

아로마 및 색온도의 다감각자극이 뉴로에너지에 미치는 영향

김정민¹, 서광수¹, 김명호^{1*}
¹가천대학교 건축설비공학과

A Study on the Multi-sensory Stimulation of Aroma and Color Temperature effects on Neuro-energy

Jung-Min Kim¹, Kwang-Soo Seo¹, Myung-Ho Kim^{1*}

¹Department of Building Equipment & Engineering, Gachon University

요약 본 논문은 온도 25[°C], 상대습도 50[RH%], 조도 1,000[lux] 및 기류 속도 0.02[m/sec]의 동일한 조건의 향온-향습실에서 감각자극에 노출되기 전, 자스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극, 자스민 향기와 RED 조명을 동시에 노출시킨 다감각자극 변화에 따른 EEG, 학습능력, HRV 및 진동이미지를 측정하여 쾌적성, 집중력, 신체적 및 심리적 안정의 변화를 분석하였다.

연구결과 자스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 상대 S_{α} 파, $SEF50$, SMR/θ 및 SDNN이 향상되었고, 비대칭지수 A_2 , 스트레스지수, 피로도 및 HRT는 감소하였다. 또한, 진동이미지의 긴장/불안과 스트레스는 감소하였다. 따라서 자스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 쾌적성, 작업능률의 생산성 및 주의집중력과 같은 뉴로에너지를 향상시키기 위하여 효과적인 것을 알 수 있었다.

Abstract In this study, EEG, HRV, and Viba image were compared and analyzed in the environmental test room due to stimulation of aroma and color temperature. The condition of the environmental test room was in temperature 25[°C], relative humidity 50[RH%], air current speed 0.02[m/s] and illuminance 1000[lux] with setting up different sensory stimulation condition which are before exposure, single-sensory stimulation of Jasmine scent, single-sensory stimulation of RED color lighting, and multi-sensory stimulation of Jasmine scent and RED color lighting.

The result of this study, at multi-sensory stimulation of Jasmine scent and RED color lighting, relative S_{α} wave, $SEF50$, SMR/θ and SDNN were revitalized, and both sides a wave asymmetry index, stress index, fatigue degree, and HRT were decreased. Also, Viba image of tension/anxiety and stress were declined. Therefore multi-sensory stimulation of Jasmine scent and RED color lighting effects to increase the Neuro-energy like amenity, productivity of work efficiency, and concentration.

Key Words : EEG, HRV, Neuro-energy, Multi-sensory Stimulation, Viba image

1. 서론

에너지는 태양열, 태양광, 바이오매스, 풍력, 수력, 지열 및 폐열 등과 같은 신재생에너지와 석유, 석탄 및 가스 등과 같은 화석연료에너지, 그리고 근육을 이용한 물리적에너지와 인지-감각을 이용한 심리적에너지를 나타

내는 뉴로에너지(Neuro-energy)가 있다[1]. 현재 우리나라는 공공기관의 에너지이용합리화법 시행규칙 제14조(적정실내온도 준수)에 의하여 냉방 시에 평균 28[°C] 이상, 난방 시에 평균 18[°C] 이하로 규정하고 있다. 그러나 실제로 공공기관 건물의 법정 설정온도제한 규제에 대한 합리성에 관한 연구결과 재실자의 온열감 및 쾌적

본 연구는 산업통상자원부 산업융합원천기술개발사업으로 지원된 연구결과임. (10044828, 서비스 효과 증강을 위한 다감각 서비스 공통기술개발)

*Corresponding Author : Myung-Ho Kim(Gachon Univ.)

Tel: +82-31-750-5882 email: ibs@gachon.ac.kr

Received February 5, 2015

Revised (1st March 31, 2015, 2nd May 4, 2015, 3rd May 6, 2015)

Accepted May 7, 2015

Published May 31, 2015

감의 저하로 작업능률이 저하되는 것으로 나타났고, 개인 전열기기의 사용량이 늘어나 결과적으로 냉난방비용이 상승하는 것을 알 수 있었으며, 이에 따라서 재실자의 쾌적감을 고려하지 않은 온열환경기준 적용은 에너지절감에 대한 실질적인 효율성을 저하시키는 것을 알 수 있었다[2]. 또한, 미국 환경 보호국(EPA)은 실내 환경에 의해 거주자의 쾌적감, 생산성 및 작업수행능력이 변화된다고 발표하였고, 실내 환경인자들은 감성, 신체 및 지성의 생체리듬 시스템(Circadian system)을 변화시키기 때문에 재실자의 쾌적성, 생산성 및 작업능률 등의 뉴로에너지에 지대한 영향을 미친다[3].

