

## 음향감성에 의한 전전두엽의 비대칭성과 심박동변이도

### Asymmetric Activation in the Prefrontal Cortex and Heart Rate Variability by Sound-induced Affects

김원식\*† · 장은혜\*\* · 이지혜\*\* · 이상태\*\*\*

Wuon-Shik Kim\*† · Eun-Hye Jang\*\* · Ji-Hye Lee\*\* · Sang-Tae Lee\*\*\*

한국표준과학연구원 생활계측그룹\*

Human Life Measurement Group, Korea Research Institute of Standards and Science

충남대학교 심리학과\*\*

Dept. of Psychology, Chungnam National University

한국표준과학연구원 지식정보그룹\*\*\*

Technical Information & Computing Group, Korea Research Institute of Standards and Science

**Abstract :** This study is aimed to inspect how the different sensitivities in Behavioral activation system(BAS) and behavioral inhibition system(BIS) modulate on the properties of physiological responses stimulated by positive or negative affective sound. We measured the electroencephalogram(EEG) and electrocardiogram (ECG) of 32 students, consisted of four groups depending on the BAS and BIS sensitivities, during listening to meditation music or noise. The EEG was recorded at Fp1 and Fp2 sites and power spectral density(PSD) of HRV was derived from the ECG, and the power of HRV was calculated for 3 major frequency ranges(low frequency[LF], medium frequency and high frequency[HF]). After listening to music or noise, subjects reported the affect induced by the sound.

For EEG, the power in the alpha band at Fp2, especially in the alpha-2 band(9.0-11.0 Hz) increased during the subjects listening to music, while the power at Fp1 increased during noise. During listening to meditation music, there is a tendency that the left-sided activation in prefrontal cortex(PFC) is positively correlated with the difference of BAS(Z)-BIS(Z). During listening to noise, there is a tendency that the right-sided activation in PFC is dominant in case any of the sensitivity of BAS or BIS is high. For HRV, we found that the index of MF/(LF+HF), during listening to music, was higher significantly in the individuals with a low BIS but high BAS than in the individuals with a low sensitivity both BIS and BAS individuals. With high BIS, regardless of the BAS sensitivity, the difference of this index values was not significant.

---

† 교신저자 : 김원식(한국표준과학연구원 환경안전계측센터 생활계측그룹)

E-mail : wskim@kriss.re.kr

TEL : 042-868-5471, 5454

FAX : 042-868-5455

From these results we suggest that the physiological responses of different individuals in BAS and BIS react differently under the same emotionally provocative challenge.

**Key words** : behavioral activation system(BAS), behavioral inhibition system(BIS), sound, prefrontal cortex (PFC), heart rate variability(HRV)

**요약** : 본 연구에서는 행동활성화체계(behavioral activation system : BAS)와 행동억제체계(behavioral inhibition system : BIS)의 개인차가 음향감성에 의한 전전두엽의 비대칭성과 심박동변이도(heart rate variability : HRV)에 미치는 영향을 밝히고자 하였다. 이를 위하여 피험자들을 BAS와 BIS 민감성의 고저에 따라 네 집단으로 분류하고 명상음악과 소음이 제시되는 동안 전전두엽의 비대칭성과 심박동변이도를 측정하였다.

전전두엽의 비대칭성을 측정한 결과, 명상음악에서는 BAS가 BIS에 비하여 민감도가 상대적으로 높을수록 전전두엽 편측치(asymmetry score)가 증가하였고, 소음조건에서는 BAS와 BIS 중 어느 하나라도 민감도가 높으면 소음과 같은 부정감성을 유발시키는 음 환경에서는 전전두엽의 편측치가 감소하는 것으로 나타났다. 또한 부정감성이 상대적으로 우측 전전두엽의 활성화를 증가시키는 반면, 긍정감성은 좌측 전전두엽의 활성화를 증가시킴을 알 수 있었다. 심박동변이도를 각 주파수 대역별로 전력을 분석한 결과, 명상음악에서는 BAS가 높고 BIS는 낮은 집단이 BAS와 BIS가 모두 낮은 집단에 비하여 심박동변이도의 감성평가지표로 알려진 MF/(LF+HF)가 유의하게 높았다. 또한 BAS가 높고 BIS는 낮은 집단은 명상음악 청취시가 소음 청취시에 비하여 MF/(LF+HF)가 더 높은 경향을 보였는데, 이는 BAS가 높고 BIS는 낮은 집단이 다른 집단에 비하여 긍정감성에 더 민감함을 의미한다.

