

색 조명 자극이 인간의 기억에 미치는 영향에 관한 연구

정민영, 정우석, 홍철운*, 송철규*, 김남균**

전북대학교 대학원 메카트로닉스공학과

*전북대학교 대학원 의용생체공학과

**전북대학교 공과대학 생체공학과

A Study on Effects of Color light on Memory Function

M. Y. Chong, Y. S. Chong, U. C. Hong*, G. C. Song*, N. G. Kim**

Dept. of Mechatronics Engineering Graduate School, Chonbuk National University

Dept. of Biomedical Engineering, Graduate School, Chonbuk National University

*Dept. of Biomedical, College of Engineering, Chonbuk National University

**Dept. of Bionics, College of Engineering, Chonbuk National University

요약

본 연구는 색 조명 시각 자극이 정상인의 기억작용에 어떠한 영향을 미치는가를 평가해보고자 하였다. 피험자는 대학생 성인 남, 여 20대 (20-30세) 각각 10명을 대상으로 실시하였으며 자체 제작한 기억 테스트(Memory test)를 활용하였다. 색채 환경은 방음 암실에서 백색광원을 파장대별로 필터링한 색 조명을 사용하여 제시하였으며 실험 측정 파라미터로서는 정확도(accuracy), 반응시간(Response time) 그리고 학습시 주로 활성화 되는 뇌파인 알파파와 세타파의 주파수 대역을 측정하여 기억기능을 수행하는 대뇌의 기억 활성화 상태를 색 조명에 따라 비교 분석 하였다. 측정결과 각각의 색조명에 대한 정확도는 파랑색에서 증가하고 반응시간은 노랑과 파랑에서 감소했다. 뇌파의 활성화에서도 흥분이나 긴장을 상징하는 빨강의 색보다는 파랑색과 보라색과 같은 단파장의 색이 알파파나 세타파를 활성화 시키는데 영향을 줌을 알 수 있었다. 본실험 결과 색 조명 환경이 인간의 기억(Long-Short-term Memory)에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었으며 이러한 연구가 감성적 색 조명 디자인의 응용이나 색 관련 제품 개발에 적극 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

서론

인간의 여러 신체 기관중에 가장 정밀하

고 복잡한 기관은 뇌와 눈을 포함한 시각 중추(Ocular central system)라고 말할 수 있다. 인간은 시각을 통해 70%이상의 정보를 받아들이며 그 정보를 통해 우리 인간은 이성과 감성을 통제하며 또한 정보를 뇌에 기억한다. 이 실험에서 색이라고 정의하는 자외선이 인체의 심리적, 생리적 부분에 영향을 준다는 것은 여러 자료들을 통해 분명히 확인 할 수 있다[1-1] 그러나 색에 대한 생물학적, 심리학적, 생리학적인 기존의 연구들을 관찰했을 때 어떠한 뚜렷한 영향을 발견할 수 없었다. 예를들어, 색에 대한 여러 생물의 감광성 (photosensitivity) 에 대한 생물학적 연구가 [1-1] 진행되어 왔지만 동, 식물에 대한 뚜렷한 영향을 밝혀 내지 못했으며 색채 자극에 대한 인간의 운동 효율 (MOTOR EFFICIENCY)[1-2]에서도 Red에서의 약간의 무의식적인 평균 운동 횟수의 증가를 보였을 뿐 통계적인 유의성을 보이지 못했다. 또한 색 자극에 의해 유발된 스트레스를 소리와 음악 치료[1-3]를 통해 회복시키려는 노력 또한 여러 참고 서적을 통해 확인 할 수 있었지만 그 회복이란 피험자의 일시적 생리 반응의 변화이지 감성의 변화라고는 말 할 수 없었다.