따라서 본 논문에서는 미국 공기조화냉동공학회(ASHRAE)의 쾌적 범위를 만족하는 온도 25[°C], 상대습도 50[RH%], 조도 1,000[lux] 및 기류 속도 0.02[m/sec]의 동일한 조건의 향온·향습실에서 감각자극에 노출되전, RED 조명 및 차스민 향기의 단일감각자극, RED 조명과 차스민 향기를 동시에 노출시킨 다감각자극으로 변화를 주어 단일감각자극과 다감각자극이 재실자의 뉴로에너지 향상에 미치는 영향에 대한 연구를 진행하였다.

2. 실험방법

2.1 측정실의 조건

본 논문에서 사용한 측정실인 향온·향습실의 구조는 Fig. 1의 (a)와 같이 4×5×3[m]이고, 내부 모습은 Fig. 1의 (b)와 같으며, 향온·향습실의 제원은 Table 1과 같다.

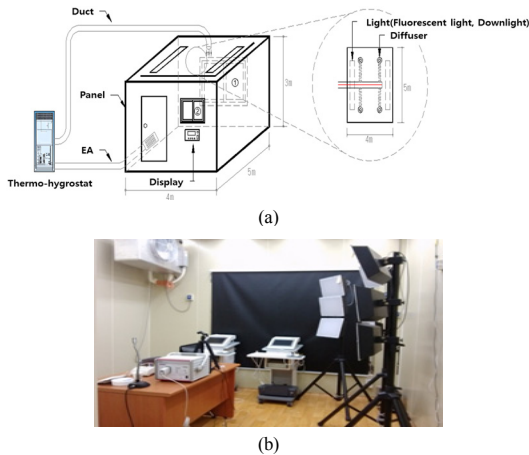


Fig. 1. Structure of Environmental Test Room
(a)schematic diagram (b)Interior Photograph

Table 1. Specification of Environmental Test Room

Measuring Condition	Range of Adjustment and Error
Temperature	-10~40[°C] ± 0.5[°C]
Humidity	20~90[RH%] ± 3[RH%]
Illuminance	0~2000[lux] ± 3[lux]

2.2 피험자 조건

본 실험의 피험자는 Table 2와 같은 신체조건을 갖는 20대 대학생 8명(남성 4명, 여성 4명)으로 선정하였고, 피험자는 Table 3과 같이 평균학점 4.0 이상으로 상대 α 파(8~13[Hz])의 활성도가 후두엽에서 높은 유형으로 선정하였다[4]. 피험자의 활동량은 쾌적한 열적 상태에서 의자에 착석해 안정을 취하고 있을 때의 활동량으로써 1met (metabolic rate: 1met=58.2 W/m²)로 하였으며, 착의량 상태는 약 0.7clo(긴 양말 0.10, 팬티 0.05, 와이셔츠 0.25, 하절기용 긴 바지 0.28)로 통일하였다[5].

Table 2. Physique Condition of Subject

	Age	Height[cm]	Weight[kg]
Range	20~28	155~177	44~80
Average	23	165	62

Table 3. Classification Condition of Subject

Brain Mapping	Grade	
	More than average	4.0
	Average	4.23
	Standard Deviation	0.063
	Activation of relative α wave in the occipital lobe	

2.3 감각자극 선정조건

2.3.1 아로마에 따른 후각자극 선정조건

기억력 향상과 맑은 정신상태 유도에 효과적인 로즈마리 향기[6], 뇌의 β 파를 활성화시켜 맑은 정신상태 유도, 스트레스 및 우울증 완화에 효과적인 차스민 향기[7], 뇌의 혈류량을 활성화시켜 집중력, 심신안정 및 쾌적감 향상과 스트레스 및 긴장감 완화에 효과적인 헤이즐넛 향기를 선정하였다[8]. 정량적인 측정을 위하여 뜨거운 물에 에센셜 오일을 떨어뜨려 증기와 함께 흡입함으로써 호흡기와 순환기계를 촉진시켜주고 단시간에 강력하게 흡입되는 증기흡입법(Steam Inhalation)을 이용하여 실험을 진행하였다[9].

