

뇌파유형별 향기에 따른 인체의 심리적 및 생리적 차이 비교

김명호^{1*}

¹가천대학교 건축설비공학과

Comparison of Psychological and Physiological Differences of Human due to the EEG Type Scent

Myung Ho Kim^{1*}

¹Department of Building Equipment & System Engineering, Gachon University

요약 본 논문에서는 3가지 향기가 뇌파유형에 따른 피험자에게 미치는 영향과 피험자의 쾌적성 및 생산성을 향상시킬 수 있는 최적의 향기를 찾기 위한 연구를 하였다.

피험자들을 A타입과 B타입으로 분류하여 뇌파(EEG), 학습능력 및 심박동변이(HRV)를 측정하여 쾌적성, 집중력, 스트레스 및 심장박동의 변화를 분석하였다. 향온·향습실은 온도 31[°C], 상대습도 80[RH%], 조도 1,000[lux] 및 기류 속도 0.02[m/sec]의 상대적으로 불쾌적인 조건에서 로즈마리, 자스민 및 헤이즐넛 향기를 이용하여 실내 환경을 변화시켜 주었다.

연구결과 자스민 향기가 A타입과 B타입의 상대 α 파, $SEF50$, $\frac{SMR}{\theta}$ 및 SDNN이 활성화 되었으며, 비대칭지수, 스트레스지수 및 피로도는 감소하였다. A타입과 B타입 모두 자스민 향기를 선호하는 것을 알 수 있었으나, A타입이 B타입 보다 향기에 더욱 민감하게 반응하였다. 따라서 자스민 향기가 쾌적성, 생산성 및 집중력 향상과 스트레스 및 피로도 감소에 효과적이다.

Abstract In this study, the three scents effects on subjects due to EEG type, and it researched to find optimal scent to increase their amenity and productivity.

EEG and HRV were compared and analyzed in the environmental test room by classifying subjects into two type: A and B. The condition of the environmental test room was in temperature 31[°C], relative humidity 50[RH%], air current speed 0.02[m/s] and illuminance 1000[lux] with setting up three different scents which are Rosemary, Jasmine and Hazelnut.

The result of this study, at Jasmine scent for A and B type, relative α wave, $SEF50$, $\frac{SMR}{\theta}$ and SDNN were revitalized, and α wave asymmetry index, HRT, stress index and fatigue degree were decreased. It was found that favorite scent of A and B type is same as Jasmine scent, but A type was more sensitive than B type about scent. Therefore Jasmine scent is very effective to increase amenity, productivity and concentration, and to decrease stress and fatigue degree.

Key Words : α wave, EEG, HRV, $SEF50$, $\frac{SMR}{\theta}$

1. 서론

우리나라는 최근 10년 동안 연평균 9.6회의 폭염주의

보가 발생하였고 지속되는 폭염현상에 따라 전력 수요가 급증하여 예비 전력이 376kW까지 하락해 전력수급이 ‘관심’단계까지 내려가는 위기에 직면하였으며 이러한

본 논문은 2012년도 가천대학교 교내 연구비에 의한 결과임(GCU-2012-R280)

*Corresponding Author : Myung-Ho Kim (Gachon University)

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

Received November 21, 2012 Revised (1st December 7, 2012, 2nd December 20, 2012) Accepted January 10, 2013

폭염에 따른 구조체의 복사열로 인하여 건축물의 실내온도는 지속적으로 높아지고 있으나, 우리나라는 에너지이용합리화법에 의해 냉방 시에 평균 28[°C]이상(오차범위 ±0.5[°C])으로 실내 온도가 규정되어있기 때문에 재실자가 많을 경우에는 공기조화가 행해짐에도 불구하고 실내 환경이 열악하여 생산성 및 업무효율이 매우 떨어진다. 이처럼 실내 환경 인자가 생산성에 미치는 영향을 파악하는 것은 생산성 향상에 중요한 의미를 갖는다.[1] 온도 및 습도를 규제하고 나날이 전력요금에 상향되고 있는 현 시점에서 쾌적하고 안락한 생활공간, 효율적인 작업환경 및 인간의 쾌적한 감성을 유발시키기 위해 이루어지는 다양한 연구 중에서 향기가 인체에 미치는 심리·생리적 효과에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.[2] Torri S.의 5인의 선행 연구에 의하면 노송나무의 향을 이용하여 뇌파의 α파 성분을 관찰하여 향이 대뇌에 미치는 영향을 평가하였고[3], 민병찬은 뇌파를 측정하여 자스민과 라벤더 향기의 각성효과와 진정효과에 대한 평가를 하였다.[4]