본 연구결과는 전전두엽 비대칭성과 심박동변이도, 특히 MF/(LF+HF)가 긍정 및 부정감성을 평가할 수 있는 지표로 사용될 수 있음을 시사한다.

**주제어** : 행동활성화체계, 행동억제체계, 소리, 전전두엽, 심박동변이도

## 1. 서론

행동활성화체계(behavioral activation system : BAS)와 행동억제체계(behavioral inhibition system : BIS)는 개인의 행동과 정서에 기초가 되는 중요한 뇌의 동기체계로서, 해로운 것은 피하고 새로운 것을 탐색하는 기질 특성에 기초한다[8]. BAS는 접근하려는 행동을 활성화시키며, 긍정정서를 경험할 때 야기되는 촉진 자극(보상 또는 성공)에 의해 주로 활성화되고, 충동 성향(trait impulsiveness : 특질 충동)에 대한 인과적 기저로서 작용한다. 특히, BAS 민감성이 클수록 촉진자극에 대하여 더 큰 반응을 보이고, 유인가(incentive value)를 추구하며 열망, 기쁨 등과 같은 긍정감성을 유발하는 역할을 한다. 반면, BIS는 행동억제를 야기하는 혐오자극

에 의해 활성화되며 불안 성향(trait anxiety : 특질 불안)에 대한 인과적 기저로 작용한다. 또한 처벌 또는 좌절, 공포 유발이나 새로운 자극에 민감하여 부정적 결과를 회피하게 하며, 혐오나 슬픔 등과 같은 부정감성을 유발하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다[5, 14]. Fowles[7]는 BAS의 신경기저는 중격에서의 가장 큰 신경핵(nucleus accumbent)을 중심으로 하는 신진대사의 도파민체계 활동으로서, 그 활성화는 심박률(heart rate : HR)의 증가와 관련이 있으며, BIS는 중격해마(septohippocampal) 체계, 척수로부터의 모노아민 구심성 신경체계, 전두엽에 신경피질(neurocortical)의 투사 신경체계를 포함하며, 피부전기활동(electrodermal activity : EDA)의 증가와 관련이 있음을 보고하였다.

Davidson 등[6]은 전기생리적 측정을 통하여 감

성유도체에 따른 전전두엽의 비대칭적 활성화에 대한 BAS와 BIS를 단일차원에서 해석하였고, Sutton과 Davidson [17]은 전기생리적 측정을 이용한 전전두엽의 비대칭성 연구를 통하여 Gray의 행동억제와 행동활성화 개념을 반영시켜 고안된 자기-보고평가 점수[5]를 예측할 수 있음을 보고하였다. 기저선 상태에서 좌측 전전두엽이 활성화되는 사람은 긍정감성 유발 장면에 대하여 더욱 긍정감을 보이고, 우측 전전두엽이 활성화된 사람은 부정감성 유발 장면에 더욱 부정감을 보인다[18]. 또한 음향자극에 의한 전전두엽의 비대칭적 활성화에 대한 연구에서, 뇌전도 전력스펙트럼 분석을 통하여 긍정감을 느낄 때는 좌측 전전두엽이 더 활성화되는 반면, 부정 감성을 느낄 때는 우측 전전두엽이 더 활성화되며[2, 10], 특히 알파-2 대역(9~11 Hz)에서 잘 나타났다[10, 11]. 또한 Ravaja와 Kallinen [15]는 뉴스캐스터의 새로운 뉴스를 보거나 읽을 때 BAS와 BIS, 긍·부정정서가 자율신경계 반응에 미치는 영향을 연구한 바 있다. 또한 Heponiemi 등 [9]은 65명의 성인을 대상으로 BAS와 BIS의 민감성과 심장관련 자율신경계의 스트레스 반응과의 관계를 연구한 결과, BAS 민감성은 HR 반응과 스트레스 과제(암산과제, 반응시간 과제, 발표과제)를 수행하는 동안 부교감신경 활동의 수축과 관련되어 있으나, 기저선 수준과는 관련이 없는 것으로 나타났다. 또한, BIS 민감성은 스트레스 상태와 기저선 수준에 대한 모든 생리반응과 관련이 없는 것으로 나타나, 심장반응을 나타낸 BAS는 부교감 신경계에 의해 조절되는 것으로 나타났다.