2.3.2 색온도에 따른 시각자극 선정조건

한국색채연구소가 약 1,500명의 국민을 대상으로 대 국민 색채 선호도 조사를 실시한 결과 BLUE 23%, GREEN 17% 및 RED 15%의 비율로 1~3위를 나타냈다. 따라서 본 연구에서는 색채선호도가 높은 색상 3가지를 선정하여 실험을 진행하였으며, 조명의 색온도 및 색도좌표 측정 장비인 CL-200A (KONICA MINOLTA Inc.)를 활용하여 색도좌표를 측정한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Chromaticity Diagram of RED Lighting

	x	y
RED	0.6975	0.3021
GREEN	0.1857	0.7143
BLUE	0.1412	0.0221

2.4 생체반응측정 및 분석

2.4.1 생체반응측정조건

본 연구는 미국 공기조화냉동공학회의 쾌적 범위[10]를 만족하는 온도 25[°C], 상대습도 50[RH%], 조도 1,000[lux] 및 기류속도 0.02[m/sec]의 동일한 조건의 향온·향습실에서 감각자극에 노출되기 전, RED(0.6975, 0.3021) 조명 및 자스민 향기의 단일감각자극, RED(0.6975, 0.3021) 조명과 자스민 향기를 동시에 노출시킨 다감각자극으로 변화를 주어 생체반응 실험을 총 7회 반복 실험하였다.

2.4.2 EEG측정

EEG측정은 전문 생체신호계측장비인 PolyG-I (Laxtha Inc.)를 활용하였고, 정량적 EEG분석을 위하여 분석단위 기반 1회당 5분간 측정하였으며, 국제전극배치법인 International 10-20 System(Fig. 2)에 의해 오른쪽 귓볼과 뒷목(목덜미)의 기준 전극을 제외하고, 두뇌의 총 8부위(전전두엽, 전두엽, 측두엽, 후두엽)에 전극을 부착하여 8채널의 EEG를 비교·분석하였다[11]. 금박막 원반형 전극을 사용하였으며, 알코올로 두피를 닦아 낸 후 전극 젤과 거즈를 사용하여 전극을 두피에 고정시켰다[12].

EEG신호 획득은 아날로그필터(0.6~46[Hz])를 통과한 아날로그신호를 표본화주파수(샘플링주파수) 256[Hz], 분해능 16Bit로 디지털 변환(AD변환)하여 이루어졌다. 신호 획득과정에서의 장비의 제어와 획득후의 데이터 분석은 본 연구실에서 자체 기획하여 프로그래밍언어 C++로 개발한 소프트웨어 "Neurometric HMI"를 이용하여

수행하였으며, 객관적 검증을 위하여 두 개 이상 다수의 집단을 비교하고자 할 때 집단 내의 분산 또는 집단 간의 분산을 비교하여 가설검정을 하는 방법인 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA)방법을 이용하여 통계 검증을 하였다.

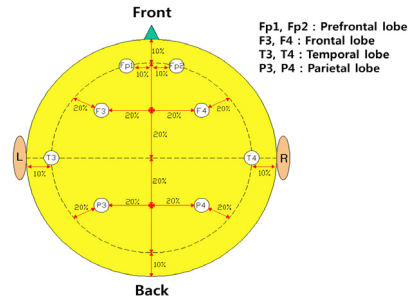


Fig. 2. International 10-20 System

2.4.3 스트레스 및 HRV 측정

스트레스 및 HRV는 전문 자율신경계 균형 검사기기인 SA-3000P(Medicore Co. Ltd., Korea)을 활용하여 측정하였고, EEG측정과 동시에 진행하였으며, 좌측과 우측의 손목 및 좌측 발목에 전극을 착용한 상태에서 5분간 측정하였다.

2.4.4 진동이미지 측정

자율신경계, 호흡 및 심혈관계 등의 조절에 영향을 미치는 전정계의 전정기관은 감정반사(Vestibular Emotional Reflex)의 미세한 진동을 표현하는데, 진동이미지(Vibra image)는 초당 12~15프레임의 입력 주파수를 가진 카메라로 Fig. 3과 같이 전정기관의 미세한 진동으로부터 비롯되는 사람의 머리와 목의 미세 움직임을 측정하여 주파수와 진폭의 주기적인 진동움직임에 따라 스트레스(Stress), 긴장·불안(Tension/Anxiety) 외 8가지 파라미터를 Vibra image7 S/W로 분석하는 프로그램을 사용하여 측정 및 분석하였다[13,14].