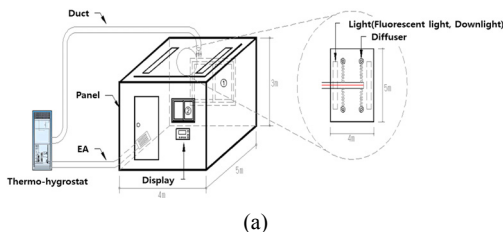
후각은 인간의 오감 중 가장 강한 자극력을 가지고 있으며, 이러한 후각을 자극할 수 있는 향기를 이용하여 실내 환경을 변화시켜준다면 쾌적성, 생산성 및 업무효율이 향상되고 스트레스 및 피로도가 저감될 것이라고 생각한다.[5]

따라서 본 논문에서는 학습능력(Learning Ability)측정에 의한 집중도 패턴을 관찰하고 뇌파측정(EEG: Electroencephalography)과 심박동 변이도 검사(HRV: Heart Rate Variability)를 활용하여 매우 열악한 실내 환경에서 향기변화에 따른 인체의 심리적 및 생리적인 차이를 비교·분석함으로써 재실자의 쾌적성과 생산성을 향상시킬 수 있는 최적의 향기를 찾고자 한다.

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.



(b)

[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 건강 상태를 점검하여 신체적으로 활동하는데 지장이 없는 남자 대학생 10명으로 선정하였으며, 피험자의 신체조건은 Table 2와 같다.

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.[6]

[Table 2] Physique Condition of Subject

	Age	Height[cm]	Weight[kg]
Range	25~28	175~185	65~80
Average	26.4	178.4	73
StandardDeviation	1.217	4.427	2.973

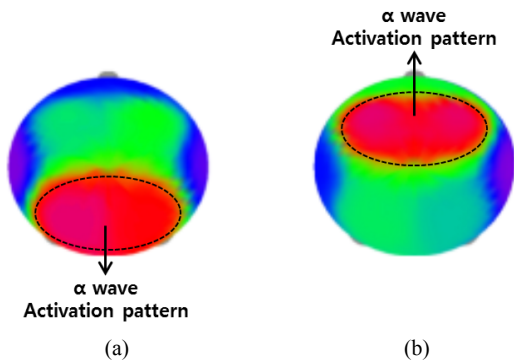
2.3 피험자 분류 조건

피험자는 Table 3과 같이 건강한 남자 10명을 대상으로 평균 학업 성적을 기준으로 A타입 5명과 B타입 5명으로 분류하였다.

뇌파측정장비를 이용해 두 피험자 집단의 Brain Mapping은 Fig. 2의 (a)와 같이 A타입은 평균학점 4.0점 이상으로 심신의 안정과 집중력의 최대 상태를 가져오는 상대α파의 활성도가 후두엽에서 높은 유형이며[7] B타입은 Fig. 2의 (b)와 같이 평균학점 2.5점 이하로 전두엽에서 상대α파 활성도가 높은 유형으로 구분하였다.

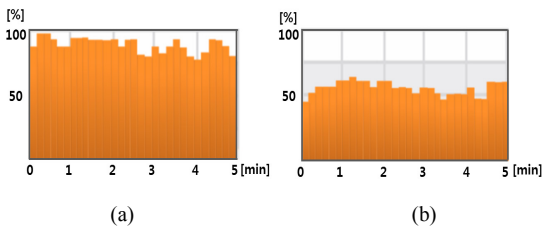
[Table 3] Classification Condition of Subject

Subject	Type of Subject	Grade	
Male 10 Persons	A Type 5 Persons	More than average 4.0	
		Average	4.23
		Standard Deviation	0.063
		Activation fo relative α wave in the occipital lobe	
	B Type 5 Persons	Less than average 2.5	
		Average	2.21
		Standard Deviation	0.186
Activation fo relative α wave in the frontal lobe			



[Fig. 2] Brain Mapping of A type and B type
(a)A type (b)B Type

집중도는 Fig. 3의 (a)와 같이 평균학점이 4.0점 이상인 A타입은 집중도가 90%이상을 유지하는 것을 볼 수 있으나 Fig. 3의 (b)와 같이 평균학점이 2.5점 이하인 B타입은 집중도가 50%를 상회하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 평균학점과 집중도가 높으며 후두엽에서 상대 α 파 활성도가 높은 유형을 A타입, 평균학점과 집중도가 낮으며 전두엽에서 상대 α 파 활성도가 높은 유형을 B타입으로 구분한다.



