

뇌파와 자율신경계반응에 나타난 오렌지향과 valeric acid에 의한 후각 감성*

Emotional changes of EEG and autonomic response by olfactory stimuli with orange and valeric acid

백은주**, 이윤영**, 이배환***, 문창현**

Eun Joo Baik, Yun Young Lee, Bae Hwan Lee, Chang-Hyun Moon,

이수환**, 한희철****

Soo Hwan Lee, Hee Chul Han

요 약 중추신경계와 자율신경계에 나타난 후각에 의한 감성변화를 측정하기 위해 후각자극은 0.6% 오렌지향과 2.5% valeric acid를 수증기로 포화시키는 후각 자극기를 통해 일정 flow와 농도로 시행하였다. 대조자극은 방안 공기로 향자극 전후에 시행하였으며 뇌파전극은 international 10-20 system에서 4 채널을 사용하였다. 이외에 ECG, EOG, heart rate, skin conductance와 respiration를 기록하였고 뇌파분석은 fast Fourier transform analysis의 power spectra로 하였다. 그 frequency bands는 delta(0-4.5Hz), theta(4.5-7Hz),은 꽤하고 친숙하게, valeric acid는 불쾌하고 성가시게 평가되었다.

뇌파분석에서 쾌와 불쾌 자극간의 차이는 PG2-A2 channel에서 alpha1의 자극전후의 차이를 나타내었으며 불유쾌한 자극에서는 모든 channel에서 alpha1, alpha2 와 beta파 증가를 보였다. 또한 heart rate, galvaric skin resistance는 쾌자극에서 감소양상을 나타내었으며 불쾌자극에서는 반대 경향을 보였다. 호흡에서는 쾌자극에서 호흡수 감소경향과 input/output amplitude와 duration의 증가경향을 보였으며 불쾌자극에서는 반대양상을 보였다. 결론적으로 쾌와 불쾌 후각자극으로 감성변화를 뇌파와 자율신경계에서 볼 수 있었다.

서 론

본 연구에서는 향에 발생하는 감성을 생체신호로 측정하면서 이를 느끼는 주관적 감성의 변화율 동

시에 측정하여 그 관계를 보고자 하였다. 따라서 향에 의해 변화하는 생체신호로는 중추신경계의 신호로 ongoing EEG response와 자율신경계 반응으로 나타나는 심박수, 피부저항, 호흡변화등을 동시에 측정하고자 하였다. 후각자극은 주관적 감성의 변화를 검사한 결과 '기분이 좋다', '친숙하다', '성가시지 않다' 등의 긍정적인 반응을 가지는 오렌지향과 이와 반대로 '기분이 나쁘다', '성가시다', '친숙하지 않다' 등의 부정적인 감성을 나타내는 valeric acid를 사용하였다. 향을 제공하기 위해 습기가 함유되어 코의 점막이 자극되지 않게 하고, 농도가 일정하게 유지되며 자극시간이 조절되는 후각자극기를 만들

* 본 연구는 1997년도 G7 감성공학개반사업의 연구비지원 (17-01-07)을 받아 수행되었음.

** 아주대학교 의과대학 생리학

Dept. Physiology, School of Medicine, Ajou University

연세대학교 의과대학 임상의학연구센터 및 뇌연구소
Yonsei Medical Research Center and Brain Research Institute, Yonsei University College of Medicine

**** 고려대학교 의과대학 생리학

Dept. Physiology, School of Medicine, Korea University

E-mail : Eunjoo@madang.ajou.ac.kr.

어 시행하였으며 이에 대한 대조 자극으로 room-air blank가 시행하였다.

EEG기록은 Fz-A1, Pg2-A2, Cz-A1, Oz-A2에서 기록하였다. Vertical EOG와 Horizontal EOG를 동시에 시행하였고, 자율신경계반응으로 심전도를 통한 Heart rate, Skin resistance, Skin temperature, Respiration등이 관찰되었다. EEG 기록은 Fast Fourier Transform으로 frequency bands를 나누어 power spectra를 계산하여 분석하였으며 자율신경계 반응과 함께 자극전, 자극중, 자극후의 반응을 분석하여 후각을 느끼는 감성의 변화를 보고자 하였다.

