

# CNV를 이용한 쾌/불쾌 향의 영향 평가

성은정, 민병찬, 한정수\*, 전광진, 전효정, 남경돈, 신미경, 정순철\*\*, 김철중

한국표준과학연구원 인간정보그룹

\*한국과학기술원 전자전산학과, \*\*건국대학교 의용생체공학부

## The Assessment of a Pleasant and an Unpleasant Odor by Contingent Negative Variation (CNV)

E.J. Sung, B.C. Min, \*J.S. Han, K.J. Jeon, H.J. Jeon,  
K.D. Nam, M.K. Sim, \*\*S.C. Chung, C.J. Kim

Ergonomics & Information Technology Group, Korea Research Institute of Standards and Science

\*Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, KAIST

\*\*Dept. of Biomedical Engineering, Konkuk University

### Abstract

본 연구에서는 사상관련전위인 수반음성변동(CNV)을 이용하여 쾌/불쾌 향의 영향을 평가하고자 하였다. 즉, 건강한 20대 성인을 대상으로 쾌한 향(레몬)과 불쾌한 향(E3) 자극에 따른 CNV의 전기성분 및 후기성분의 변화를 대뇌부위별, 가산횟수별로 비교 분석하였고, 쾌/불쾌 향의 자극 반복에 따른 주관적 평가도 부가하여 검토하였다. 그 결과, 쾌/불쾌 향은 CNV 후기성분의 중심엽 부위에서 10~15회 가산 평균의 경우 정량적으로 구별될 수 있는 가능성을 보였고, 주관적인 평가에서는 반복 자극횟수가 증가함에 따라 쾌/불쾌감이 저하하는 것을 알 수 있었다.

*keyword : Contingent Negative Variation(CNV), Event-related Potential(ERP), Olfaction, Pleasant/Unpleasant Odor*

### 1. 서론

향에 의해 인간의 기분, 감정, 정서는 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 그러나 향에 대한 효과는 구설이나 경험에 의존하는 경우가 많아 이것을 정량적으로 측정하는 방법은 확립되지 못한 실정이다.

후각은 냄새를 유발하는 물질이 후세포에 흡착하고 이 세포가 흥분하여 화학적 정보가 전기적 신호로 변환되어 뇌에 도달하면 냄새의 감각이 생기게 되는 것으로, 다른 감각에 비하여 순응이나 피로특성이 현저하고 다른 요인에 의한 영향으로 쉽게 변화한다[1]. 이러한 후각자극에 대한

대뇌활동을 파악하고자 유발전위, 사상관린전위 등을 이용한 연구들이 수행되어 왔다[2-5].

CNV(수반음성변동)는 사상관린전위로서, 자극을 예기하고 있을 때 출현하는 전위를 기록하는 것이다. 즉, S1(경고자극)과 S2(명령자극)의 각각 자극을 일정한 간격으로 제시하고 S2가 제시되면 신속하게 반응하도록 지시했을 때 S1과 S2 사이에 나타나는 완만하고 느린 음성의 전위변동을 말한다[6]. 이러한 기록은 예기, 주의, 각성, 기대, 의욕 등과 관련이 있고, 특히 CNV의 전기성분은 각성수준, 후기성분은 운동전위와 관련이 있다고 알려져 있으나 발생원리는 명확하지 않다.

CNV를 이용한 향의 연구로는 각종 향료의 향이 각성수준에 영향을 주어 특히 전기성분의 전두엽부위에서 잘 관찰된다는 보고가 있다[3]. 그러나 CNV 후기성분의 정신활동과의 관련은 확립된 이론이 없고, 향의 영향 평가시 중요한 인자인 쾌/불쾌 차원을 CNV에 적용한 예는 드문 실정이다.