심박동변이도(heart rate variability : HRV)는 교감신경과 부교감신경의 균형을 정량적으로 측정할 수 있고 전체적인 심신경 기능을 평가하는 비침습적인 생리지표이며[13], 정서상태를 평가하는 데 유용하게 사용되어 왔다[16]. 감성과 HRV의 상관성에 대한 연구결과, 부정감을 느낄 때는 LF/HF가 증가하는 반면, 긍정감을 느낄 때는 MF영역과(LF+HF)영역의 전력스펙트럼 비율을 나타내는 MF/(LF+

HF)가 증가하며, 특히 후자는 감정상태의 변화와 밀접한 관계를 갖는다고 알려져 있다[12].

이처럼 BAS와 BIS는 중추신경계 및 자율신경계의 반응과 밀접한 관련을 가진다. 본 연구에서는 BAS와 BIS 민감성의 고저에 따라 네 집단으로 분류하고, 뇌전도와 HRV를 통하여 긍·부정감성에 따른 중추와 자율신경계 반응을 동시에 밝히고자 하였다.

## 2. 방법

### 2.1 피험자

380명(남 : 165명)의 오른손잡이 대학생을 대상으로 BAS와 BIS 민감성을 평가하고, BAS와 BIS 민감성 수준의 상위 30%(민감)과 하위 30%(둔감)을 기준으로 다음의 4개 집단으로 분류하였다. 집단 1 : BAS와 BIS 민감성이 모두 높은 집단, 집단 2 : BAS 민감성은 높고 BIS 민감성은 낮은 집단, 집단 3 : BAS 민감성은 낮고 BIS 민감성은 높은 집단, 집단 4 : BAS와 BIS 민감성이 모두 낮은 집단이 그것이다. 각 집단별 8명씩, 4개 집단 전체에 32명이 피험자로서 본 실험에 대한 동의를 하여 자발적으로 참여하였다[10].

### 2.2 음향제시 및 측정환경

본 연구에 사용된 긍정감성 자극은 명상음악(Meditation De Thais, (주)오케이미디어의 CD), 부정감성 음향은 ‘굴착기소음’과 ‘헬리콥터 소음’ 등 ((주)오아시스의 효과음 5집CD)이었고, CD Player와 AUDIO MIXING CONSOLE, 그리고 2개의 스피커를 통하여 각 5분 동안 피험자 위치에서 평균 60 dB(A)가 되도록 스테레오로 제시되었다. 스피커와 피험자와의 거리는 대략 2.5 m이었다.

### 2.3 실험절차

실험절차는 다음과 같다; 실험소개 및 전극부착(20분)→(안정상태(5분)→음향청취(명상음악 또는 소음: 5분)→음향감성평가→안정상태). (3번 반복)

음향청취는 순서효과를 제거하기 위하여 명상음악 또는 소음을 무선(random)으로 제시하였다.

### 2.4 심리평가 도구

BAS와 BIS의 민감성 평가는 Carver 등[5]이 개발하고 김교현 등[1]이 번안하여 만든 Likert식 5점 척도의 20개 문항(BAS 민감성 평가문항 13개, BIS 민감성 평가문항 7개)을 토대로 하였다.

음향감성평가는 한국어의 의미론적 구조[3]를 참고하여 Likert식 4점 척도로 구성된 소리관련 감성형용사 10개 쌍을 활용하였다(표 1).

표 1. 음향감성평가 질문지 문항

1. 시끄럽다
2. 듣기 좋다
3. 정감 있고 평온하다
4. 신경질 난다
5. 리듬 있고 흥겹다
6. 거북하다
7. 시원스럽고 경쾌하다
8. 짜증난다
9. 기운차고 박력 있다
10. 불쾌하다

### 2.5 뇌전도와 HRV 해석 및 통계분석

뇌전도의 측정부위는 Fp1, Fp2, 기준전극 위치는 A1, 접지는 이마(forehead)로 하였고, 알파-2 대역의 전력(power)을 각 음향조건에 대한 지표로 사용하였다. 전전두엽 편측치(asymmetry score : AS)는 식 (1)에서와 같이, Fp1에서의 알파-2 대역 전력을 millilog로 변환시킨 값을 Fp2에서의 전력을 millilog로 변환시킨 값으로부터 빼서 구하였다.

$$\begin{aligned} AS &= 1,000\log_{10}(Fp2) - 1,000\log_{10}(Fp1) \\ &= 1,000\log_{10}(Fp2/Fp1) \end{aligned} \quad (1)$$

