

색온도에 따른 글씨쓰기 과제수행과 뇌파의 변화

박윤희* · 양영애**

A Study on the Change of EEG for the Writing Task When CCT is Changed

Yun-Hee Park* · Yeong-Ae Yang**

요 약

본 논문은 색온도가 글씨 쓰기 과제 수행과 뇌파에 미치는 영향을 알아보기로 2013년 7월부터 9월까지 초등학생 아동 24명을 대상으로 실시하였다. 색온도의 고정과 유지를 위해 준비된 실험실에서 주황색등과 백색등에 따른 과제수행시간의 측정과 뇌파를 측정하여 분석하였다. 연구 결과 알파파, 베타파, 하이베타파의 출현이 백색등에서 높게 나타났으나 과제수행 시간은 주황색등에서 유의하게 빠른 수행을 보였다. 이는 기존의 낮은 색온도는 안정과 이완에 전형적인 색온도로 여겨졌으나 심인적인 요인과 과제의 특성과 종류에 따른 다양한 활용은 학습과 작업의 능률에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 제시했다.

ABSTRACT

This paper examine how CCT affected to writing task performance and EEG through 24 elementary students from in July to September, 2014. The study analyzed EEG that was changed in a task performance under an orange color light and a white color light in a laboratory for stabilization and relaxation. The study results showed that an alpha wave, beta wave, high-beta wave were high under the white color light. The task performance time, however, showed significant fast performance under the orange color light. Although pre-existing low CCT has been considered as typical type for stabilization and relaxation, this study provides that the various applications in the elements of cognition, tasks, and types can affect improvement of task performance and occupation ability.

키워드

Correlated Color temperature(CCT), Electroencephalogram(EEG), Environment
상관 색온도, 뇌파, 환경

1. 서 론

인간은 다양한 환경 안에서 생활 및 활동을 하는 환경적 동물이다. 환경은 인간의 생존에서 떼어 놓을 수 없는 중요한 삶의 부분이며 환경과 지속적으로 상호작용하게 된다[1]. 이러한 환경 중 외적요소인 물리적 환경은 비생물적 환경을 일컫는 관용적 표현이다.

시각, 청각, 후각, 촉각 등을 인식하는 물리적 자극으로 설명[2]하기도 하고, 조명, 색채, 표식, 재질, 가구배치의 형태, 배치 벽면장식, 온도 등 다양한 요소로 물리적 환경을 제시하고 있다[3].

물리적 환경이 인간의 삶에 영향을 주는 것과 관련하여 중요성이 증대되고[4], 많은 관심과 연구들이 진행되고 있다. 학습자에게 적절하게 조절된 환경이 인

* 호원대학교 작업치료과 교수(584911@naver.com)

** 교신저자(corresponding author) 인제대학교 작업치료과 교수(sk8355@hanmail.net)

접수일자 : 2015. 06. 05

심사(수정)일자 : 2015. 06. 13

게재확정일자 : 2015. 06. 23

지적, 신체적, 감성적으로 긍정적인 영향을 제공하는 연구결과들이 제시되고 있다[5-8].

최근의 실내 빛 환경에 대한 연구는 조도, 색온도 등의 효과에서 시각적 명료성 보다 공간의 용도나 작업자의 쾌적성과 작업능률에 초점을 두고 있다. 색온도란 광원으로부터 방사하는 빛의 색을 온도로서 표시하는 방법으로 방사하는 빛의 색과 흑체에서 방사하는 빛의 색이 일치했을 때의 흑체온도를 말한다. 색온도의 값에 따라 편안함, 활동성, 작업능률 등에 차이를 나타낸다.

최근 학습 및 작업에 있어 물리적인 환경이 중요시 되는 만큼 학습과 작업능률에 적합한 물리적 환경을 구축하는 것은 중요한 일이다. 시각적 요소와 관련된 조도(Illumination)와 상관 색온도(CCT : Correlated Color Temperature)에 관한 연구에 시각적 피로와 정신적 피로가 낮아지는 색온도 값과 집중도가 높아 작업수행도가 향상된다는 색온도 값을 제시하고 있다[9-12]. 그러나 현재 진행된 많은 연구들에서는 학습과 이완환경에 적합한 색온도를 제시하고 있으나 결과 값이 색온도의 선호도 위주이거나 과제수행에 대한 분석이 아닌 특정한 자극에 대한 반응이나 특정 환경에서의 변화값을 중심으로 분석한 값을 제시하고 있고 실제 인지와 집중을 요하는 유사 학습 환경이나 작업환경에서 수행되고 있는 특정한 과제나 작업의 수행에 대한 연구는 미흡하다.