본 연구는 향에 대한 인간의 대뇌의 영향을 정량적으로 평가하기 위하여, 쾌/불쾌 향에 대하여 CNV의 전·후기 성분별, 대뇌 부위별, 가산 횟수별 추이를 검토하였고, 향의 반복자극에 따른 주관적인 평가도 부가적으로 검토하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험 대상

피험자는 후맹이 아닌 20대의 건강한 성인 22명(20~26세의 남녀 각각 11명)을 대상으로 하였다. 모든 피험자는 실험전날 충분한 수면을 취하도록 하고, 실험 전에는 각성수준에 영향을 줄 수 있는 카페인, 약물 등의 섭취를 금지시켰으며, 실험에 참가할 때에는 후각에 영향을 줄 수 있는 향수 등을 사용을 금하였다.

### 2.2 실험 환경 및 실험시약

실험은 본 연구팀에서 구축한 5.5m×3.5m×2.4m 규격의 방음, 전기적 절연, 흡기와 매기시설을 갖춘 후각실험 전용 챔버에서 수행하였다. 또한 실험 중에는 실내온도(24℃), 상대습도(40%~50%), 조도(150~200Lx)를 일정하게 유지하여 환경인자에 의한 영향을 최소화하였다.

CNV 데이터 수집을 위한 자극 제시는 자체 제작한 자극제시기(simulator)를 이용하여 일정 시간 간격으로 S1(청각자극), S2(시각자극)를 실험 프로토콜에 맞추어 피험자에게 제시하였다. 자극 제시와 피험자의 뇌파 신호 획득은 자극제시기의 동기 신호(trigger signal)를 이용하여 실험 프로토콜에 정확히 일치하도록 하였다.

본 실험에서는 쾌한 향으로 100%의 Lemon oil misitano (Kimex Co. Ltd.), 불쾌한 향으로 E3 (Skatole; Takasago Co. Ltd., Japan)를 실험 시약(향)으로 사용하였으며 무향을 안정 상태로 하였다. 쾌한 향과 불쾌향의 제시순서는 각 피험자에 따라 임의적으로 선택되었다.

### 2.3 실험 프로토콜

그림1은 각 시행의 프로토콜을 나타낸 것이다. 2초간 향을 피험자의 코앞(1cm 이내)에 제시하였고, 향이 제거됨과 동시에 챔버 외부에서 피험자의 뇌파 신호가 획득되도록 하였다. 데이터 획득 시작 3초 후에 경고신호로서 S1자극(청각자극: white noise)이 피험자가 착용하고 있는 헤드폰을 통하여 20msec 동안 제시되었으며, S1자극 2.3초 후 S2 자극(시각자극: red lamp)이 피험자의 전방에 제시되었다. S2 자극이 제시되면 피험자는 버튼을 가능한 한 빨리 눌러 S2 자극을 사라지게 하였다. 또한 피험자의 각성도를 높이기 위하여 S1과 S2사이에 Green Lamp를 랜덤하게 점등시켰다.

각 단위시행은 30초로 구성되어 있고, 버튼을 click한 후에는 각성/진정, 쾌/불쾌 차원의 주관평가를 실시하였다. 각 향에 대하여 30회 정도

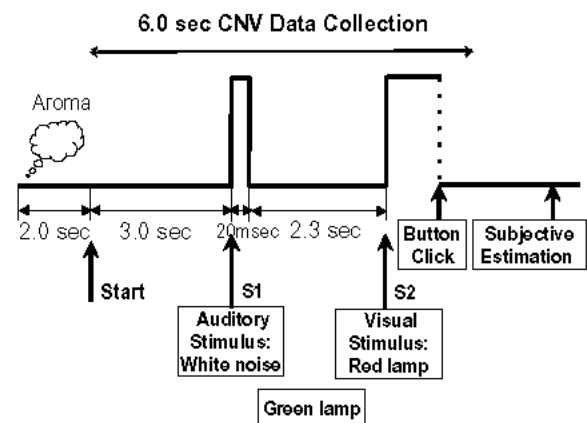


그림 1 실험 protocol

반복하여 실시하였으며, 각 조건은 30분 정도 소요되었다. 또한 각 조건(1 session)이 끝나면 향의 전체적인 느낌에 대하여 주관평가를 실시하고, 10분간 배기 시스템을 가동시켜 잔존 향을 제거하였으며 그 동안 피험자는 휴식을 취하면서 주의를 환기시켜 향에 대한 순응 효과를 제거하였다.

