

천연향 자극에 대한 향 관련 종사자들의 EEG 반응

강인형, 민병찬, 진승현*, 전광진, 성은정, 김철중
한국표준과학연구원 인간·정보그룹, *한국과학기술원 물리학과

The Relationship Between EEG Responses and Olfactory-related Occupations

In-Hyeng Kang, Byung-Chan Min, Seung-Hyun Jin*, Kwang-Jin Jeon,
Eun-Jung Seng, Chul-Jung Kim

Ergonomics Lab., Korea Research Institute of Standards and Science
*Dep. of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology

요약

향 관련 직업을 중심으로 한 연구에는 유기 화학적 냄새에 폭로된 종사자를 대상으로 그들의 작업환경 개선을 주된 목적으로 실시되어져왔으나 천연향 자극에 대한 연구는 전무한 상태이다. 본 연구에서는 화장품 관련 전문직과 화장품 판매직을 대상으로 100%의 basil oil, lavender oil, lemon oil, jasmine oil, ylang-ylang oil (KIMEX co. Ltd, Korea), skatole (TAKASAO co. Ltd, Japan) 등 6종 향 자극에 대한 EEG, 주관평가에 대해 알아보았다. 그 결과, 전문직에서 선호도가 높은 향은 Fz와 F3에서, 선호도가 낮은 향은 P4에서 α/β 비가 증가하는 경향을 나타냈다. 상호 정보량에 대해서는 두 직업 모두 선호도가 낮은 향에 대한 상호 정보량이 선호도가 높은 향에 비해 더 많았다. 특히 화장품 관련 전문직에서는 전두엽의 상호 정보량이 증가하는 경향이 확인되었다. 이상에서 판매직과 비교하여 전문직은 천연향 자극이 감성효과가 아닌 외부자극에 대한 고차원적 기능을 담당하는 전두엽 영역과 관련된 지성효과로 작용함을 알 수 있었다.

Keywords: olfactory-related occupations, α/β ratio, mutual information, subjective assessment, preference

1. 서론

Sem-Jacobsen 등[1]이 향의 효과를 측정하는 객관적 지표로 EEG를 사용한 이래 다수의 연구 사례가 보고되어져 왔다. 이들에서 향의 효과에 대한 EEG 반응은 두 가지 경향으로 나뉘어진다. 즉 α 파의 증가 혹은 감소 경향이다. 그 원인으로는 향의 제시방법과 측정지점 등이

거론되었고 일반 피험자가 주된 대상자였다. 향 관련 직업을 대상으로 실시한 실험에는 주로 유기 화학적 냄새에 폭로된 종사자들을 중심으로 그들의 작업환경 개선을 주된 연구목적으로 실시되어져 왔다[2-4]. 즉 향 관련 종사자들을 대상으로 그들의 직업과 천연향에 대한 반응에 관한 연구는 전무한 상태이다. 이상에서 본 연

구에서는 6종의 천연향에 대한 향 관련 종사자들의 EEG 반응과 그들 직업간의 관계를 살펴보고자 하였다.

2. 실험 방법

2-1 피험자

실험은 화장품 관련 전문직 10명(남: 5명, 여: 5명, 평균나이: 32.2세), 화장품 판매직(여: 9명, 평균나이: 25.2세)을 대상으로 하였다. 이들은 모두 현재 직업에 대해 5년 이상의 종사 경력이 있으며 코 결환을 앓고 있지 않으며, 약물을 복용하지 않는 정상적인 후각 기능을 가진 사람들로 선정되었다. 실험 전에는 후각에 영향을 줄 수 있는 흡연, 음주, 카페인, 약물 등의 섭취를 금하였다.

2-2 실험조건 및 순서

실험은 5.5×3.5×2.4m 규격의 후각전용 챔버에서 실시되었다. 실험 주에는 내보 온도(24±1°C), 상대습도(50±10%), 조도(150~200Lx)가 유지되도록 하였고, 피험자는 안락의자에 앉은 편안한 자세로 실험에 임하도록 하였다. 시료에는 100%의 basil oil, lavender oil, lemon oil, jasmine oil, ylang-ylang oil(KIMEX co. Ltd, Korea), skatole (TAKASAGO co. Ltd, Japan) 등 6종류를 사용하였다. 실험 진행 순서는 다음과 같다. 처음 90초간은 무향 상태에서, 다음 90초씩은 6가지 향을 무작위로 내경 2mm의 테플론 튜브를 이용하여 피험자의 호흡주기에 맞춰 들숨일 때 콧구멍 바로 아래에서 향이 분사되도록 자극하였다. 자극 후 10분간은 베기 시스템을 가동하여 잔존 향의 제거와 함께 주관평가를 실시하였다.

