

전조등 조도변동에 대한 운전자의 인식연구

: 4. 운전자의 뇌파측정 및 분석

A Study on Driver's Perception over the Change of the Headlamp's Illuminance

: 4. Test and analysis of Driver's brain wave

안옥희^{1*} · 김현진¹ · 김기훈² · 김훈² · 김현지¹

(Ok-Hee An · Hyun-Jin Kim · Gi-Hoon Kim · Hoon Kim · Hyun-Ji Kim)

(1 영남대학교 가족주거학과 · 2 강원대학교 전기공학과)

Abstract

In this study, tests of brain waves were carried out to investigate the driver's physiological characteristics by the change of the headlight. The participants were 20 men in their 20s and twenty-three different conditions in combinations of waveform of light, voltage, and alteration time were used. The measurement of the brain waves was performed by internationally standardized 10-20 method using LXE3232-RF. The results were analyzed by Power Spectrum Analysis using alpha-, and beta-wave and by the analysis of different brain domains using Brain wave Map.

The results were as follows.

1. From the results of the Brain wave Map analysis, it was suggested that A waveform increases mental stress and B waveform affects mental and visual stress. The longer the stimulation time, the more stress level was detected.

2. The voltage alteration time of B waveform should be kept less than 1500msec, and the voltage should not fall below 11.5V.

1. 서론

전조등의 성능은 운전자의 안전과 직접적으로 연관되고 전조등의 밝기 변화는 운전자가 민감하게 느낄 수 있기 때문에 차량 시스템 전체의 성능 규정에 중요한 지표가 될 수 있다. 그런데 차량 내 전기적 부하의 변동에 따라 전조등의 밝기가 변화하면, 운전자가 전방 장애물을 안전정지거리 이전에 파악하고 정지하는 능력이 저하하여 사고의 위험이 초래된다. 따라서 전방 장애물 식별에 장애가 되지 않는 전조등 밝기 변화의 한계치가 어느 정도 인가를 평가하고, 이를 전조등 성능의 최저 한계로 삼을 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 운전자의 정신적, 시각적 스트레스를 방지 할 수 있는 한계치를 설정하기 위하여 전조등 밝기 변동에 의한 야간 운전자의 뇌파측정을 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 피험자

피험자는 운전경력이 1년 이상인 20대 남자 20명으로 선발하였다. 피험자의 평균 신장은 175.46 [cm], 앞은키 129.13 [cm], 앞은 눈높이는 116.31 [cm]이다. 피험자는 실험 전날 충분한 숙면을 취하며, 음주, 흡연, 카페인복용(커피 등), 약물복용을 하지 않고, 실험 중에는 눈과 두뇌의 피로도에 영향을 주는 일체의 행위를 하지 않도록 사전교육을 하였다.

2.2 실험조건

실험조건은 파형, 변동시간, 전압을 기준으로 정하였으며, 표 1과 같다.

2.3 실험순서

실험 전에 생리적 측정으로 피험자의 프리커처

표 1. 실험조건

번호	조건명	파형	시간(Δt)	전압(V)
1	A11	A	100 [msec]	11
2	A12	A	100 [msec]	12
3	A13	A	100 [msec]	13
4	A21	A	300 [msec]	11
5	A22	A	300 [msec]	12
6	A23	A	300 [msec]	13
7	A31	A	500 [msec]	11
8	A32	A	500 [msec]	12
9	A33	A	500 [msec]	13
10	B11	B	1.5 [sec]	10
11	B12	B	1.5 [sec]	10.5
12	B13	B	1.5 [sec]	11
13	B14	B	1.5 [sec]	11.5
14	B15	B	1.5 [sec]	12
15	B16	B	1.5 [sec]	12.5
16	B17	B	1.5 [sec]	13
17	B21	B	3 [sec]	10
18	B22	B	3 [sec]	10.5
19	B23	B	3 [sec]	11
20	B24	B	3 [sec]	11.5
21	B25	B	3 [sec]	12
22	B26	B	3 [sec]	12.5
23	B27	B	3 [sec]	13

(실험 전, 후), 심박수와 혈압을 측정하였으나 결과에 큰 영향이 없으므로 분석은 생략하기로 한다. 피험자의 신체치수는 마르틴계측기로 측정하였다.

뇌파실험은 실험을 시작하기 전에 20분간 암실에서 눈을 순용한 다음 실험실에서 실험조건을 제시하였고, 실험조건을 보는 동안의 뇌파를 자동측정장치를 통하여 기록되도록 하였다. 실험조건과 조건 사이에는 휴식시간을 5분간 두었다.

실험조건의 제시는 앞에 제시한 자극의 영향을 제거하기 위하여 자극 제시 전에 2분간 기준 상태(BASE), 즉 13.6[V]를 유지하였다. 실험조건 구성은 랜덤으로 하였다.