여기에서 Fp1과 Fp2는 각각 Fp1과 Fp2 위치에 서 뇌파의 알파-2 대역에 대한 전력을 나타낸다. 식 (1)에서 전전두엽 편측치가 양(+)의 값이면 우측 부위의 알파-2 대역 전력이 더 큼(좌측부위가 더 활성화되었음)을 반영하고, 음(-)의 값이면 그 반대를 나타낸다[17]. 그러나 베타대역과 감마대역에 대한 전전두엽 편측치는 이 주파수 대역에 대한 알파 대역 전력의 기어[4] 등으로 전전두엽의 비대칭성을 평가하기에 적합하지 않다.

한편, HRV의 주파수 대역은 0.01~0.08 Hz, 0.08~0.15 Hz, 0.15~0.5 Hz 영역으로 나누어 각 영역에 해당되는 전력스펙트럼의 적분치를 LF, MF, HF로 나타내었고, LF/HF와 MF/(LF+HF)를 음향감성 평가지표로 사용하였다.

결과분석은 SPSS 10.0을 이용하였고, LF/HF와 MF/(LF+HF)에 영향을 미치는 음향, BAS민감성, BIS민감성의 상호작용을 밝히기 위해 안정상태의 LF/HF와 MF/(LF+HF)를 공변인으로 하여 공변량분석(F검증)을 했다. 통계적 유의성 결정기준은 종속변수들의 탐색적인 성질을 감안해  $p < .10$  수준으로 했다.

## 3. 결과

### 3.1 음향감성 심리평가 결과

BAS와 BIS 및 음향을 독립변인으로 하여 음향 감성평가 점수에 대한 변량분석을 실시한 결과, 상호작용 효과는 유의하지 않았고 음향의 주효과만 유의하게 나타났다( $F(1, 18) = 404.45, p < .001$ ). 집단 1과 집단 3은  $p < .01$  수준에서, 집단 2와 집단 4는  $p < .001$  수준에서 소음 조건에 비하여 명상음악 조건에서 유의하게 높은 긍정감성을 보고하였으나, 명상음악 조건과 소음 조건 각각에 대한 4개 집단 서로 간에는 유의한 차이가 없었다(그림 1).

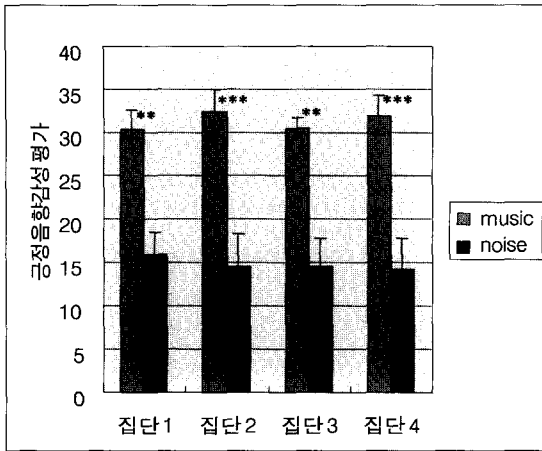


그림 1. 집단별 명상음악(music) 조건과 소음(noise) 조건에서의 음향에 의한 긍정감성평가 차이 검증 (\*\*p < .01, \*\*\*p < .001)

### 3.2 뇌전도 분석 결과

공변량분석을 실시한 결과, BAS와 BIS 민감성과 음향조건의 상호작용효과[F(2,56) = 3.96], 음향조건과 BAS 민감성의 이원상호작용효과[F(2,56) = 5.07], 음향조건에 대한 주효과[F(2,56) = 6.79]가 유의한 것으로 나타났으나, 음향조건과 BIS 민감성의 상호작용효과는 유의하지 않았다[F(2,56) = 1.91](그림 2).