2-3 측정장비

뇌파는 국제 10-20 전극법으로 배치한 Fz, Cz, F3, F4, P3, P4, T5, T6의 8위치에 대하여 측정하였다. Reference는 양쪽 귓볼로 하는 단극 유도법을 사용하였으며 뇌파 측정 장비로는 Grass Model 15 Neurodata Amplifier System을 통해 기록하고, Biopac interface를 거쳐 Acqknowledge(Ver. 3.5.2)에서 저장하였다. 분석 소프트웨어는 Acqknowledge 3.5를 이용하였다. 주관평가는 25문항의 양극 7점 척도와 전체

선호도를 평가하는 설문지를 사용하였다.

3. 상호 정보량 분석

상호 정보량은 다른 측정량으로부터 한 시스템이 얻는 정보량을 말한다. 어떤 측정량(X)으로부터 얻는 평균 정보량은 시스템의 엔트로피(H)로서 다음과 같이 나타낸다.

$$H(X) = - \sum_x P_X(x_i) \log_2 P_X(x_i)$$

여기서, $P_X(x_i)$ 는 확률이다.

이러한 확률 분포로 나타내어지는 엔트로피를 가지고, Y 가 주어진 상황에서 X 에 대한 조건 엔트로피는 다음과 같다.

$$H(X|Y) = H(X, Y) - H(Y)$$

여기서

$$H(X, Y) = - \sum_{x,y} P_{XY}(x_i, y_j) \log_2 [P_{XY}(x_i, y_j)]$$

이다.

그러면, 두 측정량 X, Y 에 대한 상호 정보량 I_{XY} 는 엔트로피를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$I_{XY} = H(X) - H(X|Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$$

만약 두 측정량이 완전히 독립적이면, 상호 정보량 I_{XY} 는 0이 된다. 상호 정보량은 두 시계열 데이터 사이의 선형, 비선형 의존도를 모두 나타내는 양으로 두 신호 사이의 정보 흐름 또는 동력학적인 커플링을 나타내는 양으로 사용된다[5]. 본 연구에서는 두 신호 사이의 상호 정보량을 평균하여 둘 사이의 정보량으로 정의하여 사용하였다. 상호 정보량은 F3F4, P3P4, T5T6, F4F3, P4P3, T6T5 총 6개 쌍에 대하여 2048개(8초)의 데이터를 500ms까지의 시간 시연을 주어 계산하였다. 평균 상호 정보량이 증가하는 것은 두 영역 사이의 정보의 흐름이 많아져 뇌기능적으로 커플링되는 것을 의미한다.

평균 상호 정보량은 각 향에 대하여 Paired *t*-Test를 사용하여 유의성을 검증하였다.

4. 결과

4-1 주관평가

제시한 6종 향에 대한 선호도를 살펴보면 전문직에서는 lemon>ylang-ylang>lavender>jasmine>basil>skatole의 순으로, 판매직에서는 jasmine>lemon>lavender>ylang-ylang>basil>skatole의 순으로 나타났다.

4-2 α/β 비

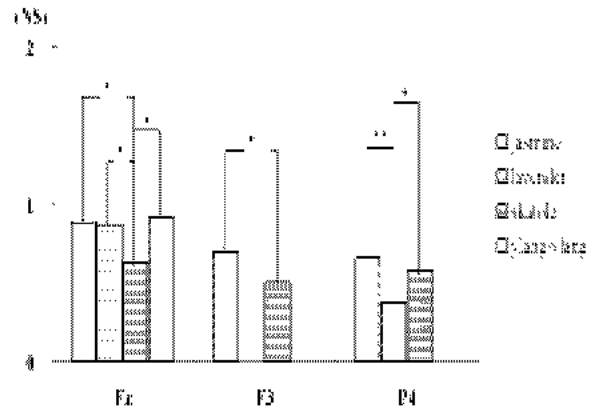
그림1에 제시 향에 대한 전문직의 α/β 비를 나타낸다. 향간의 비교에서는 jasmine에 비해 skatole의 경우, lavender에 비해 skatole의 경우, ylang-ylang에 비해 skatole의 경우, Fz에서 유의하게 감소하였고 jasmine에 비해 skatole의 경우, F3에서 유의하게 감소하였으며 lavender에 비해 jasmine의 경우, lavender에 비해 skatole의 경우, P4에서 유의하게 증가하였다.