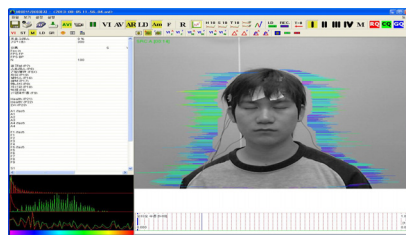


Fig. 3. Vibra image measurement monitor

3. 실험결과

3.1 아로마와 색온도 자극종류에 따른 EEG의 쾌적성 및 집중력 변화

아로마와 색온도 자극종류가 변화함에 따라 상대 S_{α} 파(8~10[Hz])와 $SEF50$ (4~50[Hz])을 측정 한 결과는 Fig. 4, 5와 같다. 상대 S_{α} 파는 깊은 명상 및 안정된 상태에서 활성화되며[15], $SEF50$ 은 인지능력 및 주의집중력을 측정하는 지표로서 수치가 높을수록 인지능력이 높아진다[16].

Fig. 4와 같이 아로마 자극에 노출되기 전에 비하여 차스민 향기에서 상대 S_{α} 파는 2.0314[%], $SEF50$ 는 82.4170[%]로 가장 활성화되며, 상대 S_{α} 파와 $SEF50$ 의 ANOVA 통계검증 결과는 Table 5와 같이 유의확률(P) 값이 0.0545*와 0.0095**로써 통계적으로 유의미함을 알 수 있다.

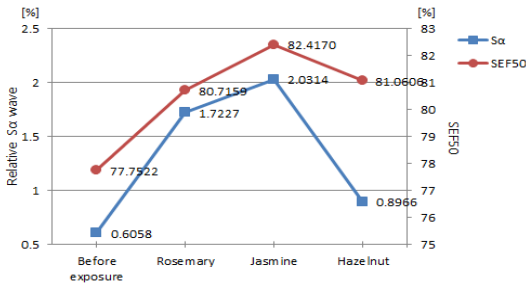


Fig. 4. Variation of Relative S_{α} wave and $SEF50$ due to Aroma Stimulation

Table 5. Statistical Analysis of Relative S_{α} wave and $SEF50$

	Relative S_{α} wave	$SEF50$
Sum of Suares	1.09	66.4975
DF	31	31
Mean Suare	0.1105	6.0675
F Value	5.163	5.5795
Pr > F	0.0545*	0.0095**

* $P < 0.1$, ** $P < 0.05$

Fig. 5과 같이 색온도 자극에 노출되기 전에 비하여 RED 조명에서 상대 S_{α} 파는 0.6463[%], $SEF50$ 는 104.6780[%]로 가장 활성화되며, 상대 S_{α} 파와 $SEF50$ 의 ANOVA 통계검증 결과는 Table 6과 같이 유의확률(P) 값이 0.063*과 0.066*으로 통계적으로 유의미함을 알 수 있다.

이와 같은 실험결과를 바탕으로 본 연구에서는 차스민 향기와 RED 조명을 사용하여 아로마 및 색온도의 다감각자극 조건을 선정하였다.

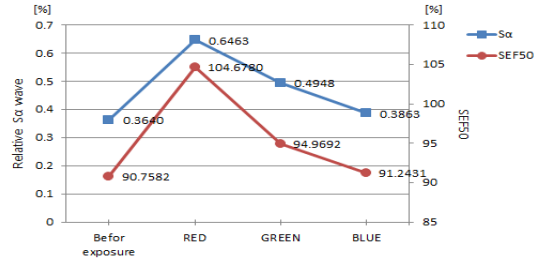


Fig. 5. Variation of Relative S_{α} wave and $SEF50$ due to Color Temperature Stimulation

Table 6. Statistical Analysis of Relative S_{α} wave and $SEF50$

	Relative S_{α} wave	$SEF50$
Sum of Suares	0.101	912.406
DF	31	31
Mean Suare	0.005	86.844
F Value	2.877	6.493
Pr > F	0.063*	0.066*

* $P < 0.1$

3.2 아로마와 색온도의 다감각자극에 따른 EEG의 쾌적성 변화

차스민 향기와 RED 조명 자극을 동시에 노출시켰을 경우의 다감각자극과 감각자극에 노출되기 전과 차스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극에 노출되었을 경우에 따른 비대칭지수 A_2 와 상대 S_{α} 파를 측정 한 결과는 Fig. 6과 같다. 비대칭지수 A_2 는 좌우뇌의 상대 α 파 활성화 차이를 나타낸 것으로써 부정과 긍정의 감성이 균형을 감성적으로 안정되어 비대칭지수 A_2 가 “0”에 가까워진다[17,18].