2.4 뇌파분석방법

진극부착부위는 국제적으로 통일되어 있는 10-20법을 이용하였으며, 뇌파분석기기는 LAX-THA WEEG-32 SYSTEM(MODEL: LXE3232-RF)을 사용하였으며, 분석법은 Power Spectrum Analysis(파워 스펙트럼 분석법)을 사용하였다. 또한 본 연구에서는 자극의 전후 주파수 값을 t-test

분석을 하여 유의차가 있는지를 봄으로써 주파수 변화의 타당성을 통계적으로 검증하였다.

본 연구에서 뇌파를 분석한 시점은 A파형은 ① 자극 전, 후, ② 자극 후와 기준 상태, B파형은 ① 자극전과 전압하강상태, ② 전압하강상태, ③ 전압하강상태와 전압상승상태, ④ 자극 전, 후이다.

3. 연구결과 및 분석

3.1 파형별 뇌파분석

파형별로 뇌파를 분석한 결과, A파형의 경우에는 유의차가 나타난 분석시점이 적은 반면, B파형은 유의차가 많이 나타났다. 따라서 파형별로 비교하면 A파형에 비해 B파형의 전조동 전압변동은 바람직하지 않다는 것을 알 수 있다.

3.2 전압별 뇌파분석

전압 변화 단계별 분석을 한 결과, A파형은 전압별 유의차가 거의 없었으므로 분석을 생략하기로 한다.

표 2. 파형별 비교

번호	파형	시간	전압	분 석
1	A	0.1	11	① 유의차 없음 ② a파
2	A	0.1	12	유의차 없음
3	A	0.1	13	유의차 없음
4	A	0.3	11	유의차 없음
5	A	0.3	12	유의차 없음
6	A	0.3	13	유의차 없음
7	A	0.5	11	유의차 없음
8	A	0.5	12	① a파 ② a파, β파
9	A	0.5	13	① β파 ② a파, β파
10	B	1.5	10	유의차 없음
11	B	1.5	10.5	① a파, β파 ② a파 ③ 유의차 없음 ④ 유의차 없음
12	B	1.5	11	① a파 ② a파 ③ 유의차 없음 ④ 유의차 없음
13	B	1.5	11.5	① a파 ② a파 ③ a파 ④ a파
14	B	1.5	12	① 유의차 없음 ② a파, β파 ③ 유의차 없음 ④ a파
15	B	1.5	12.5	① 유의차 없음 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ 유의차 없음
16	B	1.5	13	유의차 없음
17	B	3	10	① a파, β파 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ a파, β파
18	B	3	10.5	① β파 ② β파 ③ a파, β파 ④ a파, β파
19	B	3	11	① a파, β파 ② a파, β파 ③ a파 ④ a파
20	B	3	11.5	① β파 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ 유의차 없음
21	B	3	12	유의차 없음
22	B	3	12.5	유의차 없음
23	B	3	13	① 유의차 없음 ② a파 ③ a파 ④ a파

A파형 : ① 자극 전, 후 ② 자극 후와 기준 상태

B파형 : ① 자극전과 전압하강상태 ② 전압하강상태 ③ 전압하강상태와 전압상승상태 ④ 자극 전, 후

표 3. B파형 전압별 비교

번호	파형	시간	전압	분 석
16	B	1.5	13	유의차 없음
23	B	3	13	① 유의차 없음 ② a파 ③ a파 ④ a파
15	B	1.5	12.5	① 유의차 없음 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ 유의차 없음
22	B	3	12.5	유의차 없음
14	B	1.5	12	① 유의차 없음 ② a파, β파 ③ 유의차 없음 ④ a파
21	B	3	12	유의차 없음
13	B	1.5	11.5	① a파 ② a파 ③ a파 ④ a파
20	B	3	11.5	① β파 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ 유의차 없음
12	B	1.5	11	① a파 ② a파 ③ 유의차 없음 ④ 유의차 없음
19	B	3	11	① a파, β파 ② a파, β파 ③ a파 ④ a파
11	B	1.5	10.5	① a파, β파 ② a파 ③ 유의차 없음 ④ 유의차 없음
18	B	3	10.5	① β파 ② β파 ③ a파, β파 ④ a파, β파
10	B	1.5	10	유의차 없음
17	B	3	10	① a파, β파 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ a파, β파

B파형 : ① 자극전과 전압하강상태 ② 전압하강상태 ③ 전압하강상태와 전압상승상태 ④ 자극 전, 후

B파형은 11.5[V]를 기준으로 그 이상의 경우에는 유의차가 적으나 11.5[V] 이하가 되면 거의 대부분의 분석시점에서 유의차가 나타나므로 11.5[V] 이하로 전압변동이 생기면 안 된다는 것을 알 수 있다. 또한 같은 전압변동이라 하더라도 전압변동에 걸리는 시간이 짧으면 각성되는 정도가 작음을 알 수 있다.

