

주관적 향의 선호도와 뇌파 반응과의 상관관계

민병찬*, 정순철*, 한정수**, 변중남**, 김철중*, 김준수***

*한국표준과학연구원 인간공학연구실, **한국과학기술원 전자전산학과, *** (주)키맥스

Correlation Between Subjective Preference of Essential Oils and EEG Response

B.C. Min*, S.C. Chung*, *J.S. Han**, Z.N. Bien**, C.J. Kim*, J.S.Kim***

*Ergonomics Lab, KRISS, **Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, KAIST, ***KIMEX Co.,Ltd.

Abstract

In this present study, the correlation between subjective preference of essential odors and EEG response were investigated quantitatively. EEG signals were measured from 19 electrodes according to the International 10-20 system (Fp1, Fp2, F3/4, F7/8, Fz, C3/4, Cz, P3/4, Pz, T3/4, T5/6, O1/2) from 8 healthy males subjects in four odor conditions. Four odor conditions (Rose oil bulgarian, Lemon oil misitano, Jasmin abs, Laverder iol france (KIMEX co. Ltd)) were applied for each subject in the experiment. Through the subjective evaluation, the most pleasant odor for each subject was determined. The power spectrum of α/β of EEG signals from the most pleasant odor was compared with those from the control condition, which has no odor at all. It was observed that the power spectrum of α/β of EEG from the most pleasant odor was increased significantly on F3, Fz, F4, T4 comparing to the control condition. This result indicates that the power spectrum of α/β could be a new index for measuring the levels of pleasantness of odors..

Keywords: Odor, Subjective Assessment, Subjective Preference, EEG

1. 서론

현재 중추신경계 반응인 뇌파 신호를 포함한 여러 가지 생리 신호 (Heart Rate Variability, Galvanic Skin Resistance)의 측정을 통해 향이 인간에게 미치는 효과를 객관적으로 분석하려는 여러 연구들이 수행되고 있다. Torri et al. (1998)은 향에 의한 진정작용 및 흥분작용을 수반응성변동 (Contingent Negative Variation)의

조기성분과 관련이 있다고 보았고, Terauchi et al. (1996)은 노송나무향을 이용하여 CNV 진폭과 뇌파의 α 주파수 성분을 관찰함으로써 향이 대뇌에 미치는 영향을 평가하였다. 백은주 등 (1998)은 오렌지향과 valeric acid를 제시하면서 뇌파와 자율신경반응으로 Heart Rate Variability, Galvanic Skin Resistance를 살펴봄으로써 향에 대한 인간의 정서적 반응을 연구하였다. 또한 민병찬 등 (1999a, 1999b, 1999c)

은 뇌파와 자율 신경계 등의 생리신호의 반응 뿐만 아니라 주관적 감성평가를 이용하여 성별에 따른 향의 선호도를 평가하였고 각성 및 진정향이 중추신경계와 자율신경계에 미치는 영향을 연구한 결과도 살펴볼 수 있다. 향에 대한 인간의 감성평가 이외에도 정량적 향 자극제시 시스템과 자극조절장치 등 정밀한 실험시스템의 개발도 이루어지고 있다 (민병찬 등, 1999d).

하지만 지금까지의 여러 선행연구들의 결과에도 불구하고 향의 영향을 평가하기 위한 주관적인 면, 즉 각 피험자의 주관적인 향에 대한 평가는 거의 고려되어 있지 않은 것이 사실이다. 즉, 쾌하다고 널리 알려져 있는 향이라고 하더라도 피험자의 생리적인 또는 심리적인 상태나 향의 농도에 따라 불쾌하게 느낄 수 있으며 향에 대해 느끼는 감성 역시 피험자에 따라 다르게 나타날 수 있음에도 불구하고 이러한 면들은 전혀 고려되어 있지 않다.

그러므로 본 논문에서는 피험자의 주관적 향의 선호도와 국제 기준 전극법에 따라 뇌의 전부위 (19부위)에서 측정된 뇌파 신호와의 상관관계에 대해 살펴보고자 한다. 이를 통해 피험자의 주관적 평가를 객관적으로 반영할 수 있는 새로운 형태의 지표를 찾고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 피험자

피험자는 코 수술의 경험이 없고 냄새를 맡는 기능이 정상인, 즉 후맹이 아닌 24-26세의 남자 8명을 대상으로 하였다. 실험 전에는 후각에 영향을 줄 수 있는 흡연, 음주, 카페인, 약물 등의 섭취를 금하였다.