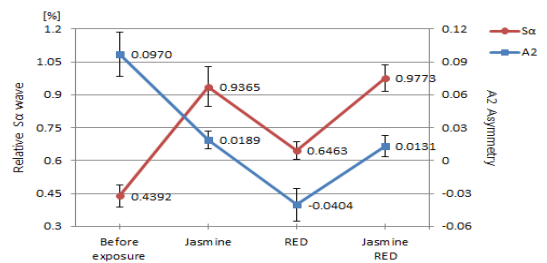


Fig. 6. Variation of A_2 Asymmetry and Relative S_{α} wave due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

Fig. 6과 같이 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 비대칭지수 A_2 가 0.0131로 “0”에 가장 근접하며, 상대 $S\alpha$ 파는 0.9773[%]로 가장 활성화되며, 상대 $S\alpha$ 파의 ANOVA 통계검증 결과는 Table 7과 같이 유의확률(P) 값이 0.015**로써 통계적으로 유의미함을 알 수 있다. 따라서 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 심신과 감정 안정에 가장 효과적이라 판단된다.

Table 7. Statistical Analysis of Relative $S\alpha$ wave

	Relative $S\alpha$ wave
Sum of Suares	0.293
DF	31
Mean Suare	0.024
F Value	5.316
Pr > F	0.015**

** $P < 0.05$

3.3 아로마와 색온도의 다감각자극에 따른 EEG의 집중력 변화

차스민 향기와 RED 조명 자극을 동시에 노출시켰을 경우의 다감각자극과 감각자극에 노출되기 전과 차스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극에 노출되었을 경우에 따른 $SEF50$ 과 SMR/θ 를 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. SMR/θ (12 ~ 15/4 ~ 8[Hz])은 주의지수 및 집중력을 측정하는 지표로써 수치가 높을수록 주의력이 높아진다 [19].

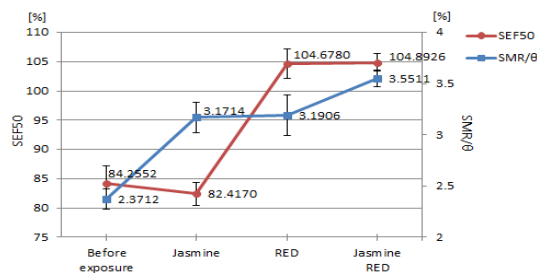


Fig. 7. Variation of $SEF50$ and SMR/θ due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

Fig. 7과 같이 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 $SEF50$ 이 104.8926[%]로 가장 활성화되고, SMR/θ 은 3.5511[%]로 가장 활성화되며, $SEF50$ 과 SMR/θ 의 ANOVA 통계검증 결과는 Table 8과 같이 유의확률(P) 값이 각각 0.018**, 0.011**으로 통계적으로 유의미함을 알 수 있다. 또한, Fig. 8과 같이 집중력 패턴을 분석한 결과 (a)Before exposure에서 평균 35.8[%], (b)Jasmine에서 평균 40.2[%], (c)RED에서 평균 46.4[%]의 집중력 패턴을 유지하는 반면 (d)Jasmine, RED의 다감각자극에서 평균 59.6[%]의 높은 집중력 패턴을 유지하는 것을 알 수 있다. 따라서 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 인지능력과 주의력 향상에 가장 효과적이라 판단된다.

턴을 분석한 결과 (a)Before exposure에서 평균 35.8[%], (b)Jasmine에서 평균 40.2[%], (c)RED에서 평균 46.4[%]의 집중력 패턴을 유지하는 반면 (d)Jasmine, RED의 다감각자극에서 평균 59.6[%]의 높은 집중력 패턴을 유지하는 것을 알 수 있다. 따라서 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 인지능력과 주의력 향상에 가장 효과적이라 판단된다.

Table 8. Statistical Analysis of $SEF50$ and SMR/θ

	$SEF50$	SMR/θ
Sum of Suares	2443.736	3.059
DF	31	31
Mean Suare	230.698	0.446
F Value	5.730	12.948
Pr > F	0.018**	0.011**

** $P < 0.05$

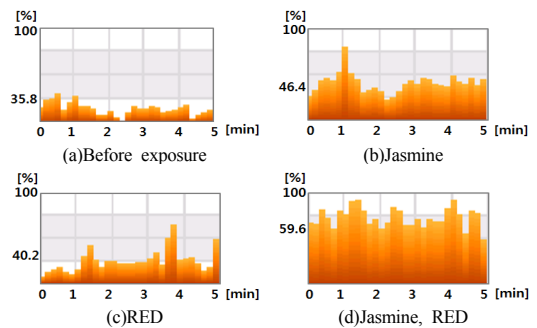


Fig. 8. Variation of Concentration pattern due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

3.4 아로마와 색온도의 다감각자극에 따른 신체적 안정변화

차스민 향기와 RED 조명 자극을 동시에 노출시켰을 경우의 다감각자극과 감각자극에 노출되기 전과 차스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극에 노출되었을 경우에 따른 피로도와 스트레스를 측정된 결과는 Fig. 9와 같다. 피로도는 과도한 스트레스를 받을수록 그 수치가 높아지며, 스트레스 지수는 육체적 또는 정신적인 긴장, 불안 및 흥분상태를 완화시킬 수 있는 저항지수으로써 수치가 높을수록 피로도 또한 증가한다[20,21].