본 연구는 사회가 산업화 고도화되면서 개인의 기억과 충동 욕구 그리고 기업의 이미지의 홍보, 선전, 광고의 효과를 촉진하는데 결정적 영향을 주는 색과 색조명에 대한 인간의 기억기능의 영향에 대해 연구해 보았다. 본실험에서는 기존의 실험과는 달리 색 조명을 이용한 색 환경 디자인을 통해 마치 색이 칠해진 교실에 온 분위기를 색 조명장치를 통해 연출하여 그 환경하에서 자체 개발한 기억 테스트(Memory test)를 실시 하였으며 생리 신호를 추출,분석 하였다.

이러한 실험을 통해 얻어진 의미있는 데이터를 통해 인간의 기억 작용에 미치는 시각적 색 조명 자극의 영향을 알아보고 기억 작용시 색에 따른 특정 뇌파 활성화 상태를 정량화 했다. 측정 부위로는 이성과 감성을 지배하는 대뇌 전두엽(Cerebrum frontal lobe) 과 운동영역과 시각 수용영역인 후두엽(Occipital lobe)의 각각 좌,우 그리고 기억 기능을 담당하는 변연계와 연결되어 기억을 담당한다고 알려진 측두엽 모두 6곳을 측정 했다. [1-4]

실험 방법(Experiments measurements)

1. 실험 대상과 방법

본 연구는 색채가 기억과 집중력에 미치는 영향을 측정하기 위하여 외부와 완전히 차단된 방음암실에서 수행되었다. (그림1). 피검자는 색맹을 가지고 있지 않고 기억기능에 장애가 없는 남,여 20대 대학생 각 10명을 실시 하였다. 색채 조명은 암실 안에서 백색 광원에 채색 필터를 사용하여 제시하였으며 색채 조명 제어 시스템에 의해 색 조명의 종류와 조도가 결정 되었다. 제시된 색채는 CHROMA METER(MINOLTA, JP)를 사용하여 광량과 주파장을 정량화 하였다. 표1은 실험에 사용된 색채의 주파장과 광량을 나타낸 것이다. 기억테스트는 실험실에서 자체 프로그램한 기억 테스트를 실시하였으며 피검자는 실험전 사전지식을 위해 간단한 예비테스트를 실시하였다. 실험데이터는 자동으로 MS-EXCEL데이터로 실시간 서버에 저장되며, 실험 테스트 시간은 120sec로 하였다. 실험 측정 파라미터로는 정확도(Accuracy),반응시간(Response Time) 그리고 학습시 주로 활성화 되는 뇌

파인 알파파와 세타파의 주파수 대역을 측정하여 기억기능을 담당하는 대뇌의 기억

활성화 상태를 비교 분석 하였다.

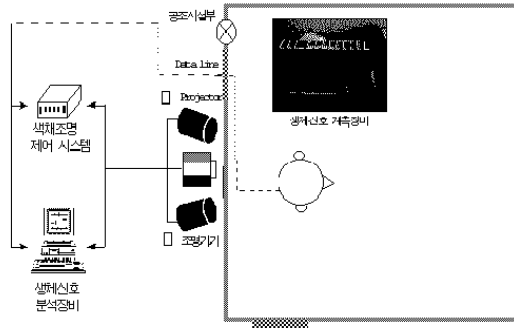


그림1.색채 조명 시스템

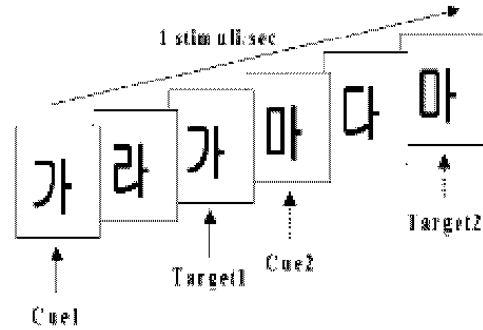


그림2.기억력 테스트

뇌파(EEG) 측정

표 1 제시된 색채의 주파장 및 광량

color	광량(lx)	주파장(nm)
RED	105	630
YELLOW	120	580
GREEN	98	538
BLUE	80	476
VIOLET	90	430
WHITE	125	585

2. 기억력 테스트

기억력 테스트(그림2)는 모양과 글자를 통해서 이루어지며 Superlab program을 이용한 One-back memory paradigm 으로 구성되어 있다. OS로는 메킨토시를 사용했으며 본 기억력 테스트는 언어성 기억력을 측정할 수 있게끔 되어 있다. 테스트 방법은 우선 Cue가 오고 그와 일치한 Target이 제시되면 Enter를 누른다. 만일 Cue가 Target의 단서가 되지 않을 때는 Invalid한 단서가 된다.