본 논문에서는 인지적 학습 환경에서 요구되는 글씨쓰기에 대한 특성을 반영하여 글씨 쓰기 과제 수행시간의 변화와 그에 따른 뇌파의 변화를 확인함으로써 상관 색온도가 과제수행에 미치는 영향을 정량적으로 측정한다. 이는 작업 수행력을 증진시키기 위한 물리적 환경 중 특정과제의 특성을 고려한 실내 빛 환경 연구로 특히 시각적 요소와 밀접한 관련이 있는 색온도의 변화가 작업수행에 미치는 영향을 뇌파(EEG, Electroencephalogram)분석과 과제수행시간 측정을 통하여 알아봄으로써 물리적 환경의 생리적인 반응과 수행에서의 반응결과의 일치성 여부를 확인해 보고 이를 통해 작업 수행능력을 향상 시킬 수 있는 적절한 실내 빛 환경을 제시하고 작업과 학습, 치료환경에 더욱 효과적인 물리적 환경을 만드는 데 필요 인을 확인한다.

II. 연구방법 및 실험

2.1 연구방법

본 논문은 2013년 7월부터 동년 9월까지 초등학교 아동 남녀 각각 15명씩 아동과 보호자로부터 서면 동의를 구하였다. 선정기준으로는 실험 자원자로 과거 및 현재 신경학적 질환, 뇌질환 관련 약물 복용이 없는 사람을 포함하고 수용, 표현 어휘력을 검사도구 REVT(Receptive And Expressive Vocabulary Test)를 통하여 또래에 비해 수용언어 능력이 검사결과상 낮은 대상 1명은 실험에서 제외시켰다. 또한 아동이 뇌파측정시 과도한 긴장과 불안감으로 뇌파측정을 힘들어한 1명과 과도한 움직임으로 잡파(교류장애, 전극 접촉 불량, 근육움직임, 심전도, 안구운동, 호흡, 발한 맥박, 정전기 등)가 과하게 혼입되어 분석의 어려움으로 4명의 데이터도 제외하였다. 최종 24명의 데이터를 얻었다.

실험실은 2,700K와 6,400K의 색온도를 가진 형광등을 과제를 수행하는 책상과 동일한 거리의 천정에 설치하고 등을 무작위로 제공하기 위한 스위치를 연결하였다. 실험자가 색온도를 조절할 수 있게 준비하였다. 실험실은 외부 빛의 영향을 차단하기 위해 창에 차단막을 설치하였다.

2.2 뇌파측정

본 논문에서 사용하기 위한 뇌파의 측정은 그림 1과 같은 EEG-1200(Neurofax, Germany) 장비를 사용하여 과제시작 전 안정시 뇌파를 측정과 글씨쓰기 과제 수행시 뇌파의 변화를 측정했다.



그림 1. EEG NeuroFax사의 EEG 1200
Fig. 1 NeuroFax company's EEG 1200

피험자의 두피에 부착한 전극의 위치는 국제 10/20 전극배치법(international 10/20 electrode system)체제에 따라 4개의 부위에 단극유도(Monoclonal derivation)방식으로 측정하였다. 기준전극(reference electrode)은 A2(오른쪽 귓불)에 접지전극(ground electrode)은 A1(왼쪽 귓불)에 부착하였다. 그림 2와 같이 접지전극에 뇌파 전용 전극 폴(Elefix-401CE, Japan)을 전두엽의 Fp1, Fp2와 후두엽의 O1, O2 문혀 부착하고 부착된 전극위에 거즈를 덮어줌으로써 전극이 머리 표면에 잘 고정되도록 하였다.

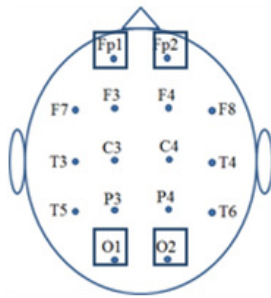


그림 2. EEG 측정 전극의 위치
Fig. 2 Electrode location EEG signal measurement

뇌파신호의 샘플링 빈도수는 256Hz로 설정하였다. 뇌파의 기록은 안정시과 글씨쓰기 과제수행 동안 측정하였다. 뇌파 원자료(raw data)는 락싸(laxtha)사의 TeleScan(Ver. 3.06)을 이용하여 데이터를 수집하고 각 대역별 상대 전력 값을 얻었다.

