Journal of Human Evolution 40, pp. 419-435, 2001.
- [7] Neil Schaul, "The fundamental neural mechanisms of electroencephalography", Electroencephalography and clinical Neurophysiology, 106, pp. 101-107, 1998.
- [8] 최명애, 김주현, 박미정, "생리학", 현문사, 1995.
- [9] Elaine N. Marieb, Jon Mallatt, "Human Anatomy", Benjamin/Cumm, 1997.