연구방법

1. 후각자극기

후각자극기는 여러 문헌을 참고로 아주대학교 의생명공학부에서 설계제작하였다. 향물질은 여러 channel를 통해 들어가게 하여 향의 종류와 농도를 조절하게 하였다. 공기를 air pump, regulator와 flowmeter를 거치면서 일정 속도로 흐르게 하여 향물질과 혼합하여 나가게 하였으며, 동시에 수증기로 포화시켜 코점막의 자극을 최대한 적게하였다. 또한 온도를 monitoring하여 온도변화로 인한 자극효과를 배제하였다.

2. 피검자

신체의 질환이나, 약물복용, 피로도가 없는 건강한 20-30대 남녀를 14명을 대상으로 시행하였으며, 냄새를 맡는 기능이 정상인 경우를 대상으로 하였고 검사해당일에는 담배흡연, 커피나 알코올 복용을 하지 않았다.

3. 실험 protocol

향물질은 0.6% 오렌지향과 0.5% valeric acid를 사용하였다. Blank control로는 room air를 통과하여 나온 flow로 시행하였으며 이는 향 자극전과 자극후로 실시하였다. 향을 주는 시간은 60초로 하며 향에 대한 주관적 평가는 향을 주면서 생체신호를 기록한 직후에 시행하였다.

4. 향에 대한 주관적 평가

향에 대한 주관적 평가는 여러 기관에서 후각을

검사하는 방법을 참고로 5가지 문항 즉 약하다/강하다, 불쾌하다/기분좋다, 성가시다/성가치지않다, 친숙하지않다/친숙하다, 서늘하다/따뜻하다 등을 개발하였다. 후각에 대한 감성은 위의 문항을 10점 척도로 나눠 측정하였다. 또한 동시에 향의 이미지 평가를 실시하였는데, 그 내용을 보면 '활기차고 적극적인 기분이다', '상쾌한 기분이다', '마음이 따뜻해지는 느낌이다', '즐겁고 유쾌한 기분이다', '평온하고 차분해지는 기분이다', '흥미진진하고 두근거리는 기분이다', '행복하고 충만한 기분이다', '흥분된 기분이다'등 8항목을 10점 척도로 실시하여 향에 대한 positive 감성 측정의 기초자료로 삼고자 하였다.

5. 향에 대한 EEG 측정

향으로 인한 후각감성은 객관적 평가로 시행된 중추신경계 생체신호는 EEG 측정을 하였다. EEG를 기록한 전극은 international 10-20 system중 Fz-A1, PG2-A2, Cz-A1, Oz-A2의 4 channel에서 동시에 측정하였다. 또한 Horizontal EOG와 Vertical EOG를 동시에 시행하여 artifact를 제거할 수 있게 하였다. EEG 결과는 Fast Fourier Transform analysis를 통해 Frequency band를 delta (0-4.5Hz), theta (4.5-7Hz), alpha (7-9.5Hz), alpha2 (9.5-12.5Hz), beta (12.5-30Hz)로 하여 power spectra를 구해 분석하였다.

6. 향에 대한 자율신경계 신호와 호흡변화

심전도, 피부저항, 피부온도와 호흡을 Neurodata1200 (Grass,U.S.A)의 device를 통해 EEG와 동시에 기록하여 Biopac interface를 통해 Acqknowledge ver3.2.4.로 분석하였다. 심박수는 심전도의 R-spikes에서부터 분당 beat를 계산하여 측정하였으며, 피부저항은 오른손 두 번째 손가락끝에서 기록하였으며, 피부온도는 셋째 손가락끝에서 기록하였다. 호흡은 상복부의 strain gauge를 통해 호흡주기가 기록되게 하였다.