## 2.4 측정 및 분석방법

뇌파 측정은 국제 10-20 system에 따라 Fz, Cz, Pz의 3부위를 측정하였고, 기준전극은 왼쪽 컷볼(A1)에 부착하여 단극 유도법으로 측정하였다. 3초의 시정수와 100Hz의 저역 통과 필터를 거친 후 GRASS Link-15를 이용하여 뇌파를 증폭하였으며 전극사이의 저항은 5 k $\Omega$  이하가 되도록 하였다.

측정된 뇌파 신호에서 피험자의 눈 깜빡임, 안구운동, 몸의 움직임 등의 artifact에 의하여 뇌파 신호가 변형이 된 경우는 신호분석에서 제외하였고, 20회의 시행을 대상으로 순차 가산 평균하였다. 자발적인 뇌파 신호 및 노이즈와 같은 불규칙적인 신호를 효과적으로 제거하기 위해 평균화 과정(averaging)을 거치는데, 이 과정을 거친 뇌파 신호들은 S1 자극이 주어지기 전 0.5초 동안(baseline)의 뇌파 신호 측정값의 평균값을 기준으로 기저선을 교정하였다. 신호분석은 matlab을 이용하였으며, CNV 신호의 전기성분과 후기성분을 적절히 구분하기 위해 주성분분석을 실시하였다. 전·후기성분의 구간을 결정한 후에는 각 구간별로 5회, 10회, 15회, 20회 가산 평균한 경우의 전기 및 후기 성분의 면적값을 비교하였고, 조건간에는 t-test를 이용하여 유의차를 검증하였다.

## 3. 실험 결과

### 3.1 CNV 전·후기 성분 추출

CNV는 각 향 조건마다 수화에서 수삽회 시행한 뇌파를 가산 평균하여 산출하는 것으로 자발 뇌파에 비하여 평균화 될 수 있으나, CNV 성분의 시간대는 유발자극의 종류나 강도, S1-S2간격, 피험자 등에 의해 달라질 가능성이 있다. 따라서 가산 평균한 CNV를 주성분분석을 실시하

여 전기 및 후기 성분으로 추출하고자 하였다.

주성분분석에서는 756개(피험자:21명 $\times$ 전극:3부위 $\times$ 향:3조건 $\times$ 가산횟수:4조건)의 S1~S2 구간(3.0sec~5.2sec)을 50msec 단위로 분할하여 44개 소구간의 평균치를 산출하였다. 이렇게 44개의 소구간과 756개의 CNV 데이터 변량으로 구성된 Data matrix에 의해 주성분분석(Varimax Rotation)을 실시한 결과, 4개의 주성분이 추출되었다(누적기여율: 87.9%). 제1주성분은 구간20~구간44까지 연속적이고, 제2주성분은 구간9~19까지 연속적이며, 제3주성분은 구간1~2, 5~8, 제4주성분은 구간3~4로 나타났다. 시간대로는 제1주성분이 3.95~5.2sec, 제2주성분이 3.4~3.95sec로서 각각 후기성분, 전기성분으로 보여 지지만 시간간격을 통일시키기 위해 제1주성분을 기여율이 높은 순서대로 11개의 구간을 보면 구간33~43까지 연속적이므로 이 구간의 시간대인 4.6~5.15sec를 후기성분으로 선정하였다. 즉, 전기성분은 제2주성분인 구간9~19까지의 3.4~3.95sec로, 후기성분은 제1주성분 중에서 구간33~43까지의 4.6~5.15sec로 각각 0.55sec의 구간으로 추출하였다.