2.2 실험 환경 및 실험시약

실험은 본 연구팀에서 구축한 5.5m × 3.5m × 2.4m 규격의 후각 챔버에서 수행되었으며 챔버 내부에는 후각의 순응을 줄이기 위한 목적으로 흡기와 배기를 동시에 할 수 있는 시설을 갖추었다. 실험시 외부 환경의 영향을 배제

하기 위해 방음장치를 설치하였고 외부의 전기적 영향을 최소화하기 위해 챔버 외부 전체를 동판으로 절연하였다. 또한 실험 중에는 내부온도 (24℃), 습도 (40%~50%), 조도 (150~200Lx)를 유지하여 피험자가 실험하는 동안 편안한 상태를 유지할 수 있도록 하였다.

본 실험에서는 100%의 농도의 Rose oil bulgarian, Lemon oil misitano, Jasmin abs, Laverder oil france (KIMEX co. Ltd)를 실험시약(향)으로 사용하였다.

2.3 실험 프로토콜

향 자극 전의 무향 상태를 안정으로 하여 1분 동안 뇌파를 측정하였고, 그 후 1분 동안 피험자의 코 근처(1cm 이내)에 향을 두어 향 자극을 유도하면서 뇌의 19 부위에서 뇌파를 측정하였다. 사용한 4가지 향은 각 피험자별로 임의적인 순서로 제시되었으며, 각 향을 자극한 후 주관적 평가를 실시하였다. 한 가지 향 자극 후 10분간 배기 시스템을 가동시키면서 잔존 향을 제거하여 피험자에게 안정을 유도하고 향에 대한 순응 효과를 제거하였다 (그림 1).

무향 (1분)	향1 제시 (1분)	안정 (1분)	주관적 평가
무향 (1분)	향2 제시 (1분)	안정 (1분)	주관적 평가
무향 (1분)	향3 제시 (1분)	안정 (1분)	주관적 평가
무향 (1분)	향4 제시 (1분)	안정 (1분)	주관적 평가

그림 1. 실험 프로토콜

2.4 주관적 평가

사용한 4가지 향에 대해 각 피험자별로 주관적 평가를 실시하였다. 평가 설문지에는 향에 대한 이미지를 나타내는 후각 감성 형용사로 구성된 양극척도 25문항 (7점 척도)과 단극 척도 40문항 (5점 척도), 그리고 각 향의 전체적인 선호도를 조사하는 양극 7점 척도 2문항 (진

하다/연하다, 좋다/나쁘다)으로 구성되어 있다 (민병찬 등, 1999a). 표 1은 4가지 향에 대한 주관적 평가 결과 각 피험자별로 가장 쾌하다고 느낀 향과 가장 불쾌하다고 느낀 향을 정리한 것이다. 표 1에서 각 피험자마다 쾌하게 느낀 향은 상이함을 알 수 있다. 특히 가장 많은 피험자가 쾌하다고 보고한 라벤더 향이 피험자 7에게 가장 불쾌하게 느껴진 점은 주목할 만하다. 여기서 가장 쾌한 향은 각 피험자별로 주관적 평가 결과 0 이상의 가장 높은 점수를 받은 향이며 가장 불쾌한 향은 주관적 평가 결과 0 이하의 가장 낮은 점수를 받은 향이다. 가장 쾌하게 느낀 향이나 가장 불쾌하게 느낀 향이 없는 피험자의 경우는 4가지 향에 대해 모두 0 이하의 점수를 주었거나 0 이상의 점수를 주었을 경우이다.

표 1. 주관적 평가를 통한 각 피험자별 가장 쾌하게 느낀 향과 가장 쾌하지 않게 느낀 향

피험자 번호	가장 쾌하게 느낀 향 (good odor)	가장 쾌하지 않게 느낀 향 (bad odor)
1		Rose
2		없음
3		없음
4		없음
5		없음
6		없음
7	없음	Lavender
8		Rose

2.5 측정 및 분석방법

뇌파 (Electroencephalogram, EEG) 측정을 위해 디지털 뇌파측정기 (TECA사의 Profile)를 사용하였으며, 국제 기준 전극법에 따라 19부위 (Fp1, Fp2, F3/4, F7/8, Fz, C3/4, Cz, P3/4, Pz, T3/4, T5/6, O1/2)에서 뇌파를 측정하였다. 눈썹사이에 ground 전극을 붙이고 reference 전극은 F_{p1} 과 F_{p2} 사이에 부착하였고, 뇌파는