연구결과

1. 향에 대한 주관적 평가

오렌지향의 경우 기분좋다, 친숙하다,성가시지

않다 쪽의 positive 감성을 나타내는데 반해, valeric acid 경우 불쾌하다, 친숙하지 않다, 성가시다 등의 negative 감성의 지표가 나왔고, 강하다/약하다, 따뜻하다/서늘하다는 문항에는 비슷한 반응을 보였다. 향의 이미지평가에서도 오렌지향은 상쾌한 기분이다, 즐겁고 유쾌한 기분이다, 평온하고 차분해지는 느낌이다, 행복하고 충만한 기분이다의 감성이 5점 이상의 평가를 받았는데 반해, valeric acid의 경우 2점이하의 낮은 score를 보였다.(그림 1,2)

2. 향에 대한 EEG 신호

오렌지향과 valeric acid에 대한 EEG power spectra에 대한 반응을 보면 PG2-A2 channel에서 alpha1의 자극에 의한 변화가 의미있게 차이를 보였다(그림3). 통계적 의의는 아직 나타나지 않으나 오렌지향에서는 자극에 따라 모든 frequency band에서 감소 양상이 나타났으며 valeric acid 경우 alpha1, alpha2, beta에서 증가 양상을 보였다. 또한 alpha의 경우 valeric acid에 의한 자극후에도 after effect를 나타내고 있었다.

3. 향에 대한 자율신경계 신호와 호흡변화

심박수의 변화를 보면 오렌지향의 경우 56.54 ± 2.58 에서 향을 맡고 있는 도중에는 55.31 ± 2.38 , 자극이 끝난 후 55.42 ± 2.50 으로 자극에 의해 감소 양상을 보였으며, valeric acid 경우 자극전 54.30 ± 2.48 에서 자극중 55.12 ± 2.29 , 자극이 끝난후 55.71 ± 1.98 의 증가양상을 보여주었다(그림4). 피부 저항의 변화 역시도 오렌지향의 경우 자극전 0.499 ± 0.28 , 향을 맡고 있는 도중에는 0.020 ± 0.02 , 자극이 끝난 후 0.124 ± 0.10 으로 자극에 따라 감소양상을 보였으며, valeric acid 경우 자극전 0.208 ± 0.07 에서 자극중 0.192 ± 0.12 , 자극이 끝난후 0.397 ± 0.20 의 증가 양상을 보여주었다(그림5). 피부온도의 변화는 그 양상을 알기 어려웠으나 호흡의 경우 input과 output의 peak와 duration과 호흡수의 변화에서 오렌지향과 valeric acid 경우 상반되는 방향으로 나타났다(그림6).

토의

본 연구에서는 olfactory stimulator를 통해 피검자에게 향자극을 주었을때 주관적 감성 평가에서 기분 좋고, 성가시지 않고, 친숙한 또한 상쾌하고 즐

겁고 유쾌한, 평온하고 차분해지는, 행복하고 충만한 기분이 드는 오렌지향과 이와 반대로 불쾌하고 성가신 valeric acid의 차이를 EEG의 ongoing recording를 통해 alpha1의 변화가 유의하게 차이가 남을 알 수 있었다. 이외에도 심박수, 피부저항의 변화도 valeric acid 경우 autonomic arousal이 일어나는 방향의 변화를 보인 반면, 오렌지향의 경우 심박수의 감소와 피부저항의 감소양상을 보여 주었을 뿐만 아니라 그 효과는 자극이 끝난 뒤에도 지속되어 'after' 효과를 보여주고 있었다.