3.색에 따른 반응시간, 정확도, 생리신호

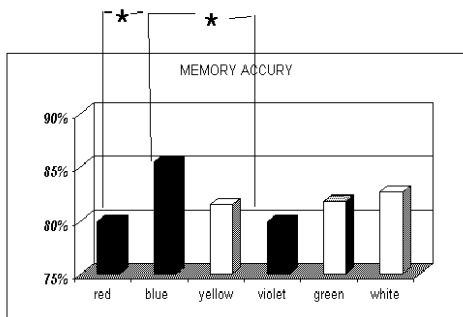
실험 진행전에 30초간 예비실험을 거친후 120sec 동안의 실험 동안 반응 시간, 그리고 정확도, 생리신호를 측정했다. 정확도와 생리 신호는 실험 도중 자동적으로 EXCEL 데이터로 변환되어 서버에 저장 되고 생리 신호인 EEG(F1,F2,T3,T4,O1,O2영역)는 10-20법을 사용했으며 MP100와 Acqknowledge에 프로싱되어 메인 컴퓨터에 저장되었다.

실험 결과(Results)

색조명 실험을 통해 얻어진 결과인 정확도(Accuracy), 반응시간(Response time), 뇌파는 다음과 같다. 정확도와 반응시간은 눈과 뇌를 포함한 시각중추의 집중력과 주의력에 관계되며 기억작용에 영향을 줄 수 있다고 판단 할 수 있으며 뇌파의 활성화 또한 기억작용의 활성 정도를 나타낸다고 가정 할 수 있다.

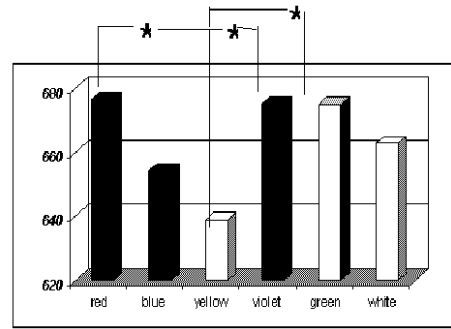
1.정확도와 반응시간

통계적 상관 분석 결과 색채에 대한 정확도 (Accuracy)에서는 단파장인 BLUE에서 높게 나타났음을 알 수 있다. (그림.3) 그와는 반대로 장파장인 빨강에서는 정확도가 떨어짐을 알 수 있었다. 상관 분석 결과 파랑색과 비교하여 빨강 그리고 노랑색에서 유의성($P<0.05$)을 볼 수 있었다. 정확도 실험 결과 어떠한 색 보다 시각은 파랑색에서 가장 정확한 주의력과 집중력을 보인다는 것을 알 수 있다. 그러한 정확도가 뇌파와 기억력에도 영향을 주어 뇌파 또한 파랑색에서 가장 활성화 됨을 평가 할 수 있다. 색에 대한 반응 시간(Reaction time)에서는 YELLOW와 BLUE에서 반응 시간의 감소를 확인해 볼 수 있었다.(그림4). 이는 밝은 이미지의 노랑색에서 그리고 각성과 안정의 색인 파랑색에서 인체 반응 시간이 빨라짐을 평가 할 수 있다.