[Fig. 3] Concentration Pattern of A type and B type
(a)A type (b)B Type

2.4 향기선정조건

본 연구는 다음과 같이 인체에 긍정적인 효과가 있는 3가지의 향기를 선택하였다.

2.4.1 로즈마리

운동신경을 자극하여 기억력을 향상시켜주고 미량으로도 정신이 맑아지고 각성상태를 유도하여 우울증에 효과적이다.[8]

2.4.2 자스민

뇌의 베타파를 증가시켜 정신을 경쾌하고 기민한 상태로 유도함으로써 스트레스 및 우울증 완화에 효과적이다.[9]

2.4.3 헤이즐넛

뇌의 혈액량을 증가시켜 집중력 향상, 스트레스 감소, 심신안정, 긴장완화 및 쾌감을 조성하는데 효과적이다.[10]

2.5 생체반응측정조건 및 방법

2.5.1 생체반응측정조건

본 연구는 에너지융합리화법에 의하여 건축물의 실내온도가 지속적으로 높게 유지됨에 따라 실내 환경이 매우 열악하게 되어 재실자의 생산성 및 업무효율이 매우 떨어지기 때문에 측정실의 온도 및 상대습도를 실제 환경과 유사한 온도 31[°C], 상대습도 80[RH%]로 하였고, 조도 및 기류속도는 미국 공기조화냉동공회학회 쾌적범위[11]를 만족하는 조도 1,000[lux], 기류 속도 0.02[m/sec]의 동일한 조건에서 향기종류에 따른 인체의 뇌파변화를 통해 쾌적성 및 생산성을 향상 시킬 수 있는 최적의 향기를 찾기 위한 실험을 하였다.

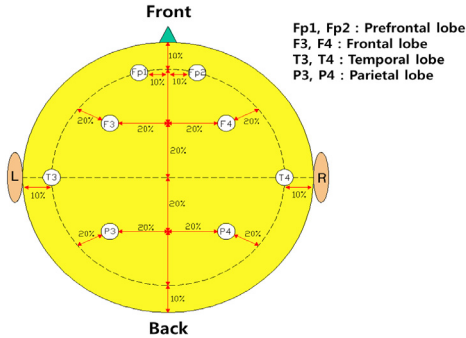
실험에서 로즈마리, 자스민 및 헤이즐넛 향기를 변화시켰으며, 향기 노출 후 향온·향습실에 남아있는 잔향이 피험자에게 영향을 미치지 않도록 하루에 피험자 한명씩, 격일로 측정하였다. 또한 생체반응측정은 피험자 1명당 눈을 감은 상태에서 기초울동의 EEG 및 HRV를 5분간 측정하였고, 눈을 뜬 상태에서 학습능력을 5분간 측정하였다.

2.5.2 뇌파측정

뇌파 측정은 전문 생체신호계측장비인 PolyG-I(Laxtha Inc.)를 활용하여 5분간 측정하였고, 국제전극배치법인 International 10-20 System(Fig. 4)에 의해 전전두엽(Fp1, Fp2), 전두엽(F3, F4), 측두엽(T3, T4), 후두엽(P3, P4)에

뇌파 측정 전극을 부착하였다. 오른쪽쪽볼과 뒷목(목덜미)의 기준 전극을 제외하고, 두뇌의 총 8 부위에 전극을 부착하여 8채널의 뇌파를 비교·분석하였다.[12]

사용된 전극은 금박막 원반형 전극이며, 전극과 두피의 접촉력을 높이기 위하여 알코올로 두피의 이물질을 닦아 낸 후 전극풀을 사용하여 두피에 고정하였으며, 실험 중에 전극젤이 굳지 않고 두피에 잘 붙어 있도록 거즈를 전극의 상부에 덮었다.[13]



[Fig. 4] International 10-20 System

2.5.3 학습능력측정

학습능력은 신경생리학적 학습능력 검사 및 뇌파-바이오피드백 훈련용 학습능력 소프트웨어인 LXSM3-1 (Laxtha Inc.)를 활용하여 뇌파측정과 동일한 조건에서 뇌파측정 직후에 5분간 집중도 패턴을 관찰하였다.

2.5.4 스트레스 및 HRV 측정

스트레스 및 HRV (Heart Rate Variability, 이하 HRV)는 전문 자율신경계 균형 검사기인 SA-6000(Medicore Co. Ltd., Korea)을 활용하여 측정하였고, 뇌파 측정과 동시에 진행하였으며, 좌측과 우측의 손목 및 좌측 발목에 전극을 착용한 상태에서 5분간 측정하였다.