reference 전극과 각 측정 부위 전극사이에 측정값이다. 또한 실험 중 전극과 두피 사이의 저항은 5 k Ω 이내가 되도록 유지하였다. 각 피험자별로 무향 상태의 뇌파 (control)와 4가지 향 자극시 측정된 뇌파에 대해 Fast Fourier Transform (FFT)을 이용하여 주파수 대역별 (δ (0.5-4Hz), θ (4-8Hz), α_1 (8-10Hz), α_2 (10-13Hz), α (8-13Hz), β (13-30Hz))로 상대적인 전력 (relative power spectrum)을 구하여 그 증감을 비교, 분석하였다. 또한 뇌파 19개 측정부위별로 무향 상태일 때 α_1/β , α_2/β , α/β 대역의 전력비와 각 피험자별로 주관적 평가를 통해 가장 쾌하다고 보고된 향 (표 1의 good odor) 자극시의 α_1/β , α_2/β , α/β 대역의 전력비의 증감을 비교 분석하였다. 표 1에서 불쾌한 향을 보고한 피험자는 세 명뿐이어서 무향과 불쾌한 향 사이의 상관관계에 대해서는 관찰하지 않았다. 통계분석은 SPSS (ver 8.0)를 사용하였으며, T-test 분석을 실시하였다. 데이터 분석은 아래 (1)식을 이용하여 정규화하였다.

$$NS(\%) = \frac{(\text{자극} - \text{안정})}{\text{안정}} \times 100 \quad (1)$$

3. 실험 결과

표 1에서 쾌한 향을 보고하지 않은 피험자 7번을 제외한 7명의 피험자 그룹 (이하, 쾌 그룹)에 대하여 무향 상태에서 측정된 뇌파 (control)와 쾌한 향 자극시에 측정된 뇌파에 대해 FFT를 이용하여 주파수 대역별 상대적인 전력을 구하였다. 그리고 무향 상태에 비해 쾌한 향 자극시 각 주파수 대역별 전력증감의 통계적 유의차를 살펴보았다. 선행 연구 (Ryoko Masago et al, 2000)의 경우 동일한 향에 대해 쾌하다고 보고한 그룹의 뇌파 분석에서 뇌의 측두 (temporal) 부분과 두정부 (parietal) 부분에서 α_1 (8-10Hz) 대역 전력의 유의미한 변화

를 보고하였으나 본 실험에서는 쾌한 향 자극 시 뇌의 측두 부분과 두정부 부분에서 무향 상태에 비해 α_1 대역 전력의 감소가 관찰되는 피험자가 있기는 하였지만 전체 7명의 쾌 그룹에서 통계적인 유의차는 관찰되지 않았다. 측두 부분과 두정부 부분을 제외한 다른 부위에서도 쾌 그룹의 무향상태의 뇌파와 쾌한 향 자극시 뇌파의 전력비의 증감은 통계적인 유의차를 보이지 않았다. α_1 이외의 다른 대역에서도 무향에 비해 향 자극시 통계적으로 유의한 결과는 나타나지 않았다.

백은주 등 (1998)은 향에 대한 주관적 평가를 바탕으로 쾌한 향으로 평가된 오렌지향 자극시 무향에 비해 Fp_2 에서 α , β 대역의 전력이 증가하고 불쾌한 향으로 평가된 valeric acid을 자극시 무향에 비해 α , β 대역의 전력이 감소한다고 보고하였다. 이에 반해 Peter Brauchli 등 (1995)은 쾌한 향으로 Phenylethly alcohol 자극시 무향에 비해 뇌의 전 부분에서 α , β 대역의 전력의 증가하고 불쾌한 향인 valeric acid을 자극시 무향에 비해 α , β 대역의 전력의 더 큰 증가를 보고하였다. 이 두 연구에서 주목할 만한 점은 쾌한 향을 이용하여 피험자를 자극할 때와 불쾌한 향을 이용하여 피험자를 자극할 때 α , β 대역의 전력의 변화 추이가 다르다는 것이다. 쾌한 향과 불쾌한 향 자극시 α , β 대역의 전력의 변화 추이가 다르다는 점에 착안하여 본 연구에서 α/β 대역의 전력비를 구하였다.

본 연구에서는 쾌 그룹에 대해 뇌파 19개 측정부위에서 무향일 때의 뇌파와 쾌한 향 자극시의 뇌파에서 α_1/β , α_2/β , α/β 대역의 전력비를 계산하여 증감을 비교, 분석하였다. 분석 결과, α/β 대역의 전력비 결과에서 F_3 , F_2 , F_4 , T_4 의 통계적으로 유의한 증가를 관찰할 수 있었다 (표 2, 그림 2, 그림 3, 그림 4, 그림 5). α_1/β , α_2/β 대역의 전력비의 결과에서는

19개 뇌파 측정 모든 부위에서 통계적으로 유의한 변화를 관찰할 수 없었다.