Accuracy

그림.3. 색채에 대한 정확도(Accuracy)



Reaction

그림.4. 색채에 대한 반응 시간(Reaction time)

2. 생리신호(EEG) 분석

알파파는 신체가 수면과 같은 편안한 상태에서 나타나고 쉼타파는 학습이나 집중시에 주로 활성화 되는 뇌파의 일부이다. 이 실험을 통해 얻어진 부위별 뇌파를 색 조명 별로 비교 분석 하였다. 뇌파 분석 결과 전두엽에서는 뚜렷한 경향을 볼수 없었지만 측두엽과 후두엽 그리고 평균값에서는 푸른색과 보라색의 단파장에서 뇌파의 활성화 상태를 볼 수 있었다.(그림5) 이러한 뇌파의 활성화를 통해 단파장인 파랑색의 안정파가 뇌의 집중력과 기억력을 높인다고 평가 할 수 있다.

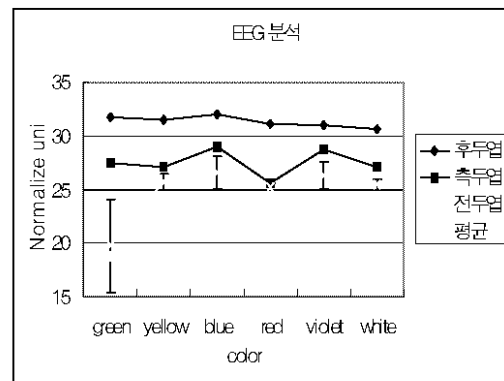


그림.5. 색에 대한 뇌파($\alpha + \theta: 4-13$ Hz)영역

결론 및 고찰(Discussion)

이러한 정량적인 결과들을 통하여 인간의 뇌 기억에 대한 색 조명의 영향을 평가해 볼 수 있는 기회를 가질 수 있었다. 이 실험을 통해 확인할 수 있었던 것은 색조명에 대한 정확도는 파랑색에서 증가하여 파랑색이 집중력과 판단에 우수하다고 평가 할 수 있으며 반응시간은 노랑과 파랑에서 유의성 ($P < 0.05$) 있는 증가를 보임을 알 수 있었다. 다시말해 노랑과 파랑에서 대뇌중추의 판단과 명령 시간이 빨라짐을 알 수 있다. 또한 뇌파의 활성화에서는 흥분이나 불안을 상징하는 빨강의 색보다는 안정을 나타내는 파랑색과 보라색의 단파장의 색이 알파파나 세타파를 활성화 한다고 평가 할 수 있다. 이는 파란색과 같은 단파장의 색이 최면이나 수면 상태와 같은 안정한 상태로 뇌를 유지시켜 뇌의 기억기능에 순작용을 한다는 것을 의미한다. 또한 색 조명 자극에 대한 측두엽의 뚜렷한 활성화 상태도 확인 할 수 있었다. 이는 측두엽이 뇌의 기억기능을 담당하는 변연계와의 연관성이 있음을 추측할 수 있었다. 이러한 실험 결과들로 얻어진 패턴들과 뇌파 활성화 상태를 통해 인간의 기억과 뇌의 기능적 구조에 대해 유추해 볼 수 있는 의미있는 기회를 가질 수 있었다. 또한 이러한 연구들을 통해 색 디자인

이나 색 조명 환경 디자인의 과학적 응용이 가능할 것이며 앞으로도 많은 연구가 꾸준히 이루어지길 기대한다.

참고 문헌

1. 파머,비렌, 김진한 옮김, 색채의 영향, 시공사, 1996
2. Studies on biologic effect of colored light, HERMANN VOLLMER.M.D ,1992
3. Physiological manifestations of the modulation of post-stress recovery by emotion-inducing stimulation of auditory and visual modality , 1999
4. MEDICAL INSTRUMENTATION, John G. Webster , 1993
5. R.B Amber, Color Therapy, Aurora Press, 1983
6. Motion response to color, UCLA, 1993 Patricia Valdez,
7. Changes in autonomic and EEG patterns induced by hypnotic imagination of aversive stimuli in man, 2000
8. Visual Attention, Alan Allport, 1963
9. The influence of color upon mental and motor efficiency, Sidney, 1975
11. Lighting and the eye, harmon, 1986
12. The ophthalmic aspects of illumination brightness and color, 1945