후각의 정신작용에 미치는 효과에 대한 연구는 드물기는 하나 연구되어왔다. 후각이 cognition (Richardson 과 Zucco, 1989; Lorig와 Roberts, 1990), emotion (Ehrlichman, 1987; Van Toller, 1988; Ehrlichman과 Bastone, 1992a; Miltner 등., 1994), memory (Ehrlichman 와 Bastone, 1992a), sleep (Badia 등, 1990) 등에 미치는 보고들이 있으며 실제 향을 가지고 EEG를 측정 한 연구보고 (Brauchli 등., 1995)도 있다. 이 연구에서는 valeric acid 경우 alpha2의 증가를 보고하고 있으며 이를 cortical deactivation으로 설명하고 있다. 이러한 근거는 후각이 중추신경계에서 processing되는데 subcortical area가 크게 차지하기 때문에 설명할 수 있다(Greer, 1991). 본 연구와 또다른 차이점은 오렌지향과 valeric acid의 경우 alpha와 beta에서 EEG power spectra가 Brauchli 등의 연구에서는 pleasant향과 unpleasant향에서 같은 방향성을 갖는 것에 반해 본 연구에서는 반대양상을 보였다. 이는 우선 pleasant한 자극으로 잡은 물질이 본 연구에서의 오렌지향 대신에 phenylethyl alcohol로 향물질의 차이에 따른 효과등이 있을 수도 있고, 또 다른 가능성은 본 연구과제에서 잡은 EEG montage가 olfactory evoked potential이 가장 잘 잡히는 부위 즉 Fz, Cz에서의 기록이 효과를 가져왔을 가능성이 있다. 왜냐하면 후각의 중추가 심부에 존재하여 다른 연구자들처럼 F3,4나 P3,4의 효과를 Cz를 reference로 사용함으로써 lateralization을 보려는 시도때문에 pleasant향의 효과가 차이를 나타낸 것으로 생각된다. 한편 또 다른 연구(Sawada 등, 1992)에서는 sedation의 효과가 있는 3 가지 향에 대해 alpha특히 8-11HZ영역의 power 감소를 보고하고 있다. 그러나 본 실험의 결과나 Brauchli 등의 결과에서 보듯 negative 감성의 효과를 갖는

valeric acid같은 향에서 alpha의 증가를 relaxing 효과가 크게 나타난 것으로 해석하기는 힘들 것 같다.

결론적으로 본 연구에서는 주관적 평가에서 positive 이미지를 갖은 오렌지향과 negative 이미지를 갖은 valeric acid간에 EEG기록에서, 특히 PG2-A2에서의 alpha frequency power spectra가 자극전후 변화의 차이를 보여주고 있었다.

감사의 말씀

본 연구과제는 96년도 G7 감성공학개발사업의 연구비(17-01-07)지원을 받아 수행되었음을 알리며 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

Badia, P., Wesensten, N., Lammers, W., Culpepper, and Harish. Responsiveness to olfactory stimuli presented in sleep. *Physiol. Behav.*, 48, 87-90, 1990

Brauchli, P., Ruegg, P.B., Etzweiler F. and Zeier, H., Electrocorical and autonomic alteration by administration of a pleasant and an unpleasant odor, *Chem. Senses*, 20, 505-515, 1995

Ehrlichman, H., Hemispheric asymmetry and positive-negative effect in Ottoson, D.(ed.), *Duality and Unity of the brain*, London, 194 206

Ehrlichman, H. and Bastone, L., Olfaction and emotion, in Serby, M.I. and Chobor, K.L.(eds), *Science of olfaction*, Springer, New York, pp. 410-438

Lorig, T.S. and Roberts, M., Odor and cognitive alteration of the contingent negative variation, *Chem. Senses*, 15, 537-545, 1990

Miltner, W., Matjak.M., Braun, C., Diekmann, H. and Brody, S., Emotional qualities of odors and their influence on the startle reflex in humans, *Psychophysiology*, 31, 107-110, 1994

Richardson, J. T. E. and Zucco, G. M.,

Cognition and olfaction : a review, *Psychol. Bull.*, 105, 352-360, 1989

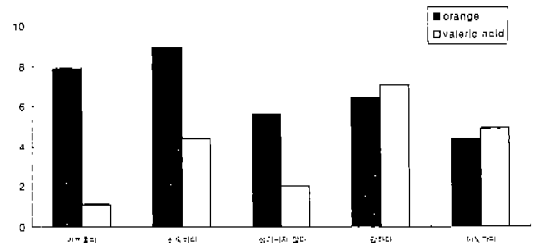


그림 1. 후각 자극에 대한 피검자의 주관적 반응

orange향과 valeric acid 향을 준 직후 각각 주관적 평가를 실시하였으며 후각 자극중에 느껴지는 감성을 10점 척도로 표시하였다.