3.3 시간별 뇌파분석

자극 시간별로 뇌파분석을 한 결과, A파형은 300[msec] 이하에서는 유의차가 거의 없으며, 500[msec] 이상에서 유의차가 나타나므로 500[msec] 미만 시간 내에 회복되는 전압변동은 무시해도 된다고 할 수 있다. 따라서 A파형은 전압변동시간이 500[msec] 이상이 되지 않도록 해야 한다.

B파형을 시간별로 분석한 결과, 1.5[sec]와 3[sec] 모두에서 유의차가 나타났다. 이에 전압변동의 각 시점(①~④)에 주목하여 분석해 보면, 전압

변동(②저하 또는 ④회복)이 일어난 직후에 뇌파가 각성되는 경향이 있으므로 전압의 고저보다 전압의 변동에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

3.4 뇌파의 스트레스

a파가 많은 것은 안정된 상태이고, β파가 많은 것은 각성된 상태이다. 따라서 a파 값과 β파 값을 비교하여 스트레스 상태를 알 수 있다. 즉 a파 값보다 β파 값이 크면 스트레스를 받았다고 볼 수 있다.

a, β값을 조건별 각 시점으로 나누어 비교한 결과, A파형에 비해 B파형에서 스트레스를 받는 경우가 더 많다. 특히 전압변동(②저하 또는 ④회복)이 일어날 때 뇌파가 각성되며, 그 중에서도 전압변동이 완료된 시점의 뇌파(즉 B파형의 ②, ④시점)가 가장 각성됨을 알 수 있다. 따라서 전압의 정도도 중요하지만 전압의 변동이 뇌파각성에 영향을 주므로 전압변동이 생기지 않도록 하여야 하며, 전압변동이 발생할 경우에는 변동시간이 가능

표 4. 시간별 비교

번호	파형	시간	전압	분 석
3	A	0.1	13	유의차 없음
2	A	0.1	12	유의차 없음
1	A	0.1	11	① 유의차 없음 ② a파
6	A	0.3	13	유의차 없음
5	A	0.3	12	유의차 없음
4	A	0.3	11	유의차 없음
9	A	0.5	13	① β파 ② a파, β파
8	A	0.5	12	① a파 ② a파, β파
7	A	0.5	11	유의차 없음
16	B	1.5	13	유의차 없음
15	B	1.5	12.5	① 유의차 없음 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ 유의차 없음
14	B	1.5	12	① 유의차 없음 ② a파, β파 ③ 유의차 없음 ④ a파
13	B	1.5	11.5	① a파 ② a파 ③ a파 ④ a파
12	B	1.5	11	① a파 ② a파 ③ 유의차 없음 ④ 유의차 없음
11	B	1.5	10.5	① a파, β파 ② a파 ③ 유의차 없음 ④ 유의차 없음
10	B	1.5	10	유의차 없음
23	B	3	13	① 유의차 없음 ② a파 ③ a파 ④ a파
22	B	3	12.5	유의차 없음
21	B	3	12	유의차 없음
20	B	3	11.5	① β파 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ 유의차 없음
19	B	3	11	① a파, β파 ② a파, β파 ③ a파 ④ a파
18	B	3	10.5	① β파 ② β파 ③ a파, β파 ④ a파, β파
17	B	3	10	① a파, β파 ② a파, β파 ③ a파, β파 ④ a파, β파

A파형 : ① 자극 전, 후 ② 자극 후와 기준 상태

B파형 : ① 자극전과 전압하강상태 ② 전압하강상태 ③ 전압하강상태와 전압상승상태 ④ 자극 전, 후

한 한 짧을수록 좋다.

3.5 뇌파맵

3.5.1 파형별 뇌파맵

A파형은 α 파, β 파 모두 전두엽에서 각성되었다. 전두엽부분은 정신적 기능을 담당하는 곳이다. 따라서 A파형은 0.5[sec] 이하의 아주 짧은 시간 내의 자극이므로 시각적 정보(후두엽 부분)로 처리하기 보다는 정신적 정보(전두엽 부분)로 처리하는 것을 알 수 있다.

B파형은 α 파, β 파 모두에서 유의차가 있는 경우에는 서로 상반된 뇌 영역에서 각성됨을 알 수 있다. 즉 α 파가 전두엽에서 각성되는 β 파는 후두엽에서 각성됨. 이는 전두엽, 후두엽 모두에서 각성되었다는 것이므로 정신적, 시각적 스트레스를 함께 받았다는 것을 의미한다.

파형별 뇌파맵의 분석결과를 종합해 보면, A파형은 정신적 스트레스를 주고 B파형은 정신적, 시각적 스트레스를 준다는 것을 알 수 있다.