표 2. 쾌한 향 제시시 무향에 비해 alpha/beta 대역의 power spectrum 비의 통계적 유의차가 있는 곳

주파수 대역	19개 뇌파 측정 부위 중 통계적 유의차가 있는 곳	Significant value
α/β	[Shaded Area]	0.021*
		0.024*
		0.032*
		0.005**
α_1/β	없음	
α_2/β	없음	

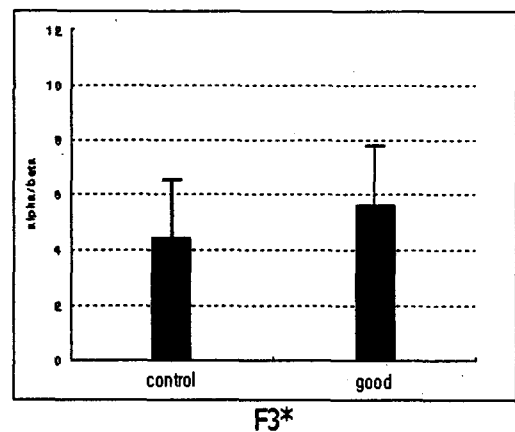


그림 2. F3에서의 무향과 쾌한 향 자극시 alpha/beta 대역의 전력비의 변화 (* p < 0.05)

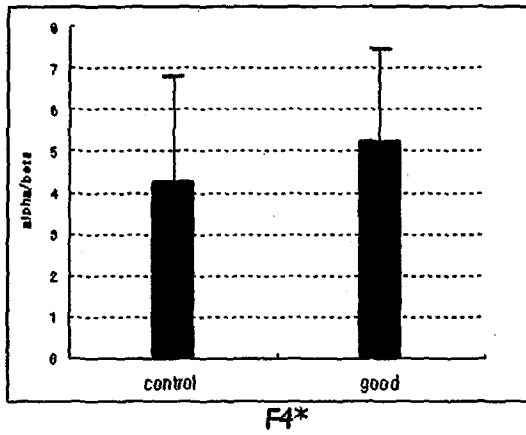


그림 3. F4에서의 무향과 쾌한 향 자극시 alpha/beta 대역의 전력비의 변화 (* p < 0.05)

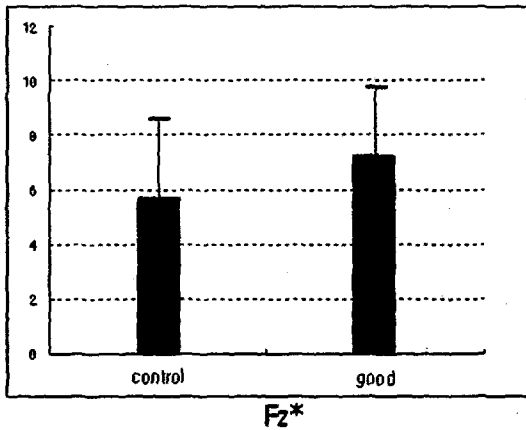


그림 4. Fz에서의 무향과 쾌한 향 자극시 alpha/beta 대역의 전력비의 변화 (* p < 0.05)

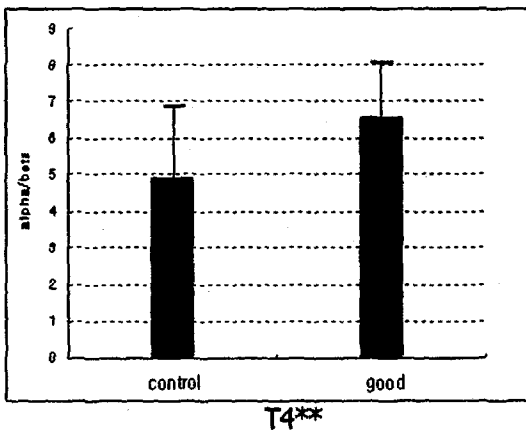


그림 5. T4에서의 무향과 쾌한 향 자극시 alpha/beta 대역의 전력비의 변화(** p < 0.01)

4. 토의

본 연구에서는 피험자의 주관적 향의 선호도와 국제 기준 전극법에 따라 뇌의 전 부위(19부위)에서 측정된 뇌파 신호와의 상관관계에 대해 살펴보았다. 무향 상태일 때의 뇌파와 각 피험자의 주관적 향의 선호도에 따라 가장 쾌하다고 보고된 향 자극시의 뇌파 신호를 FFT 분석하여 α/β 대역의 전력 비를 계산하였다. 그 결과 쾌한 향 자극시 무향 상태에 비해 뇌의 전두엽 부분 (F3, Fz, F4)과 우측 측두엽 부분 (T4)에서 α/β 대역의 전력비의 통계적으로 유의한 증가를 관찰할 수 있었다.