Fig. 9와 같이 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 피로도가 90.3으로 가장 감소하며, 스트레스지수는 90.4로 가장 감소되므로 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 스트레스와 피로도 저감에 가장 효과적이라 판단된다.

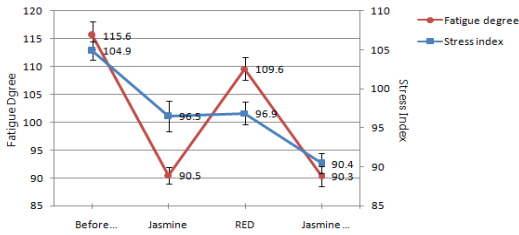


Fig. 9. Variation of Stress Index and Fatigue Degree due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

3.5 아로마와 색온도의 다감각자극에 따른 심리적 안정변화

차스민 향기와 RED 조명 자극을 동시에 노출시켰을 경우의 다감각자극과 감각자극에 노출되기 전과 차스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극에 노출되었을 경우에 따른 심박변이도 표준편차(standard deviation of all the normal RR intervals, 이하 SDNN)와 심장의 평균심장박동수(Mean Heart rate, 이하 HRT)를 측정할 결과는 Fig. 10과 같다. SDNN은 심장 1회 박동의 R-R 간격을 시간의 범위로 표준편차를 구하는 심박변이도 표준편차로써 그 수치가 클수록 건강하고 안정된 상태이며, HRT는 분당 평균 심장박동수로써 그 수치가 낮으수록 심장이 안정적이다[22].

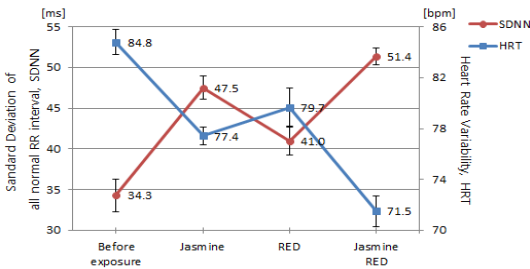


Fig. 10. Variation of SDNN and HRT due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

Fig. 10과 같이 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 SDNN이 51.4[ms]로 가장 높아지며, HRT는 71.5[bpm]으로 가장 낮아지게 되므로 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 건강한 상태 유지와 심장안정에 가장 효과적이라 판단된다.

3.6 아로마와 색온도의 다감각자극에 따른 진동이미지 변화

차스민 향기와 RED 조명 자극을 동시에 노출시켰을 경우의 다감각자극과 감각자극에 노출되기 전과 차스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극에 노출되었을 경우에 따른 긴장·불안과 스트레스의 진동이미지를 측정할 결과는 Fig. 11과 같이 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 긴장·불안과 스트레스가 각각 32.0과 31.1로 가장 감소되므로 차스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 긴장·불안 및 스트레스 저감에 가장 효과적이라고 판단된다.

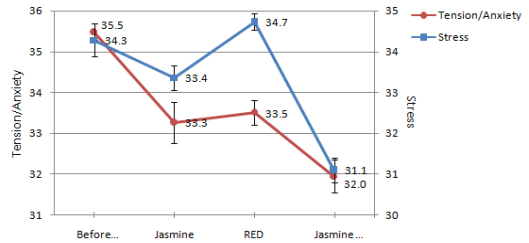


Fig. 11. Variation of Tension/Anxiety, Stress, and Balance due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