2.5.5 통계

통계는 두 개 이상 다수의 집단을 비교하고자 할 때 집단 내의 분산 또는 집단 간의 분산을 비교하여 가설검정을 하는 방법인 분산분석(Analysis of Variance, 이하 ANOVA)방법을 이용하였다.

2.6 뇌파신호 분석

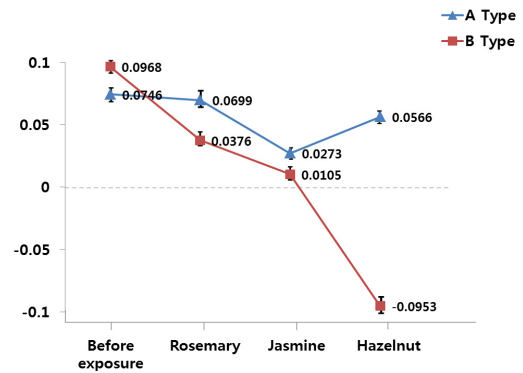
뇌파신호 획득은 아날로그필터(0.6~46[Hz])를 통과한 아날로그신호를 표본화주파수 256[Hz], 분해능 16Bit로 디지털 변환하여 이루어졌다. 신호 획득과정에서의 장비의 제어와 획득후의 데이터분석은 본 실험실에서 자체

기획하여 프로그래밍언어 C++로 개발한 소프트웨어 "Neurometric HMI" 를 이용하여 수행하였다. Neurometric HMI는 Windows OS, 펜티엄 이상 환경에서 구동되며, 시계열 생체신호를 자동으로 처리할 수 있도록 설계되었다. 사용자가 분석하길 원하는 데이터의 임의구간을 선택할 수 있고, 미리 정해진 각종 주파수범위에 대하여 고속 이산푸리에변환(FFT)을 수행하여 스펙트럼값을 추출하고 이를 다양한 표, 그래프 및 뇌전위지도로 표현한다.

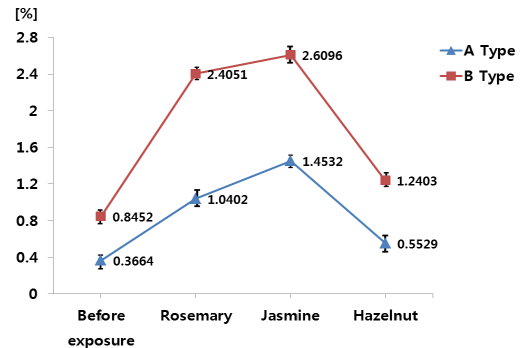
3. 실험결과

3.1 향기종류에 따른 쾌적성 변화

향기종류가 변화함에 따라 비대칭지수 A_2 와 상대 α 파(10~11.99[Hz])를 측정한 결과는 Fig. 5, 6과 같다.



[Fig. 5] Variance of A_2 Asymmetry due to Type of Scent



[Fig. 6] Activity Variance of Relative α wave due to Type of Scent

비대칭지수 A_2 는 좌·우뇌의 상대 α 파 활성도 차이를 이용하여 나타낸 것으로써 긍정의 감성에서는 좌뇌의 상

대 α 파가 활성화되고 부정의 감성에서는 우뇌의 상대 α 파가 활성화되는데[14], 긍정과 부정의 감성이 균형을 이루게 되면 그 비대칭지수 A_2 가 “0”에 가까워져서 감성적으로 안정되며[15], 상대 α 파(8~12.99[Hz])는 심신이 안정되고 편안한 상태에서 발생한다.[16] Fig. 5, 6과 같이 향기종류가 변화됨에 따라 A타입과 B타입 모두 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 비대칭 지수가 각각 0.0273, 0.0105 로 “0”에 가장 근접하며 상대 α 파 역시 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 A타입이 1.4532[%], B타입이 2.6096[%]으로 가장 활성화되므로 자스민 향기가 감성 및 심신안정에 가장 효과적인 향기라고 판단된다.