EEG 신호를 식(1)과 같이 상호상관 함수(Cross Correlation Function)로 분석하였다.

$$\gamma_{a-b}[k] = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^N x_a[n] x_b[n+k] \quad (1)$$

여기서 a-b는 채널번호를 나타내고, γ 값 및 γ 값은 채널 a와 b에서 측정된 EEG 신호를 나타내고 N 은 채널별 신호 형태로 본 연구에서 $N=4$ 이며 k 는 시간을 나타낸다.

2.3 글씨쓰기 과제

글씨쓰기 과제는 100자의 문장으로 초등학교 5학년 선행학기 교과서를 바탕으로 구성하였으며 언어 병리

학자의 검수를 통해 자모음 수를 일치시켜 동질 수준으로 맞춘 100자의 문장 두 개를 완성하였다. 이를 백색등과 주황색등에 무작위로 제공하여 근거리 따라 쓰기를 실시하였다. 글씨쓰기 과제 시간의 측정은 연필을 잡기부터 다 쓴 후 놓기까지의 시간을 측정하였다.

뇌파 측정기로부터 알파파, 베타파, 하이베타를 측정하였으며, 백색등과 주황색 광을 제공하였을 때 전극의 위치에 따른 측정 결과를 표 1에 나타내었다.

2.4 통계분석

표 1에서 얻어진 뇌파 분석을 위해서 총 수행시간 중 전반부 2분간의 상대 전력값을 취하여 분석하였다.

수집된 자료는 Window용 SPSS 18.0 version을 사용해 분석하였다. 처리된 자료는 평균, 표준편차로 나타내었다. 대상자의 일반적 특성을 분석하기 위해 기술 통계를 사용하였고 색온도에 따른 뇌파변화와 글씨쓰기 과제수행시간의 변화를 각각 paired t-test를 사용하여 식(2)과 같은 t값으로 분석하였다.

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} \quad (2)$$

여기서 \bar{d} 는 두표본의 차이평균을 나타내고, s_d 는 두표본의 차이 표준편차, n 은 표본의 크기를 나타낸다.

분석 처리한 방법을 그림 3의 흐름도에 나타내었다.

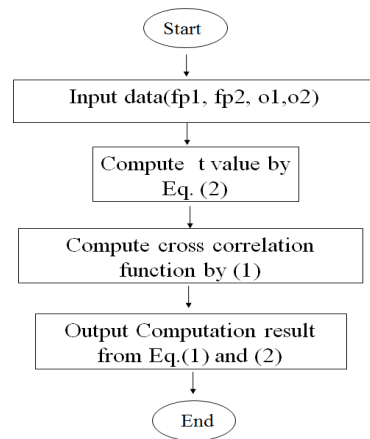


그림 3. 흐름도
Fig. 3 Flow chart

표 1. 쓰기 작업 기간 동안 EEG 변화 결과
Table 1. Results of EEG changes during writing task

				n=24
Region		White lamp	Orange lamp	P
		M±SD	M±SD	
Alpha wave	Fp1	0.18±0.05	0.16±0.04	.066
	Fp2	0.18±0.05	0.16±0.04	.000*
	O1	0.25±0.10	0.23±0.09	.025*
	O2	0.25±0.08	0.22±0.06	.049*
Beta wave	Fp1	0.20±0.08	0.15±0.07	.038*
	Fp2	0.21±0.07	0.18±0.04	.174
	O1	0.29±0.09	0.28±0.07	.004*
	O2	0.26±0.05	0.26±0.04	.001*
High Beta wave	Fp1	0.09±0.05	0.06±0.04	.003*
	Fp2	0.11±0.06	0.08±0.03	.025*
	O1	0.14±0.06	0.14±0.05	.731
	O2	0.13±0.03	0.12±0.03	.210

Fp(frontal pole), O(occipital)

p<0.05*

III. 결 과

3.1 대상자의 일반적 특성

본 연구에 뇌파측정 대상자는 24명으로 남학생이 11명(45.8%), 여학생이 13명(54.2%)이었다. 평균 연령 11.24(±0.24)세이며 이를 표 2에 나타내었다.