3.6 아로마와 색온도의 다감각자극에 따른 뉴로에너지 분석

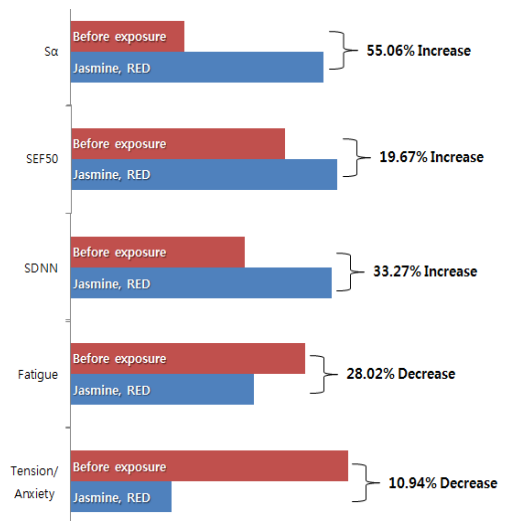


Fig. 12. Variation of Neuro-energy due to Stimulation of Aroma and Color Temperature

쾌적성, 집중력, 신체적 및 심리적 안정, 긴장·불안, 스트레스에 가장 효과적인 RED 조명과 자스민 향기의 다감각자극과 감각자극에 노출되기 전의 뉴로에너지를 비교한 결과는 Fig. 12와 같이 자스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 상대 S_{α} 파와 SEF_{50} 이 각각 55[%], 20[%] 증가하였고, SDNN은 33[%] 증가하였으며, 피로도와 긴장·불안은 각각 28[%], 11[%] 감소한 것을 알 수 있다. 따라서 자스민 향기와 RED 조명의 다감각자극이 뉴로에너지 향상에 효과적이라고 판단된다.

4. 결론

온도 25[°C], 상대습도 50[RH%], 조도 1,000[lux] 및 기류 속도 0.02[m/sec]의 동일한 조건의 향온·향습실에서 EEG, 학습능력, HRV 및 진동이미지를 측정하여 쾌적성, 집중력, 신체적 및 심리적 안정의 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

(1)아로마 자극종류 3가지(로즈마리, 자스민 및 헤이즐넛)와 색온도 자극종류 3가지(RED, GREEN 및 BLUE) 변화에 따른 쾌적성 및 집중력 변화를 분석한 결과 자스민 향기와 RED 조명에서 쾌적성 및 집중력 향상에 효과적인 것을 알 수 있었다.

(2)감각자극에 노출되기 전, 자스민 향기 및 RED 조명의 단일감각자극, 자스민 향기와 RED 조명을 동시에 노출시킨 다감각자극 변화에 따른 쾌적성, 집중력, 신체적 및 심리적 안정의 변화를 분석한 결과 자스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 감성 및 심신안정과 집중력이 향상되고, 스트레스지수와 피로도가 저감하였으며, 심장안정과 건강한 상태를 나타내었다.

(3)자스민 향기와 RED 조명의 다감각자극에서 감각자극에 노출되기 전에 비하여 평균 약 30[%]의 뉴로에너지가 향상된 본 연구 결과를 미루어 다감각자극이 감각자극에 노출되기 전과 단일감각자극에 비하여 뉴로에너지 향상에 효과적인 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 아로마 및 색온도 자극종류를 3가지로 국한 시킨 점과 피험자를 20대 대학생으로 선정할 점을 미루어 향후에 다양한 다감각자극조건과 피험자를 선정하여 준다면 뉴로에너지 향상에 더욱 효과적인 다감각자극 조건을 정립할 수 있을 것이라 예상된다. 또한, 후각 및 시각자극 이외의 촉각 및 청각자극 조건을 선정하여

연구 및 고찰이 이루어진다면 현재 재실자의 쾌적성을 온열감으로 판단하여 건물 온도제어가 이루어지고 있으나, 향후 인체의 오감각자극을 통하여 실내 쾌적성, 생산성 및 작업능률 등의 뉴로에너지를 향상시킬 수 있는 다감각 제어를 도입하여 서비스 공간의 목적과 재실자의 심리상태를 고려하는 스마트빌딩제어시스템을 구축할 수 있으리라 기대한다.