그림 3은 BAS와 BIS의 민감성에 따른 명상음악 조건에서의 전전두엽 편측치를 나타낸 것으로, 명상음악에서 집단 3, 집단 1, 집단 4, 집단 2의 순으로 BAS(z)-BIS(z) 값이 증가할수록 전전두엽 편측

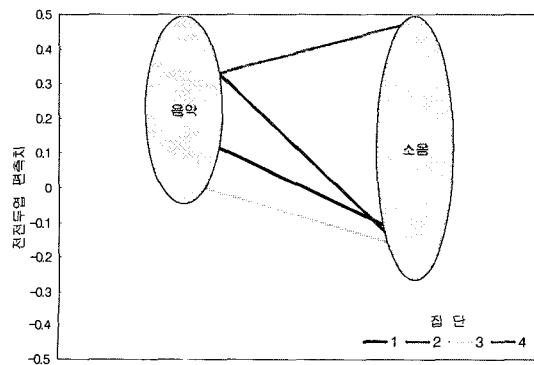


그림 2. 명상음악과 소음조건에서의 전전두엽 편측치의 상호작용효과

치는 선형적으로 증가하였다(대학생 380명의 BAS와 BIS 민감도 각각에 대한 평가 점수가 평균이 “0”이 되고 표준편차가 “1”이 되도록 Z-변환시켜서 380명 각각의 BAS(z)와 BIS(z)를 구한 뒤, BAS(z)-BIS(z) 값을 계산하여 본 실험에 참여한 피험자들에 대하여 집단별로 그 평균값을 구하였으며 연속적인 값을 갖는다).

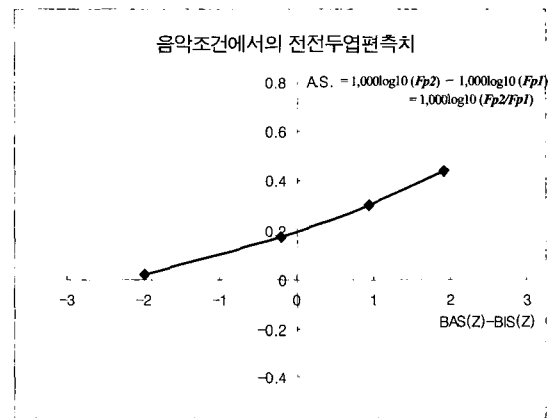


그림 3. 행동활성화체계의 민감성에 따른 명상음악 조건에서의 전전두엽 편측치(asymmetry score : AS) [BAS(z)와 BIS(z)는 BAS와 BIS 평가점수를 Z-변환시킨 값]

### 3.3 HRV 분석 결과

HRV를 분석한 결과, LF/HF에는 유의한 변화가 없었지만, MF/(LF+HF)에는 상호작용이 유의한 결과를 보였다[F(1,18) = 3.81, p < .10](그림 4). 상호작용의 원인을 알아보기 위하여 단순상호작용효과를 분석한 결과, BIS 민감성이 낮은 집단에서 이원 상호작용이 유의하게 나타난 반면[F(1,9) = 7.43, p < .05], BIS 민감성이 높은 집단에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다[F(1,7) = 0.01, p > .05](그림 4).

BIS 민감성이 낮은 집단에서, BAS 민감성이 높은 경우에는 소음조건에 비하여 명상음악취취 상태의 MF/(LF+HF)가 더 높은 경향을 보인 반면 [t(5) = 2.44, p < .10], BAS 민감성이 낮은 경우에는 음향 자극 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다[t(5) =

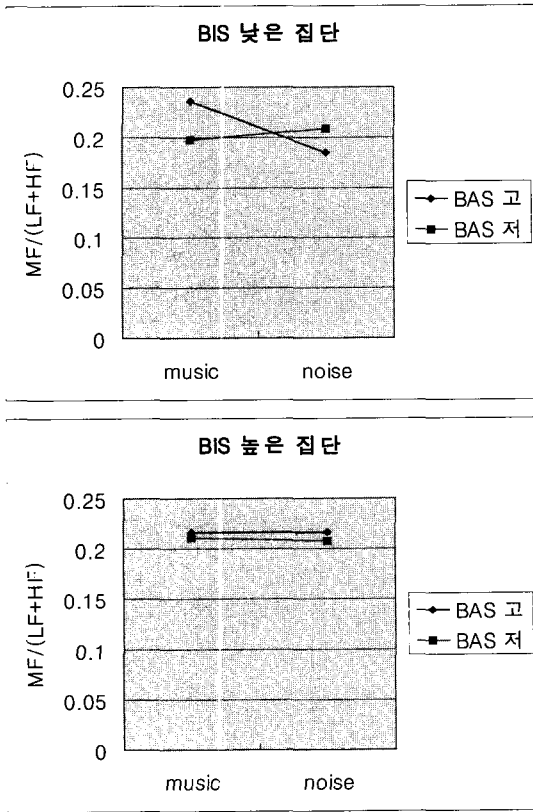


그림 4. BAS, BIS 및 음향이 MF/(LF+HF)에 미치는 3원 상호 작용: BIS 낮은 집단(위), BIS 높은 집단(아래). [BAS 고: BAS 민감성 높은 집단, BAS 저: BAS 민감성 낮은 집단]