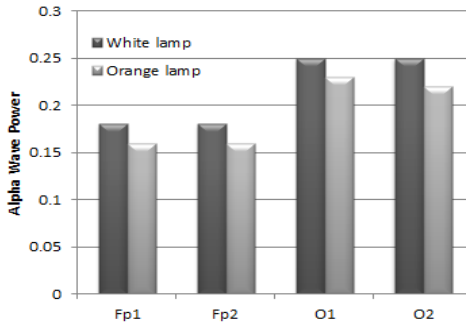
표 2. 대상자의 일반적 특징

Table 2. General characteristics of subjects(N=24)

Features		Subject
Gender	Male	11
	Female	13
Age(year)		11.24±10.24

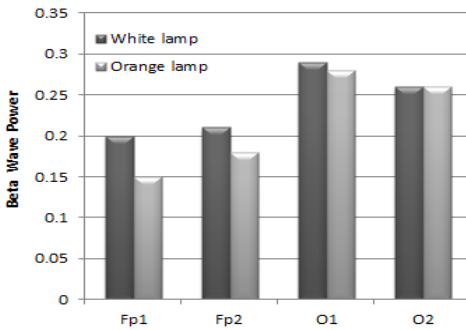
3.2 글씨쓰기 과제수행시 뇌파변화

색온도에 따른 글씨쓰기 과제 수행시 뇌파변화를 상대파워 값의 분석 결과 그림 3과 같이 알파파 값은 그림 3(a)에서와 같이 전두엽 영역(Fp1,Fp2)과 후두엽 영역(O1, O2) 모두에서 백색등 일 때 알파파의 출현이 높았다. 베타파 값도 그림 3(b)와 같이 전두엽 영역(Fp1,Fp2)과 후두엽 영역(O1, O2)에서 백색등일 때 집중파의 출현이 높았다. 하이베타파 값은 그림 3(c)에서 백색일 때 Fp1, Fp2, O2 영역에서 많은 출현을 보였다.



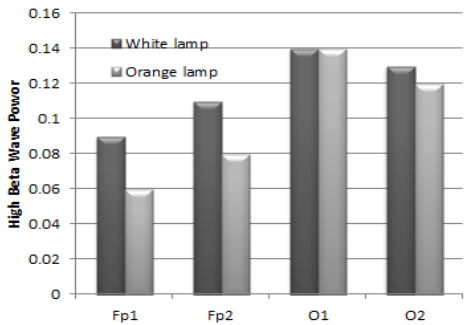
(a) 알파파 전력

(a) Alpha wave power



(b) 베타파 전력

(b) Beta wave power



(c) 하이베타파 전력

(c) Hight beta wave power

그림 4. 글씨 쓰기 과제의 전력 스펙트럼 비교

(a) 알파파 값, (b) 베타파 값, (c) 하이베타파 값

Fig. 4 Comparison of power spectra from writing task
(a) alpha wave power, (b) Beta wave power, (c)Hight beta wave power.

Fp(frontal pole), O(occipital)

3.3 글씨쓰기 과제수행 시간

표 3에 글씨쓰기 과제수행 시간 측정 결과 백색등에서 116.28±35.427초 주황색등에서 153.97±33.427초로 주황색등에서 유의하게 빠른 결과가 나타났다.

표 3. 색온도에 따른 과제수행 시간결과

Table 3. Results of task performance time to CCT

	White lamp	Orange lamp	p
	M±SD	M±SD	
Writing task	166.28±35.427	153.97±33.427	.043*

IV. 고찰 및 결론

본 논문에서는 글씨쓰기 과제수행 시 백색등에서 알파파, 베타파의 출현이 높게 나타났다. 이는 학습과 집중을 요하는 환경에서 백색등이 효율적이라고 제시된 연구결과와 일치한다[13]. 그러나 실제 글씨쓰기 과제수행 시간의 측정에서는 주황색등에서 유의하게 빠른 수행을 보였다. 이는 집중상황에서 행동적인 결과는 생리적인 반응보다 심리적인 결과와 상관관계가 높다는 연구 결과와 유사한 결과를 얻었다[14]. 다양한 환경에서 이완과 집중에 대한 뇌파를 분석을 분석한 연구 [15-16]에서는 특정한 과제를 직접 수행하기보다 자극을 제공하여 뇌파를 측정된 결과를 제시하고 있다.