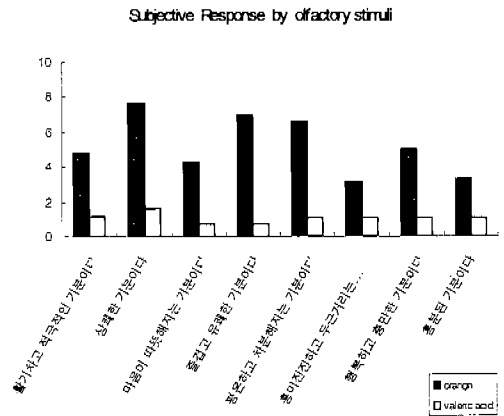


그림 2. 후각 자극후의 피검자의 주관적 반응

orange 향과 valeric acid 향을 준 직후 주관적 평가를 실시하였으며 후각 자극 후 느껴지는 감성을 10점 척도로 표시하였다.

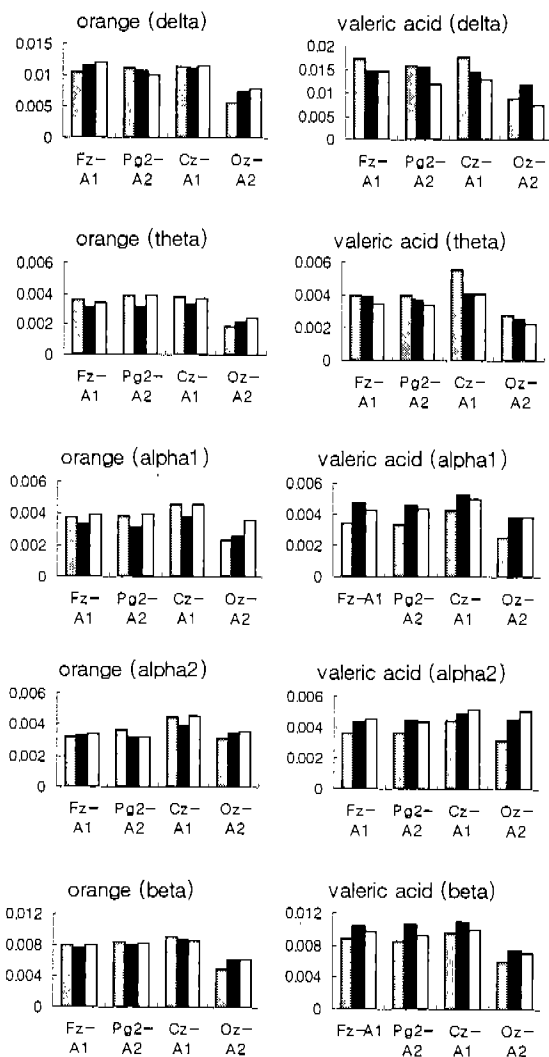


그림 3. orange 향과 valeric acid 향 자극에 대한 EEG 반응의 FFT분석. 110-20벵에 의한 Fz-A1, Pg2-A2, Cz-A1, Oz-A2에서 orange와 valeric acid의 후각 자극에 대한 EEG의 반응으로 향을 주기 전(before control), 향자극 중 그리고 향을 준 후(after control)의 EEG의 반응을 각각 1분씩, 5분 간격으로 측정하였다.