3.5.2 B파형 전압별 뇌파맵

B파형의 전압별 뇌파맵을 분석해 보면, 12[V] 이상에 비해 11.5[V] 이하에서 전두엽 및 후두엽 부분이 각성된 시점이 압도적으로 많음을 알 수 있다. 특히 동일 시점에서 α 파, β 파 모두에서 유의차가 나타나는 것은 11.5[V] 이하에서만 발생하였다. 이러한 결과는 B파형 전압별 분석결과를 뒷받침하는 것으로 B파형의 경우 11.5[V] 이하로 전압변동이 생기지 않도록 하여야 한다는 것을 또다시 밝힌 것이다.

3.5.3 B파형 시간별 뇌파맵

뇌파맵을 시간별로 분류하여 살펴보면, 1.5[sec]

표 5. 각 시점별 α , β 값의 비교

번호	파형	시간	전압	α , β 값 비교
1	A	0.1	11	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$
2	A	0.1	12	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha \geq \beta$
3	A	0.1	13	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$
4	A	0.3	11	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$
5	A	0.3	12	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$
6	A	0.3	13	① $\alpha < \beta$ ② $\alpha < \beta$
7	A	0.5	11	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha \geq \beta$
8	A	0.5	12	① $\alpha \geq \beta$ ② $\alpha < \beta$
9	A	0.5	13	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$
16	B	1.5	13	① $\alpha < \beta$ ② $\alpha > \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha < \beta$
23	B	3	13	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha > \beta$
15	B	1.5	12.5	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha < \beta$
22	B	3	12.5	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha > \beta$
14	B	1.5	12	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha > \beta$
21	B	3	12	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha > \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha > \beta$
13	B	1.5	11.5	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha < \beta$
20	B	3	11.5	① $\alpha \geq \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha < \beta$
12	B	1.5	11	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha < \beta$ ④ $\alpha > \beta$
19	B	3	11	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha > \beta$
11	B	1.5	10.5	① $\alpha \leq \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha < \beta$
18	B	3	10.5	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha < \beta$
10	B	1.5	10	① $\alpha < \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha < \beta$ ④ $\alpha < \beta$
17	B	3	10	① $\alpha > \beta$ ② $\alpha < \beta$ ③ $\alpha > \beta$ ④ $\alpha > \beta$

※ β 값이 α 값에 비해 큰 경우에는 스트레스를 받은 상태임.

A파형 : ① 자극 전, 후 ② 자극 후와 기준 상태

B파형 : ① 자극전과 전압하강상태 ② 전압하강상태 ③ 전압하강상태와 전압상승상태 ④ 자극 전, 후

는 후두엽보다 전두엽에서 많이 각성되었으며, 3[sec]는 전두엽보다 후두엽에서 많이 각성되거나, 전두엽, 후두엽 모두가 각성됨을 알 수 있다. 즉 1.5[sec]는 3[sec]보다 상대적으로 짧은 자극 시간 이므로 A파형과 같이 정신적 스트레스로 받아들 이며, 3[sec]는 시각적 스트레스 및 정신적 스트레 스를 준다는 것으로 설명할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 전조등 조도변동에 따른 운전자 의 생리적 특성을 파악하기 위하여 뇌파측정을 실 시하였다. 피험자는 20대 남자 20명이며, 실험조건 은 파형, 전압, 변동시간으로 구성된 23개 조건이 다. 뇌파측정은 국제적으로 통일된 10-20법을 이 용하여 LXE3232-RF를 사용하여 측정하였다. 뇌 파측정 결과는 알파파와 베타파를 중심으로 한 파 위 스펙트럼 분석(Power Spectrum Analysis)과 뇌파맵을 이용한 뇌의 영역별 분석을 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 뇌파맵을 뇌의 영역별로 분석한 결과, A파형 은 정신적 스트레스를 주고, B파형은 정신적, 시각

적 스트레스를 많이 받고 있으며, 자극시간이 긴 것은 스트레스를 증가시킨다.

2. B파형의 전압변동시간은 1500msec 이하로 하여야 하며, 11.5V 이하로 전압변동이 생겨서는 안 된다.

본 논문은 (주) NGV의 사업지원에 의해서 수행되 었습니다.

참고문헌

- [1] 윤중수, 뇌파학개론, 도서출판고려의학, 1999.
- [2] 황민철, 류은경, 김철중, 시각 감성평가를 위 한 뇌파의 민감서에 대한 연구, 대한인간공학 회지, 17,1, 1-9, 1998.
- [3] 편홍국, 김정룡, 뇌파분석을 이용한 감성자극형 광고효과연구, 대한산업공학회 춘계학술대회논문 집, 413-416, 2000.
- [4] 김정룡, 박창순, 뇌파를 이용한 적정 자동차 내부소음의 평가, 산업경영시스템학회지, 24,65, 65-73, 2001.