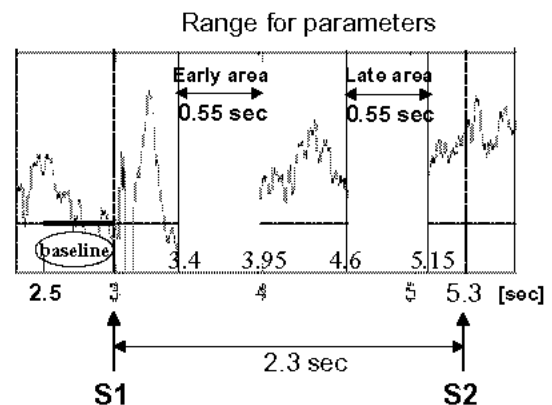


그림 2 매개변수 추출 구간

### 3.2 전·후기 성분에 따른 CNV 면적비

안정된 파형을 보인 8명의 피험자에 대하여 Control(무향)에 비하여 쾌 및 불쾌 향에 의한 CNV의 전기 및 후기 성분의 증감을 대뇌의 전두엽(Fz), 중심엽(Cz), 두정엽(Pz)의 세 부위별, 그리고 가산횟수별(5회, 10회, 15회, 20회)로 그림3에 나타내었다.

쾌한 향(레몬)은 전기성분의 모든 경우 있어서 Control(X축)에 비하여 감소를 나타내었고, 불쾌향(E3)는 대체로 감소를 나타내었으나 일부 Cz 및 Pz부위에서 증가를 보이기도 하였다. 전기성분에서 Fz부위의 10회 가산평균의 경우, Cz부위의 5, 10, 15회 가산평균의 경우, Pz부위의 5회 가산평균의 경우에서 Control에 비하여 통계적으로 유의하게 감소하였고( $p < 0.05$ ), 두 향간의 유의차는 인정되지 않았다.

한편 후기성분에서는 각 부위별로 증감형태가 상이하게 나타나, 대체로 Fz부위에서는 감소하고 Pz부위에서는 증가하는 형태를 나타내었다. 또한 Cz부위에서는 5회 가산평균의 경우는 증가하고 20회 가산평균의 경우는 감소하는 양상을 보였으나, 10회 및 15회 가산평균의 경우는 레몬이 감소하고 E3가 증가하여 쾌/불쾌 향에 따른 증감의 차이가 보였으며 두 향간의 유의차도 인정되었다( $p < 0.05$ ).

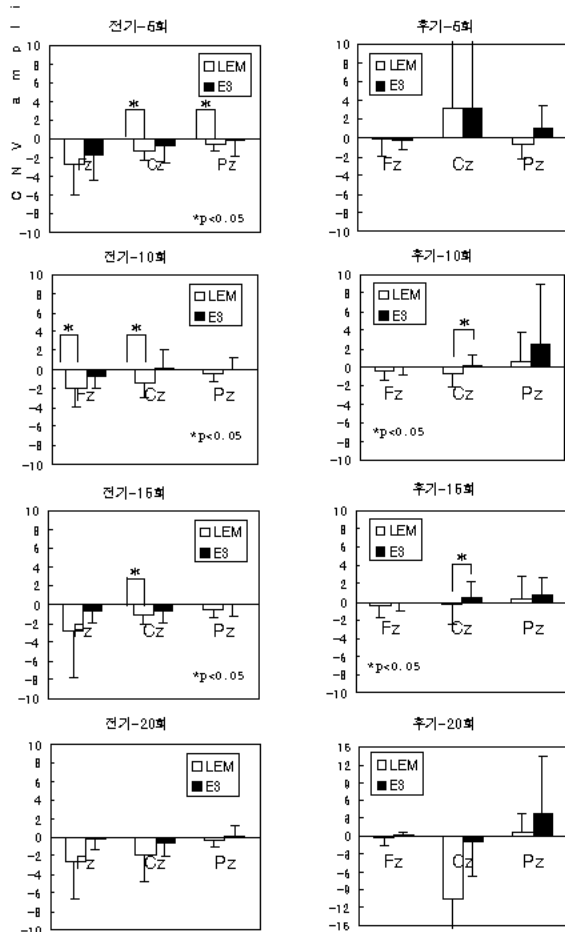


그림 3 쾌/불쾌 향에 따른 CNV 전·후기 성분

### 3.3 주관적 평가

CNV의 각 시행이 끝나는 즉시 긴장/이완 및 쾌/불쾌에 관한 주관평가를 실시하여 동일한 향 자극 반복 횟수에 따른 주관적 평가의 추이를 관찰하였다(그림4).