상대 α 파의 분산분석(Analysis of Variance, 이하 ANOVA) 통계검증 결과는 Table 4와 같이 A타입과 B타입의 유의확률(P) 값이 각각 0.013**, 0.096*로써 0.05와 0.1보다 작기 때문에 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

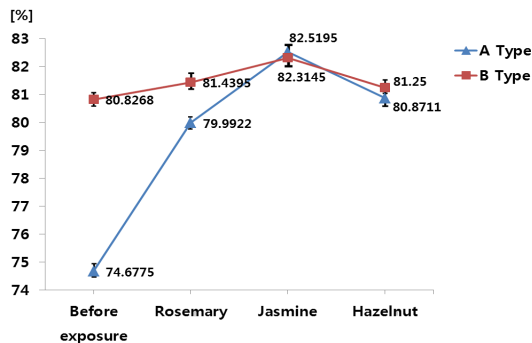
[Table 4] Statistical Analysis of Relative α wave

ANOVA of Relative α wave		
	A Type	B Type
Sum of Suares	1.178	1.002
DF	39	39
Mean Suare	0.132	0.089
F Value	6.108	4.218
Pr > F	0.013**	0.096*

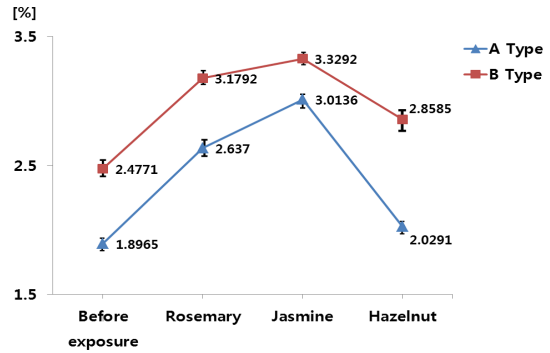
** $P < 0.05$, * $P < 0.1$

3.2 향기종류에 따른 집중력 변화

향기종류가 변화함에 따라 $SEF50$ (4~50[Hz])과 $\frac{SMR}{\theta}$ ($\frac{12 \sim 14.99}{4 \sim 7.99}$ [Hz])을 측정된 결과는 Fig. 7, 8과 같다.



[Fig. 7] Variance of $SEF50$ due to Type of Scent



[Fig. 8] Variance of $\frac{SMR}{\theta}$ due to Type of Scent

$SEF50$ 은 인지부하도를 측정하는 지표로서 수치가 높을수록 인지능력이 높아지며[17], $\frac{SMR}{\theta}$ 은 뇌의 감각 운동피질에서 관찰되는 SMR파(Sensory Motor Cortex Rhythm, 12~15[Hz])에 대한 θ 파의 비율을 통하여 주의 지수를 측정하는 지표로써 수치가 높을수록 주의력이 높아진다.[18] Fig. 7, 8과 같이 향기종류가 변화됨에 따라 A타입과 B타입 모두 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 $SEF50$ 이 각각 82.5195[%], 82.3145[%]로 가장 활성화되며 $\frac{SMR}{\theta}$ 역시 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 A타입이 3.0136[%], B타입이 3.3292[%]로 가장 높아지게 되므로 자스민 향기가 집중력과 주의력 향상에 가장 효과적인 향기라고 생각한다.

$SEF50$ 의 ANOVA 통계검증 결과는 Table 5와 같이 A타입과 B타입의 유의확률(P) 값이 각각 0.012**, 0.007**로써 0.05보다 작기 때문에 통계적으로 유의함을 알 수 있으며, $\frac{SMR}{\theta}$ 의 ANOVA 통계검증 결과는 Table 6과 같이 A타입과 B타입의 유의확률(P) 값이 각각 0.005**, 0.021**로써 0.05보다 작기 때문에 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

[Table 5] Statistical Analysis of Relative $SEF50$ wave

ANOVA of $SEF50$		
	A Type	B Type
Sum of Suares	88.247	44.748
DF	39	39
Mean Suare	7.414	4.721
F Value	4.877	6.282
Pr > F	0.012**	0.007**

** $P < 0.05$

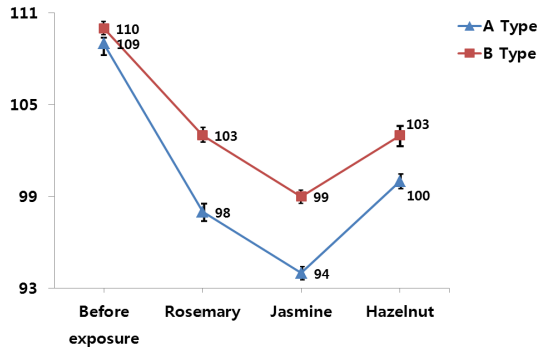
[Table 6] Statistical Analysis of $\frac{SMR}{\theta}$ wave