다음으로 그림2에 제시 향에 대한 판매직의 α/β 비를 나타낸다. basil에 비해 skatole의 경우, jasmine에 비해 skatole의 경우, lemon에 비해 skatole의 경우, lemon에 비해 ylang-ylang의 경우, P4에서 유의하게 감소하였고 jasmine에 비해 ylang-ylang의 경우, T6에서 유의하게 감소하였으며 ylang-ylang에 비해 basil의 경우, T6에서 유의하게 증가하였다. 선호도와는 관계에서는 전문직의 선호도가 높은 향은 Fz와 F3에서, 선호도가 낮은 향은 P4에서 α/β 비가 유의하게 증가하는 경향을 나타냈으나, 판매직에서는 찾아 볼 수 없었다.

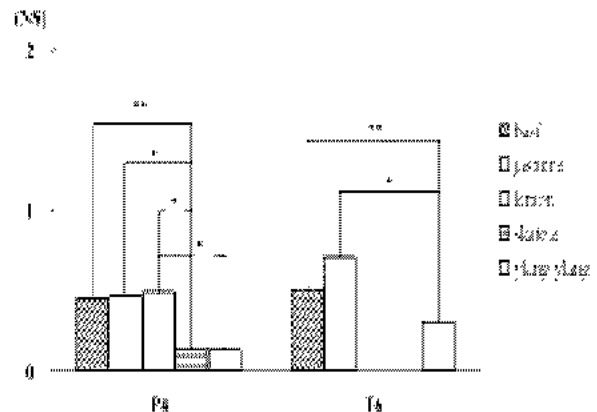
4-3 상호 정보량

그림3에 제시 향에 대한 전문직의 상호 정보량을 나타낸다. basil이나 무향에 비해 lavender의 경우, F3F4와 F4F3에서 상호 정보량이 유의하게 감소하였다. 즉 선호도가 높은 향을 제시했을 때 mid-frontal 쌍에서만 평균 상호 정보량이 유의하게 감소하였다.

다음으로 그림4에 제시 향에 대한 판매직의 상호 정보량을 나타낸다. 먼저 무향과 향과의 비교에서는 무향에 비해 basil의 경우 F3F4에서, skatole의 경우 F3F4, F4F3에서 평균 상호



[그림 1] 제시 향에 대한 전문직의 α/β 비 (** $p<0.05$, * $p<0.1$)



[그림 2] 제시 향에 대한 판매직의 α/β 비 (** $p<0.05$, * $p<0.1$)

정보량이 유의하게 증가하였다. 다음으로 향간의 비교에서는 basil에 비해 jasmine의 경우, P3P4, T5T6, P4P3, T6T5에서 유의하게 감소하였고 basil에 비해 lavender의 경우, F3F4에서 유의하게 감소하였고 basil에 비해 jasmine과 lavender의 경우, T6T5에서 상호 정보량은 유의하게 감소하였으며 lavender에 비해 skatole의 경우, F3F4에서 상호 정보량이 유의하게 증가하였다. 선호도와는 관계에서는 전문직과 동일하게 선호도가 높은 향을 제시했을 때, 평균 상호 정보량이 유의하게 감소하였다.

5. 결론 및 토의

본 연구는 천연향에 대한 서로 다른 향 관련 종사자들의 주관적 선호도, EEG 반응과 그들 직업간의 관계를 살펴보았다. 선호도와 α/β 비에서는 전문직의 선호도가 높은 향은 Fz와 F3

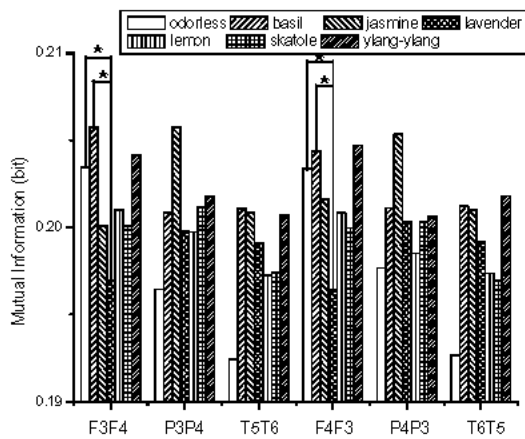


그림 3) six electrode pairs에 대한 전두엽의 상호 정보량 (* $p < 0.05$)