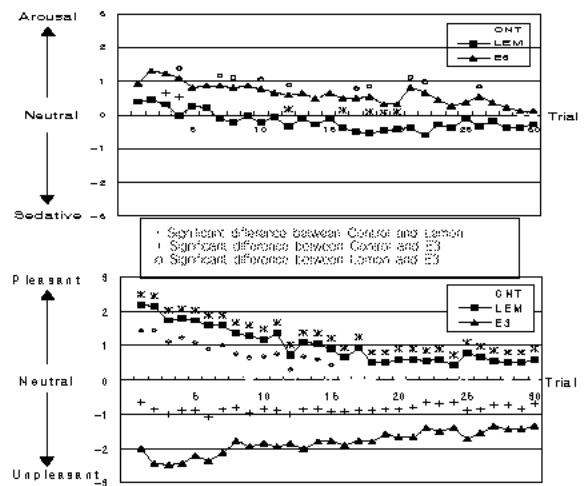


그림 4 향 자극의 반복횟수에 따른 주관적 평가

향 조건과 반복횟수에 대한 2원 분산분석의 결과 긴장/이완에 있어서는 교호작용이 인정되지 않았으나, E3가 다소 긴장되고 레몬이 약간 이완되는 것으로 나타났으며, Post-hoc test의 결과에서는 부분적으로 유의차가 인정되었다.

쾌/불쾌에 있어서는 2원 분산분석의 결과 교호작용이 인정되어 반복횟수에 따른 향 조건간의 차이가 현저하게 나타났다. 즉, Control에서는 쾌하지도 불쾌하지도 않으나, 레몬은 모든 횟수에 있어서 쾌하게 평가되었고, E3는 모든 횟수에 있어서 불쾌하게 평가되었다. 쾌한 향은 1회에서 가장 쾌하게 느끼고 횟수가 증가할수록 쾌하지도 불쾌하지도 않은 쪽으로 이동하여 15회까지에서 Control과 유의차가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 불쾌향은 모든 횟수에 있어서 불쾌하게 느껴 Control과 레몬에 비하여 유의하게 불쾌하게 평가되었다( $p < 0.05$ ). 특히, 불쾌향에 있어서는 1회에 비하여 2~4회의 경우에 더욱 불쾌하게 느끼고 그 이후에는 횟수가 증가할수록 쾌하지도 불쾌하지도 않은 쪽으로 이동하였다.

또한 각 향조건의 시행이 종료된 후 실시한 선호도의 결과에서도 Control에 비하여 유의하게 레

본이 “좋다”로, E3가 “나쁘다”로 평가되어( $p < 0.05$ , 그림5), 쾌/불쾌에 대한 평가와 유사하게 나타났다.

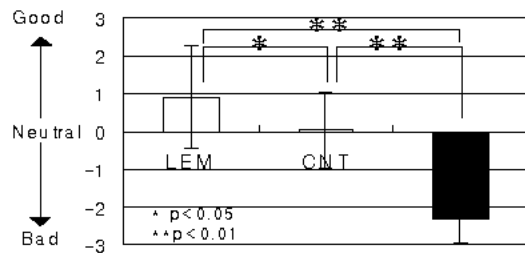


그림 5 향 조건별 주관적 선호도

#### 4. 결론

본 연구에서는 향의 정량적 평가 방법으로서 CNV를 이용하여 쾌한 향과 불쾌한 향의 영향을 비교 분석하였다. 즉, 무향(Control)일 때에 비하여 쾌/불쾌 향에 의한 CNV의 전기 및 후기 성분의 증감을 Fz, Cz, Pz의 세 부위별, 가산횟수별로 구분하여 평가하였다. 가산 평균한 CNV Amplitude를 주성분분석을 실시하여 전기 및 후기 성분으로 추출한 결과, 제1주성분인 S1제시 후 4.6~5.15sec를 후기성분으로, 제2주성분 중에서 기여율이 높은 3.4~3.95sec를 전기성분으로 추출하였다.