ANOVA of $\frac{SMR}{\theta}$		
	A Type	B Type
Sum of Suares	1.081	0.757
DF	39	39
Mean Suare	0.148	0.066
F Value	7.035	3.937
Pr > F	0.005**	0.021**

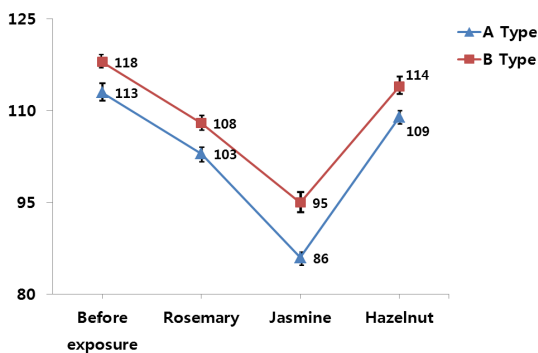
** $P < 0.05$

3.3 향기종류에 따른 스트레스 변화

향기종류가 변화함에 따라 스트레스 지수와 피로도를 측정한 결과는 Fig. 9, 10과 같다.



[Fig. 9] Variance of Stress Index due to Type of Scent



[Fig. 10] Variance of Fatigue Degree due to Type of Scent

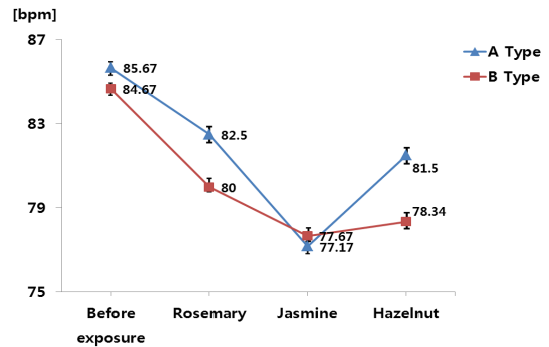
스트레스 지수는 긴장, 불안 및 흥분상태를 완화시킬 수 있는 저항지수로써[19] 인체가 피로할수록 스트레스 지수가 높아지고 과도한 스트레스로 인하여 피로도의 수치가 증가하기 때문에 스트레스 지수와 피로도는 서로

상관관계를 갖는다.[20]

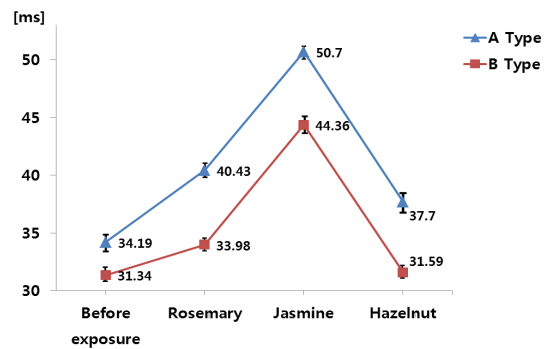
쾌적한 실내 온도가 재실자의 상태불안과 스트레스반응을 완화시키는데, Fig. 9, 10과 같이 향기종류에 따라 A타입과 B타입 모두 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 스트레스 지수가 각각 94와 99로 가장 감소하며 피로도 역시 향기에 노출되기 전에 비하여 A타입이 86[%], B타입이 95[%]로 가장 감소되므로 자스민 향기가 스트레스와 피로도 저감에 효과적인 향기라고 판단된다.[21]

3.4 향기종류에 따른 심장박동의 변화

향기종류가 변화함에 따라 심장의 평균심박동수(Mean Heart rate, 이하 HRT)와 심박변이도 표준편차(standard deviation of all the normal RR intervals, 이하 SDNN)를 측정한 결과는 Fig. 11, 12와 같다.



[Fig. 11] Variance of HRT due to Type of Scent



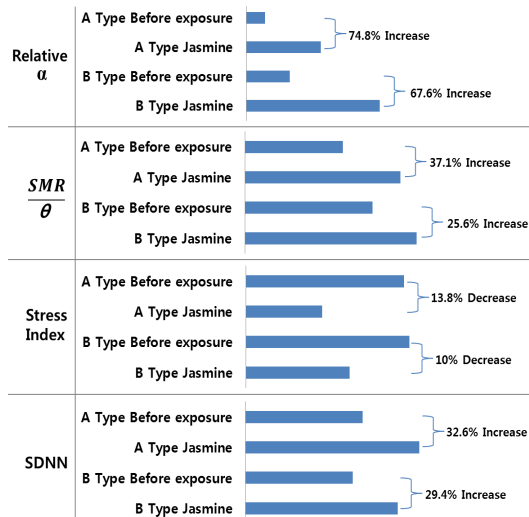
[Fig. 12] Variance of SDNN due to Type of Scent