본 연구에서는 기존의 연구결과 (Ryoko Masago et al, 2000; Peter Brauchli et al, 1995; Sawada K. et al.)에서 보고된 것처럼 향 자극시 무향에 비해 α 대역 전력의 통계적인 유의차는 관찰할 수 없었다. 하지만, 무향 상태에 비해 각 피험자가 가장 쾌하게 느낀 향을 제시했을 때 뇌의 전두엽 부분과 우측 측두엽 부분에서 α/β 대역의 전력비의 통계적으로 유의한 증가를 관찰할 수 있었다. 이 결과는 향에 대한 심리적인 반응은 전두엽의 뇌파에 반영된다는 선행 연구결과 (栗岡 豊, 外池光雄, 1994)와 쾌한 향 자극시 뇌의 우반구가 더욱 더 활성화된다는 기존의 여러 연구결과 (Ryoko Masago et al., 2000; 栗岡 豊, 外池光雄, 1994)와 일치한다. 따라서, α/β 대역의 전력비를 이용하여 특정 향의 쾌도를 객관적으로 평가할 수 있다.

결론적으로 피험자의 주관적 향의 선호도와 측정된 뇌파와의 상관관계로부터 α/β 대역의 전력비가 향의 쾌도를 측정하는 하나의 새로운 척도가 될 수 있음을 알 수 있다. 향후 불쾌한 감성을 유발할 수 있는 향 자극에 대한 후속 연구로부터 α/β 대역의 전력비가 향의 불쾌도를 측정할 수 있는 척도가 될 수 있는지를 알아보고자 한다.

참고문헌

- S. Torri, H. Fukuda, H. Kanemoto, R. Miyauchi, Y. Hamazu, M. Kawasaki, "Contingent Variation (CNV) and the psychological effects of odour", Perfumery, pp. 107-120, 1988
- Fumio Terauchi, Mitsynori Kubo, Toshimasa Ohgama, Hiroyuki Aoki, "Effect of Odors from Coniferous Woods on Contingent Negative Variation (CNV)", J. Soc. Mat. Sci. Japan, 45(4), 397-402, 1996
- 백은주, 이운영, 이배환, 문창현, "뇌파와 자율신경계반응에 나타난 오렌지향과 Valeric acid에 의한 후각감성", 한국감성과학회, 1(1), 105-111, 1998
- 민병찬, 정순철, 김상균, 민병운, 오지영, 김수진, 김혜주, 신정상, 김유나, 김철중, 박세진, 김준수, "향이 뇌파에 미치는 영향", 한국감성과학회 추계학술논문집, pp. 423-426, 1999
- 민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 김혜주, 김수진, 김유나, 신정상, 민병운, 김철중, 박세진, "뇌파와 자율신경계 반응을 이용한 향의 영향 평가", 한국감성과학회지, 2(2), 1-10, 1999
- 민병찬, 정순철, 김상균, 민병운, 오지영, 김수진, 김혜주, 신정상, 김유나, 김철중, 박세진, 김준수, "자율신경계 반응을 이용한 향의 영향 평가", 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 407-412, 1999
- B.C.Min, S.C.Chung, B.W.Min, S.K.Kim, J.H.Kim, C.J.Kim, S.J.Park, W.K.Bae, J.K.Kang, D.H.Lee, "Development of An Apparatus to Control Odorous Stimuli for Precise Measurements of Human Olfactory Event Related Potentials", The 4th. Asia-Pacific Conference on Medical & Biological engineering, p. 449, 1999
- Ryoko Masago, Tamiko Matsuda, Yoshiaki Kikuchi, Yoshifumi Miyazaki, Koichi Iwanaga, Hajime Harada and Tetsuo Kasuura, "Effect of Inhalation of Essential Oils on EEG Activity and Sensory Evaluation", J.Physiol. Anthropol., 19(1), 35-42, 2000
- Peter Brauchli, Peter B. Ruegg, Franz Etzweiler, and Hans Zeier, "Electrocortical and Autonomic Alteration by Administration of Pleasant and an Unpleasant Odor", Chem. Senses, 20, pp. 505-515
- 栗岡 豊, 外池光雄, 匂いの応用工学, 朝倉書店, pp. 79-82, 1994
- Sawada K, Koyama E, Kubota M, Hayashi I, Komari R, Inui M, Torii S, "Effects of odors on EEG relaxation and alpha power," Chem. Senses, 17(88)