Reference

- [1] J.M.Kim, "Design of the Multi-sensory Compensation Service Space to improve the Neuro-energy", Gachon University, pp.1, 2014.
- [2] H.M.Jang, "The Need of Adopting Thermal Environment Code Meeting Comfort Zone in Public Building", The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, pp.529-535, 2012.
- [3] A.S.Choi, J.E.Lee, B.C.Park, "Development and Application of Health Lighting Plan in Residential Areas", Architectural Institute of Korea, Vol.20, No.10, pp.287-294, 2004.
- [4] Y.J.Ahn, J.H.Yoen, K.S.Yoo, W.H.Lee, "Spontaneous Potential analysis of the Psychophysiology effects of Color", Korea Society for Internet Information, Vo.7, No.2, pp.565-569, 2006.
- [5] J.H.Choi, H.H.Lee, "The Relationship between Weight of Single Garments and Thermal Insulation with a Thermal Manikin", The Korea Society of Clothing and Textiles, Vol.33, No.2, pp.173-186, 2009.
- [6] Y.N.Kim, "The study on effect of anti-stress managed by aroma essence oil therapy through oldfactory", Kyung-Gi University. pp.19, 32, 2011.
- [7] A.R.Ha, "Effects of Aromatherapy on Health Promotion by Using Electroencephalogram Spectra and the User's Behavior", Kosin University, pp.9, 2006.
- [8] M.S.Lee, "A Study on Effects of Aroma Inhalation Method Including Warming Intervention on Physiological · Psychological Factors : Focusing on Spinal Anesthesia Surgical Patients", Kyung-Hee University, pp.13, 2011.
- [9] S.W.Choi, H.K.Hong, "Essential Aromatherapy", Cheong Moon Gak, pp.57-63, 2009.
- [10] ASHRAE Handbook Fundamentals, pp.8,12-8,20, 2001 SI Edition.
- [11] M.H.Kim, "The Study about Variation of Physiology

Signal based on EEG due to Variation of Illumination”, The Korean Institute of Electrical Engineering, Vol.61P, No.1, pp.55-58, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5370/KIEEP.2012.61.1.055>

- [12] S.K.Park, G.S.Jang, K.Chan, et al., “The Auditory and Visual Information Impacts on the Traffic Noise Perception by the using Electroencephalogram”, The Korea Society for Noise and Vibration Engineering, No.2, pp.41-47, 2006.
- [13] V.A.Minkin, N. N. Nikolaenko, “Application of Vibramage Technology and System for Analysis of Motor Activity and Study of Functional State of the Human Body”, Vol. 42, No.4, Biomedical Engineering, pp.196-200, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10527-008-9045-9>
- [14] V.A.Minkin “psycho-physiological state detection and non-contact long distance scanning system build“, Elsys research report, pp.14-20, 2006.
- [15] S.J.Yu, “The Effect of A Sensory Motor Program on the Duration of Stereotype Behavior and Electroencephalogram in Children with Autism”, Korea Society of Adapted Physical Activity and Exercise, Vol.16, No.1, pp.151-173, 2008.
- [16] J.S.Tak, “EEG Differences between Gifted Students and Average Ones in Information Science”, Korea National University of Education, pp.19, 2010.
- [17] I.S.Seo, “A Study of Stability Evaluation Method Using EEG”, Journal of Digital Contents Society, Vol.1, No.1, pp.47-48, 2006
- [18] R.J.Davidson, "Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion", Brain and Cognition, Vol.20, pp.125-151, 1992.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0278-2626\(92\)90065-T](http://dx.doi.org/10.1016/0278-2626(92)90065-T)
- [19] K.J.Baek, C.S.Ryu, B.W.Park, “Analysis of the EEG differences between normal person group and obesity person group and the EEG differences of specific-group”, The Korean Society of Jungshin Science, Vol.25, pp.233-246, 2006.
- [20] C.H.Chung, “Relationships between Stress and Fatigue of the Nurses in the Operating Room”, Chon-nam National University, pp.18, 2009.
- [21] S.K.Ahn, K.J.Bak, “The Effect of Brainwave Traing on Students' Academic Achievement and Ability of Resisting Stress - for the Primary Student”, The Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.10, No.10, pp.2953, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2009.10.10.2952>
- [22] J.S.Park, “Study on the Effect of Acupuncture at

Jeonjung(CV17) on the Heart Rate Variability in Healthy Adults”, Wonkwang University, pp.22-23, 2010.

김 정 민(Jung-Min Kim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 가천대학교 대학원 건축설비공학과 (공학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 대학원 건축설비공학과 (박사과정)

<관심분야>

건축설비, 뇌파 기반 생체신호

서 광 수(Kwang-Soo Suh)

[정회원]



- 1984년 2월 : 고려대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2007년 2월 : 서울시립대학교 대학원 기계정보공학과 (박사수료)
- 1984년 ~ 현재 : 가천대학교 건축설비공학과 정교수

<관심분야>

열에너지이용설비, 에너지사용계획

김 명 호(Myung-Ho Kim)

[정회원]



- 1995년 2월 : 광운대 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1996년 2월 : 동경공업대학 전자물리학과 Post Doctor
- 2008년 : CarnegieMellon 대학 건축과 Visiting Scholar
- 2009년 ~ 현재 : 가천대학교 건축설비공학과 정교수

<관심분야>

뇌파 기반 생체신호