0.73,  $p > .10$ ). 명상음악 청취시 BIS 민감성이 낮은 집단에서 BAS의 민감성이 낮은 피험자들(집단4)에 비하여 높은 피험자들(집단 2)의 MF/(LF+HF)가 높게 나타났으나  $F(1,11) = 5.01, p < .05$ , 소음조건에서는 유의한 차이가 없었다( $F(1,11) = 1.04, p > .05$ )(그림 4(위)).

#### 4. 고찰

본 연구에서 음향감성평가 결과, 명상음악조건은 소음조건에 비하여 긍정감성에 대한 감성평가치가 높았고, BAS는 높고 BIS가 낮은 집단 2는 명상음악에 대하여 가장 높은 긍정감성을 보였다(그림1).

뇌전도 연구 결과, 안정상태에서의 전전두엽 편

측성은  $BAS(Z)-BIS(Z)$ 와 “+” 상관성을 갖는 것으로 나타나, Davidson의 단일차원을 지지하였다. 또한 명상음악조건인 경우, 긍정감성을 유발시키는 음 환경에서 BAS의 민감도가 BIS의 민감도에 비하여 상대적으로 높을수록 전전두엽 편측치가 증가하는 경향을 보여, 본 연구의 결과가 Davidson의 단일차원을 지지하는 것으로 나타났다. 반면, 소음조건에서는 BAS와 BIS 중 어느 하나라도 민감도가 높으면 소음과 같이 해롭다고 생각되는 환경에 민감하게 부정 감성을 가지는 결과를 보였으며, 이는 Gray의 독립차원을 지지하였다.

HRV를 분석한 결과, MF/(LF+HF)에서 집단간 차이가 나타났다. 집단 2(BAS 고, BIS 저)는 다른 집단에 비해 명상음악을 청취하는 동안 MF/(LF+HF)이 가장 높았고 소음조건에서는 다른 집단에 비하여 가장 낮게 나타났다. 이는 집단2의 경우, 유인가 추구를 위한 행동활성화체계가 상대적으로 민감하여, 긍정감성 유도체에 대하여 높은 긍정감성이 생리반응으로 나타난 것으로 해석할 수 있다. 집단 4(BAS 저, BIS 저)에서는 소음조건이 명상음악조건보다 높은 MF/(LF+HF) 값을 보여, 다른 집단과는 달리 소음조건에서 긍정감성을 느끼는 것으로 나타났다. 그러나 이 결과는 본 연구에서 제시한 소음의 특징이 박력 있는 남성성향의 특성을 갖고 있었고, 이러한 소음에 대하여 특별히 집단 4와 같이 BAS와 BIS에 모두 둔감한 집단에서 더 높은 긍정감성을 보인 것은 모집단에서의 집단 4의 성별분포가 다른 집단에 비하여 남성이 더 높고 (결국은 남성성향을 갖음), 남성은 여성에 비하여 감수성이 더 낮기 때문인 것으로 사료된다[2]. 비록, 본 연구에 참여한 집단 4의 성별분포가 남성과 여성이 동일하더라도, 이것은 실험에 참여한 피험자(표본집단)의 성별분포이며, 본 연구에 참여한 집단 4에 속한 여성은 이미 남성성향을 가진 것으로 볼 수 있다. 이러한 이유로 본 연구에 사용된 박력 있는 남성 성향의 소음은 집단 4와 같이 남성성향이 우세한 집단에서 부정감성보다는 긍정감성을 유발시킨

것으로 사료된다(그림 2, 그림 4(위)).

본 연구는 Gray가 제안한 BAS와 BIS의 고저에 따른 독립차원을 기초로, 피험자들을 BAS와 BIS 민감성의 고저에 따라 4개 집단으로 분류하였으며, 뇌전도와 HRV를 통하여 긍·부정감성에 따른 중추와 자율신경계 반응을 동시에 밝히고자 하였다. 이 점에서 의의를 가진다.