본 연구 결과는 과제를 수행하는 상황에서는 전형적인 생리적인 반응 외 다른 요인도 함께 작용하는 것으로 사료된다. 본 논문에서는 색온도에 따른 특정 과제에서 집중과의 출현과 변화를 확인하였고 또한 심인적인 요소 등이 과제수행력에 영향을 미칠 수가 있음도 제시하였다. 이를 통해 물리적 환경의 다양성에 대한 연구의 필요성을 제시하고 그 기초자료로 활용되고자 한다.

References

[1] B. Culp, "Management of the physical environment in the classroom and gymnasium: It's not that different," *Teaching Elementary Physical Education*, vol. 17, no. 5, 2006, pp. 13-15.

- [2] P. Kotler, "Atmospherics as a marketing tool," *J. of Retailing*, vol. 49, no. 4, 1973, pp. 48-64.
- [3] M. Bitner, "The impact of physical surroundings on customers and employees," *J. of marketing*, vol. 8, no. 2, 1992, pp. 57-71.
- [4] S. Jones, R. Axelrad, and W. Wattigney, "Healthy and safe school environment, Part II, Physical school environment: Results from the school health policies and programs study 2006," *J. of School Health*, vol. 77, no. 8, 2007, pp. 554-556.
- [5] J. Flutter, "This place could help you learn: student participation in creating better school environment," *Educational Review*, vol. 58, no. 2, 2006, pp. 183-193.
- [6] M. Kennedy, "Breathing in comfort," *American School and University*, vol. 79, no. 9, 2007, pp. 39-42.
- [7] J. M. Kennedy, "Adjusting to technology," *American School and University*, vol. 79, no. 11, 2007, pp. 26-31.
- [8] S. Lee, "Ergonomics in schools," *Ergonomics*, vol. 50, no. 10, 2007, pp. 1523-1529.
- [9] S. Kim and Y. Baik, "Influence of Color Temperature of Lighting Lamps on Visual Responses in a Small Office," *J. of the Korean society of living environmental system*, vol. 16, no. 6, 2008, pp. 630-638.
- [10] H. Yang, H. Ko, M. Kim, S. Lim, and Y. Yun, "Evaluation of Fatigue by Analysis of Relation between Subjective Rating Score and Working Performance with Color Temperature," *Korea J. of the Science of Emotion and Sensibility*, vol. 4, no. 2, 2001, pp. 63-68.
- [11] L. Mayron, J. Ott, R. Nations, and E. Mayron, "Light, radiation and academic behaviour: Initial studies on the effects of full-spectrum light and radiation shielding on behaviour and academic performance of school children," *Academic Therapy*, vol. 10, no. 2, 1974, pp. 33-47.
- [12] F. Mahnke and R. Mahnke, *Color, environment and human response*. New York: John Wiley, 1996.
- [13] K. Jeong, C. Lee, W. S. Sung, J. Sun, and G. Ryu, "Effects of Correlated Color Temperature of LED Light Sources and Illumination on Visual Performance at Near," *The Korean J. of vision science*, vol. 14, no. 4, 2012, pp. 189-195.
- [14] E. Lee and H. Suk, "The Emotional Response to Lighting Hue Focusing on Relaxation and Attention," *J. of Korean society of design science*, vol. 25 no. 2, 2012, pp. 27-39.
- [15] J. Jo, "Analysis of EEG characteristics for the effectiveness verification of meditation music," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 10, 2014, pp. 1139-1144.
- [16] J. Jo, "EEG brainwave analysis for research on meditation influence to the concentration," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no.12, 2014, pp. 1421-1426.

저자 소개

박윤희(Yun-hee Park)



2005년 인제대학교 작업치료학과 졸업(작업치료학사)

2010년 인제대학교 대학원 작업치료학과 졸업(작업치료학석사)

2014년 인제대학교 대학원 재활과학과 졸업(이학박사)

2015년 현 호원대학교 작업치료학과 조교수

※ 관심분야 : 아동작업치료, 지역사회작업치료

양영애(Yeong-Ae Yang)



1998년 한양대학교 행정대학원 졸업(석사)

2009년 한양대학교 대학원 의과대학 졸업(의학박사)

2015년 현 인제대학교 작업치료학과 조교수

※ 관심분야 : 노인작업치료학, 복지용구 IT관련