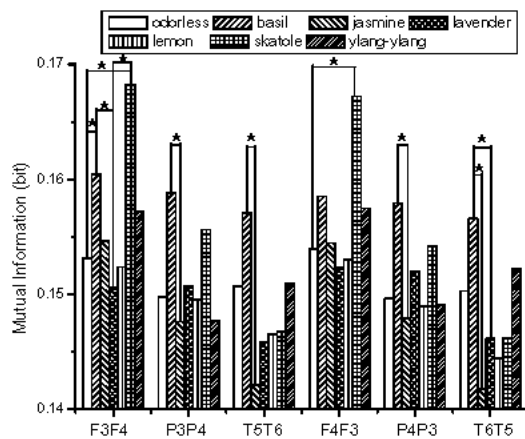


그림 4) six electrode pairs에 대한 편두엽의 상호 정보량 (* $p < 0.05$)

에서, 상호도를 낮은 형은 P4에서 α/β 비가 증가하는 경향을 나타내 그와 같은 종류의 구분화된 특성을 반영하였다. 그러나 편두엽에서는 상호도와 관계없이 유두에서만 α/β 비가 증가하였다. 상호도와 상호 정보량에서는 두 작업 모두 상호도가 낮은 형에 비해 높은 형에서 상호 정보량이 유의하게 증가하였으며 전두엽은 F3F4 사이에서 편두엽은 F3F4, P3P4, T5T6 사이에서 유의한 변화가 나타났다. 이것은 해, 불쾌 자극에 대해 전두엽 활성은 좌우로 쉽게 구분될 수 있으며 후각 정보를 받아들이는 부위로 알려진 orbitofrontal cortex가 전두엽의 아래 부분에 해당하는 부위로 주로 후각 정보의 식별과 확인 기능을 담당한다[6, 8]. 두 작업과 전두엽은 후각 감각과 somatosensory 영역에 위치한다

는 사실을 뒷받침한다. 마나나와 커피원두 향을 상상했을 때는 좌우에서, 아몬드와 민트 향을 상상했을 때는 유두에서 반응이 나타났다[7]. 전두엽은 향 자극을 생리적 특징으로 받아들이는 반면 전두엽은 향 자극에 대해 그 지각함을 측정하는 등의 고차원적 기능을 담당한다[8]. 냄새를 감지시키는 행위에서는 일차적으로 전두엽의 prefrontal cortex와 전두엽의 orbitofrontal cortex에서 향의 존재를 유발시키는 것으로 위치를 감지시키는 행위와 냄새를 알아차리는 행위는 후각기와 뇌 조직의 구분화로 나타난다[9]. 이 상에서 편두엽과 비교하여 조분족은 전두엽 자극이 감지효과가 아닌 의식지각에 대한 고차원적 기능을 담당하는 전두엽 영역과 관련된 지각효과로 작용함을 알 수 있었다.

6. 참고 문헌

- [1] Sem-Jacobsen CW, Bickford RG, Dodge HW, Petersen MC. Staff Meet Mayo Clin 28, 166-170, 1953.
- [2] Schwartz BS, Doty RL, Monroe C, Frye R, Barker S. Am J Public Health 79(5), 613-618, 1989.
- [3] Satoh T, Omae K, Nakashima H, Takebayashi T, Matsumura H, Kawai T, Nakaza M, Sakurai H. Int Arch Occup Environ Health 68(3), 147-153, 1996.
- [4] Bell IR, Azarek MJ, Dicenso DR, Baldwin CM, Schwartz GE, Bootzin RR. Int J Neurosci 97(1-2), 41-59, 1999.
- [5] Jeong J, Gore JC, Peterson BS. "Mutual information analysis of the EEG in patients with Alzheimer's disease", Clin. Neurophysiol 112, 827-835, 2001.
- [6] Zatorre RJ and Jones-Gotman M. "Human olfactory discrimination after unilateral frontal or temporal lobectomy", Brain 114, 71-84, 1991.
- [7] Henkin RI, Levy LM. J Comput Assist Tomogr 25(4), 493-514, 2001.
- [8] Potts GF, Tucker DM. Brain Res Cogn Brain Res 11(1), 147-156, 2001.
- [9] Sobel N, Prabhakaran V, Desmond JE, Glover GH, Goode RL, Sullivan EV, Gabrieli JD. Nature 392, 282-286, 1998.