그러나, 추후 연구에서는 긍정감성과 부정감성을 보다 명확히 유발시키기 위하여 피험자들의 취향을 고려하여 감성을 유발시키는 음원을 제시하는 것이 필요하며, 본 연구에서는 자율신경계 반응을 평가하기 위한 지표로서 HRV 단일변수만을 사용하였다는 점이 제한점으로 작용한다. BAS와 BIS의 민감성에 따른, 보다 명확하고 포괄적인 감성자극에 의한 중추신경계 또는 자율신경계의 반응을 밝히기 위해서는 Ravaja 등[5]의 연구에서처럼 자율신경계의 다양한 생리반응을 이용한 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한 BAS와 BIS 민감성의 고저에 따른 4개 집단들 간의 차이를 밝히기에 사례수가 너무 적다는 점이 본 연구의 제한점으로 작용한다.

## 참고문헌

- [1] 김교현, 김원식 (2001). 한국판 행동활성화체계 및 행동억제체계(BAS/BIS) 척도. 한국심리학회지: 건강, 6(2), 19-37.
- [2] 김원식 (2003). 음향에 의해 유발된 감성에 의한 전전두엽의 비대칭적 활성화. 연세대학교대학원 박사학위논문.
- [3] 장동환 (1968). 한국어의 의미론적 구조. 한국심리학회지, 1, 28-29.
- [4] Andresen, B. (1993). Multivariate statistical methods and their capability to demarcate psychophysiologically and neurophysiologically sound frequency components of human scalp EEG. In S. Zschocke and E.J. Speckmann (Eds.), Basic mechanisms of the EEG. Birkhuser Boston, Boston, MA.
- [5] Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective response to impending reward and punishment: BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 219-333.
- [6] Davidson, R. J. (2000). Affective style, psychology, and resilience: Brain Mechanism and Plasticity. *American Psychologist*, 55(11), 1193-1214.
- [7] Fowles, D. C. (1980). The three arousal model: Implications of Gray's two-factor learning theory for heart rate, electrodermal activity, and psychopathy. *Psychophysiology*, 17, 87-104.
- [8] Gray, J. A. (1990). Brain systems that mediate both emotion and cognition. *Cognition and Emotion*, 4, 269-288.
- [9] Heponiemi, T., Keltikangas-Järvinen L., Kettunen, J., Puttonen, S., & Ravaja, N. (2004). BIS-BAS sensitivity and cardiac autonomic stress profiles. *Psychophysiology*, 41, 37-45.
- [10] Kim, W. S., Lee, J. H., & Jho, M. J. (2001). Effects of sound-induced affects on prefrontal cortex asymmetry. *Proceedings of The 2nd Japan-Korea International Symposium on Kansei Engineering*, 295-296.
- [11] Kim, W. S., Yoon, Y. R., Kim, K. H., Jho, M. J., & Lee, S. T. (2003). Asymmetric activation in the prefrontal cortex by sound-induced affects. *Perceptual and Motor Skills*, 97, 847-854.
- [12] McCraty, R., Atkinson, M., Tiller, W. A., Rein, G., & Watkins, A. D. (1995). The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability. *The American Journal of Cardiology*, 76, 1089-1093.
- [13] Ori Z., Monir G., Weiss J., Sayhouni X., & Singer D. H. (1992). Heart rate variability

- frequency domain analysis. *Amb Electrocardiol*, 10, 499-537.
- [14] Pickering, A. D., & Gray, J. A. (1999). The neuroscience of personality. In L. A. Pervin & O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (2nd ed., 277-299). New York: The Guilford Press.
- [15] Ravaja, N., & Kallinen, K. (2004). Emotional effects of startling background music during reading news reports: The moderating influence of dispositional BIS and BAS sensitivities. *Scandinavian Journal of Psychology*, 45, 231-238.
- [16] Sloan R. P., Shapiro P. A., Bigger J. T., Bagiella E., Steinman R. C., & Gorman J. M. (1994). Cardiac autonomic control and hostility in healthy subjects. *Am J Cardiol*, 74, 298-300.
- [17] Sutton, S. K., & Davidson, R. J. (1997). Prefrontal brain asymmetry: a biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychological Science*, 8-3, 204-210.
- [18] Wheeler, R. E., Davidson, R. J., & Tomarken, A. J. (1993). Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: a biological substrate of affective style. *Psychophysiology*, 30, 82-89.
- 원고접수 : 2005. 1. 3.  
수정접수 : 2005. 1. 24.  
게재확정 : 2005. 1. 25.