HRT는 분당 평균심박동수로써 심장이 안정적일수록 그 수치가 낮으며 SDNN은 심장 1회 박동의 R-R 간격을 시간의 범위로 표준편차를 구하는 심박변이도 표준편차로써 그 수치가 클수록 건강하고 안정된 상태이다.[22]

Fig. 11, 12와 같이 향기종류에 따라 A타입과 B타입 모두 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 HRT가 각각 77.17[bpm], 77.67[bpm]로 가장 낮아지며 SDNN 역시 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에서 A타입이 50.7[ms], B타입이 44.36[ms]으로 가장 높아지게 되므로 자스민 향기가 심장이 안정적이고 건강한 상태를 유지하는데 가장 효과적인 향기라고 생각한다.

3.5 향기종류에 따른 생체지표 분석

A타입과 B타입이 향기에 노출되기 전과 로즈마리, 자스민 및 헤이즐넛 향기 중 가장 효과적인 향기인 자스민 향기에 노출되었을 경우를 비교한 결과는 Fig. 13과 같다.



[Fig. 13] Variance of Physical Index of A type and B type due to Type of Scent

A타입은 향기에 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에 노출되었을 때 상대 α 가 74.8% 증가, $\frac{SMR}{\theta}$ 37.1% 증가, 스트레스 지수 13.8% 감소 및 SDNN 32.6%가 증가하였고, B타입은 노출되기 전에 비하여 자스민 향기에 노출되었을 때 상대 α 가 67.6% 증가, $\frac{SMR}{\theta}$ 25.6% 증가, 스트레스 지수 10% 감소 및 SDNN 29.4%가 증가하였다. 따라서 향기에 노출되기 전보다 자스민 향기에 노출되었을 때가 심신이 안정되고 집중력이 향상되며 스트레스 저감 및 인체가 건강해지는 것을 알 수 있었다. 또한 A타입과 B타입의 증감률을 비교해 보면 A타입이 B타입에 비해 현저히 증감률이 높은 것으로 미루어 A타입이 B타입 보다 향기변화에 민감하게 반응한다고 사료된다.

4. 결론

온도 31[°C], 상대습도 80[RH%], 조도 1,000[lux] 및 기류 속도 0.02[m/sec]의 상대적으로 불쾌적인 조건의 향온-향습실에서 로즈마리, 자스민 및 헤이즐넛 향기를 이용하여 실내 환경이 변화되는 조건에서 피험자들을 A타입과 B타입으로 분류하여 뇌파(EEG), 학습능력 및 심박동변이(HRV)를 측정하여 쾌적성, 집중력, 스트레스 및 심장박동의 변화를 분석하였다.

연구결과 A타입과 B타입의 피험자들의 선호도는 자스민, 로즈마리, 헤이즐넛 순으로 나타났으며, 자스민 향기에 노출되었을 때 쾌적성과 집중력이 가장 높아지고 스트레스 및 피로도가 가장 많이 감소하며, 심장박동이 가장 안정적이고 건강한 상태를 나타내었다. 또한 뇌파의 유형에 관계없이 선호하는 최적의 향기는 동일했으나, 후두엽에서 상대 α 와 활성도가 발달된 유형이 전두엽에서 상대 α 와 활성도가 발달된 유형보다 향기에 민감하게 반응하는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 뇌파의 유형에 따라 향기에 반응하는 민감성이 다르다는 연구결과를 미루어 뇌파유형별 향기의 강도를 다르게 해주어야 한다고 생각하며, 피험자 분류 유형을 달리한다면 선호하는 향기 역시 달라질 것이라 예상된다.

본 실험은 상대적으로 불쾌적인 조건에서 피험자의 유형을 분류하여 3가지 향기에 노출시킨 결과 자스민 향기가 가장 효과적이었으나, 로즈마리, 자스민, 라벤더, 레몬 향기를 이용한 민병찬 외 10인의 연구결과에 의하면 레몬 향기가 가장 선호도가 높았고, 로즈마리 향기가 가장 불쾌했다고 하였다. 향후 더욱 다양한 향기를 이용하여 쾌적성 및 생산성을 향상시킬 수 있는 최적의 향기를 찾는 연구 및 고찰이 필요하다고 판단된다.