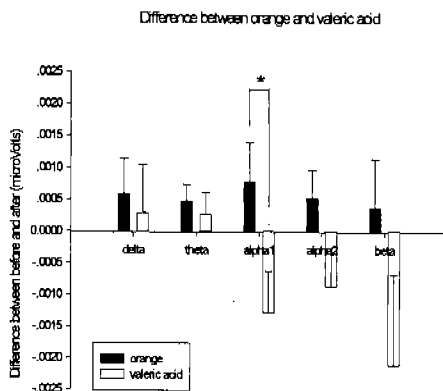


그림 4. Orange 향과 valeric acid 향 자극에 의한 Pg2-A1부위에서 EEG 반응의 차이. 향을 주기 전과 향을 주는 동안의 EEG의 차이를 유쾌한 향(orange)과 불쾌한 향(valeric acid)에서 비교 분석하였다. (* p(0.05))

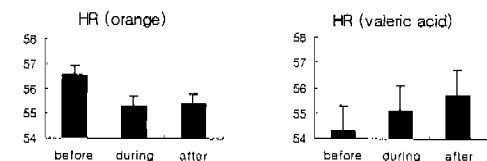


그림 5. orange 향과 valeric acid 향 자극에 대한 heart rate의 반응

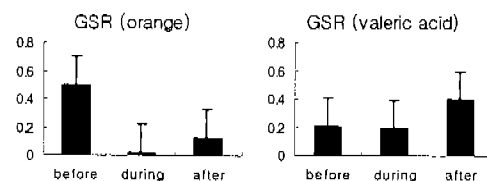


그림 6. Orange 향과 valeric acid 향 자극에 대한 skin conductance의 반응

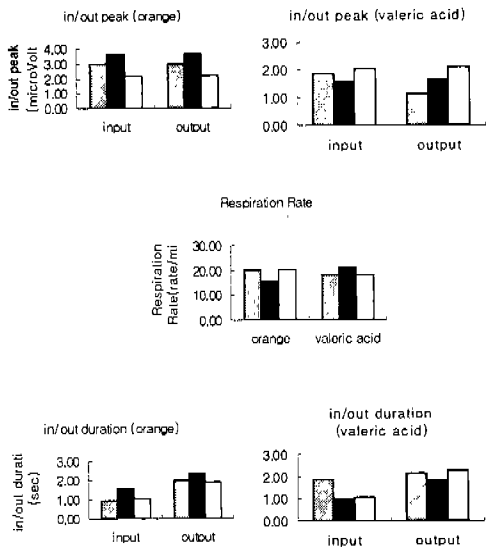


그림 7. Orange 향과 valeric acid 향자극에 대한 호흡의 반응

before control during stimulation after control

Emotional changes of EEG and autonomic response by olfactory stimuli with orange and valeric acid

Eunjoo Baik*, Yunyoung Lee*, Baehwan Lee**, Changhyun Moon*,
Soohwan Lee*, Heechul Han***

(*Ajou University, **Yonsei University, ***Korea University)

Abstract The present study was designed to investigate whether there is a consistent changes in the signals from the central and autonomic nervous system due to olfactory stimulation. The olfactory stimuli were 0.6% orange and 2.5% valeric acid and the stimuli through the olfactory stimulator with controlled consistent flow, controlled concentration, and saturated with vapour to prevent drying the nasal mucosa. A room air blank served as the control stimulus. EEG was recorded from 4channels according to the international 10-20 system. Additionally, ECG, EOG, heart rate, skin conductance and respiration were recorded continuously. The fast Fourier transform analysis of EEG waves was analysed with the power spectra. Averaged power spectra were computed for the following frequency bands : delta(0-4.5Hz), theta (4.5-7Hz), alpha1 (7-9.5Hz), alpha2 (9.5-12.5Hz) and beta (12.5-30Hz). With the results of the subjective sensibility test for the odor, the orange was related to pleasant and familiar and the valeric acid was related to unpleasant and bothersome.

There is the difference between orange and valeric acid in alpha1 at PG2-A2 channel. While the unpleasant stimuli seem to be increased in alpha1, alpha2 and beta waves at all channels. Also, the heart rate, galvanic skin resistance seem to be decreased by pleasant stimuli and the unpleasant stimuli showed the opposite. In respiration, respiration rate had been declining tendency, and input/output amplitude and duration showed an upward trend by olfactory stimulation with orange, while opposite by valeric acid.

In conclusion, the consistent EEG changes and the autonomic responses suggests the possibilities of the subjective signal of human sensibility.