추출된 전/후기 구간에서 쾌/불쾌 향에 따른 CNV의 면적비를 비교한 결과, 쾌한 향은 전기 성분의 5~15회 가산평균의 경우 Control에 비하여 유의하게 감소를 나타내었고, 후기성분에서 Cz부위의 10~15회 가산평균의 경우 쾌한 향은 감소하고 불쾌 향은 증가하여 유의차가 인정되었다. 이것은 쾌한 향으로 선택한 레몬의 진정효과가 전기성분에서 반영된 것으로 보이며, 후기성분에서 쾌/불쾌 향의 증감이 상반되는 것으로부터 후기성분의 중심엽 부위가 쾌/불쾌와 관련이 있을 가능성을 시사하고 있다. 또한 모든 부위에 있어서 20회 가산평균의 경우는 유의차가 인정되지 않아 가산횟수는 5~15회가 적절한 것으로 사료되었다.

동일한 향 자극 반복 횟수에 따른 주관적 평가에서는 각성/진정의 감성은 뚜렷이 구별되지 못했다. 그러나 쾌/불쾌 감성은 1회~30회의 반복

자극에 의해 두 향간에 유의하게 구별되었고, 두가지 향 모두 횟수가 반복됨에 따라 중립쪽으로 이동하는 경향을 보였으며, 특히 쾌한 향은 1회~15회에서만 Control에 비하여 유의차가 인정되어 향의 순응효과를 나타내는 것으로 보였다.

이상의 결과로부터 쾌/불쾌 향은 CNV의 후기 성분의 중심엽 부위에서 10~15회 가산평균의 경우 정량적으로 구별될 수 있는 가능성을 보였고, 주관적인 평가에서는 반복 자극횟수가 증가함에 따라 쾌/불쾌감이 저하하는 것을 알 수 있었다. 본 연구결과를 토대로 보다 다양한 실험을 통하여 향의 정량적으로 평가방법이 구축된다면 지금까지 경험에만 의존했던 방향·향장 업계에 신뢰성 있는 정보를 제공해 줄 수 있고 향기산업 등에 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 피험자 수 및 연령층의 확대를 보다 신뢰로운 DB를 구축하는 것이 필요하겠고, 대뇌의 좌우반구에서의 차이를 알아보는 것도 향후 필요한 연구라고 생각된다.

#### 5. 참고문헌

- [1] 高木貞敬·瀧谷達明, 匂の科學, 朝倉書店, p3-9, 1989
- [2] Kobal G & Hummel T, Olfactory evoked potential activity and hedonics, In *Fragrance*, ed. S.V. Toller & G.H. Dodd, p175-194, 1992
- [3] Torii S, Fukuda H, Kanemoto H, Miyachi R, Hamauzu Y and Kawasaki M, Contingent negative variation(CNV) and the psychological effects of odour, In *Perfumery*, ed. S. Van Toller & G.H. Dodd, p107-120, 1988
- [4] Lorig T.S, The application of electroencephalographic techniques to the study of human olfaction: a review and tutorial, *Int J Psychophysiol*, 36, p91-104, 2000
- [5] Masago R, Shimomura Y, Iwanaga K and Katsuura T, The effects of properties of odors and attentional modulation on the olfactory event-related potentials, *J Physiol Anthropol*, 20(1), p7-13, 2001
- [6] Walter W.G, Cooper R Aldridge V.J, McCallum W.C and Winter A.L, Contingent negative variation: an electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain, *Nature*, 203, p380-384, 1964