따라서 에너지절감을 위하여 불가피하게 실내 온도를 28[°C]로 유지해야만 할 경우에 재실자에게 자스민 향기를 노출시켜 준다면 불쾌적인 환경에서의 생산성 저하를 방지할 수 있으며, 나아가 향후에 다양한 뇌파 유형 및 향기종류로 분류하여 재실자의 쾌적성, 집중력 및 생산성을 향상시킬 수 있는 실내 환경 조건을 확립하여 맞춤형 설계 및 시공을 해야 한다고 사료된다.

References

- [1] S.T.Kim, Y.S.Kim, S.Y.Chin, "Relationship Between Construction Productivity and the Weather Elements in the Reinforced Concrete Structure for the High-rise Apartment Buildings", Korea Institute of Construction

- Engineering and Management, Vol.5, No.6, pp.80-90, 2004.
- [2] B.C.Min, S.C.Chung, S.G.Kim, et al., "The Assessment of Odors Using EEG and Autonomic Responses", Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility, Vol.2, No.2, pp.1-10, 1999.
- [3] Torii S, Fukuda H, Kanemoto R, et al., "Contigent Negative Variation(CNV) and Psychological Effect of Odour, PERFUMERY, S. Van Toller, G. H. Dodd eds, pp.107-120, 1988.
- [4] B.C.Min, "Psycho-Physiological Effect of Odors on Human Being", Korean Society for Precision Engineering, Vol.18, No.2, pp.52, 2001.
- [5] M.K.Ye, "The effects of essential aroma oils on brain activation: olfactory functional MRI and c-fos expression", Kyung-Pook National University, pp.2, 2002.
- [6] J.W.Choi, H.H.Lee, "The Relationship between Weight of Single Garments and Thermal Insulation with a Thermal Manikin", The Korean Society of Clothing and Textiles, Vol.33, No.2, pp.173-186, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5850/JKSCT.2009.33.2.173>
- [7] Y.J.Ahn, J.H.Yeon, K.S.Yoo, W.H.Lee, "Spontaneous Potential analysis of the Psychophysiology effects of Colo", Korean Society for Internet Information, Vol.7, No.1, pp.568, 2006.
- [8] 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.
- [9] A.R.Ha, "Effects of Aromatherapy on Health Promotion by Using Electroencephalogram Spectra and the User's Behavior", Ko-Sin University. pp.9, 2006.
- [10] 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.
- [11] ASHRAE Handbook Fundamentals, pp.8,12-8,20, 2001 SI Edition.
- [12] 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>
- [13] 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.
- [14] I.S.Seo, "A Study of Stability Evaluation Method Using EEG", Digital Contents Society, Vol.7, No.1, pp.47-48,52, 2006.
- [15] 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)
- [16] D.H.Moon, "The Effect on Human Body by the Stimuli of Musics and Acoustic Vibrations", The Korean Society for Power System Engineering, Vol.12, No.5, pp.59-64, 2008.
- [17] J.S.Tak, "EEG Differences between Gifted Students and Average Ones in Information Science", Korea National University of Education, pp.19, 2010.
- [18] K.J.Bak, C.S.Ryu, B.W.Park, "The Study about analysis of EEG difference between the normal group and obese group and each group", The Korean Society of Jungshin Science, No.25, pp.233-246, 2006.
- [19] S.K.Ahn, K.J.Bak, "The Effect of Brainwave Traing on Students' Acadamic Achievement and Ability of Resisting Stress -for the Primary Student-", The Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.10, No.10, pp.2953, 2009.
- [20] C.H.Chung, "Relationships between Stress and Fatigue of the Nurses in the Operating Room", Chon-Nam National University, pp.18, 2009.
- [21] Y.R.Choi, "The effect of indoor environment factors on occupants' stress and state anxiety in the combined environment", Yon-Sei University, pp.97, 2007.
- [22] J.S.Park, "Study on the Effect of Acupuncture at Jeonjung (CV17) on the Heart Rate Variability in Healthy Adults", Won-Kwang University, pp.22-23, 2010.

김 명 호(Myung Ho Kim)

[정회원]



- 1995년 2월 : 광운대 대학원 전기공학과 졸업 (공학박사)
- 1996년 2월 : 동경공업대학 전자물리학과 Post Doctor
- 2008년 2월 : CarnegieMellon대학 건축과 Visiting Scholar
- 2009년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 건축설비공학과 정교수

<관심분야>
뇌파 기반 생체신호