

자동차 그래픽 시뮬레이터에서 사이렌 소리 자극에 따른 청각 자극의 마스킹 효과

The Ability of Auditory Stimuli to Mask Siren Sounds
in a Vehicle Graphic Simulator

박정순¹, 김규범², 조형석³, 김경래⁴, 김형준⁵, 민병찬^{6†}

Jung-Sun Park¹, Gyu-Beom Kim², Hyeong-Seok Jo³, Gyeong-Rae Kim⁴,
Jun-Hyeong Kim⁵, Byeong-Chan Min^{6†}

Abstract

We examined previous studies of the correlation analysis of heart rate variability as a method to reduce the stress caused by outside noise during driving, and we investigated whether there are electrocardiographic changes when drivers play music, which provides a stable sound source amid the noise. Because the number of cars increases every year, drivers and passengers show an increase in stress caused by outside noise. The stress from outside noise while a person is driving can cause several disorders, such as anxiety, immunosuppression, depression, and heart disease. Subjects in this study operated a vehicle simulator to reduce the stress from outside noise and were given different auditory stimuli, and we studied the drivers' responses to the stimuli. Repeated-measures analysis of variance revealed a significant differences between subjects exposed to different auditory stimuli ($p < 0.05$). Through post hoc analyses, we examined these differences. We found significant differences between factor 1 (stability) and factor 2 (simulation driving), between factor 1 (stability) and factor 3 (driving + police siren), and between factor 1 (stability) and factor 4 (driving + police siren + music). In addition, the factor that produced the highest level of sympathetic nervous system activity was factor 4 (driving + police siren + music), followed by factor 3 (driving + police siren), factor 2 (driving), and factor 1 (stability). In conclusion, even when a police siren was heard during driving, there were no significant differences on electrocardiograms (ECGs). In addition, even when the siren was heard over the music, there was no difference on the ECGs ($p < 0.01$). In future studies, investigators should determine which types of music help stabilize the heart rate during driving.

Key words: Graphic Driving Simulator, Auditory Stimulation, Judgement test, ECG, Masking Effect

요약

본 연구는 운전 중 외부 소음으로 유발된 스트레스를 줄이기 위한 방법으로 심박변화율의 상관관계 분석의 선행연구와 음원의 주파수에서 운전자로 하여금 안정상태를 유발하는 음악과 소음 발생 시 심전도의 변화가 있는지의 여부를 규명하기 위한 목적이다. 매년 자동차의 증가로 인하여 운전자 및 동승자가 외부 소음으로부터 스트레스가 증가하는

¹ 박정순: 한밭대학교 산업경영공학과 석사과정

² 김규범: 한밭대학교 산업경영공학과 석사과정

³ 조형석: 한밭대학교 산업경영공학과 석사과정

⁴ 김경래: 한밭대학교 산업경영공학과 석사과정

⁵ 김형준: 한밭대학교 산업경영공학과 석사과정

^{6†} (교신저자) 민병찬: 한밭대학교 산업경영공학과 교수 / E-mail : bmin@hanbat.ac.kr / TEL : 042-821-1227

추세이다. 자동차 운전 시 외부 소음에 의한 스트레스는 불안, 면역약화, 우울, 심장 질환 등 여러 가지 질병을 일으키고 있다. 따라서 외부 소음으로부터 스트레스를 줄이기 위한 자동차 시뮬레이터를 실시하여 여러 가지 청각 자극을 주어 운전자가 반응하는 연구를 진행하였다. RM-ANOVA (Repeated Measures-ANOVA) 통계분석 결과, 집단별 유의차가 인정되었다($p < 0.05$). 사후 검정을 통해 어떤 요인 간의 차이가 발생하는지를 알아보았다. 사후검정 결과는 요인1(안정)과 요인2(시뮬레이션운전), 요인1(안정)과 요인3(운전+경찰사이렌), 요인1(안정)과 요인4(운전+경찰사이렌+음악)에서 유의한 차이를 발견할 수 있었다. 또한, 교감신경계 활성화도가 가장 높은 집단은 운전+경찰사이렌+음악을 실시한 요인 4이며, 다음으로 운전+경찰사이렌인 요인 3이며, 다음으로 운전을 실시한 요인 2, 마지막으로 안정기 순으로 나타났다. 결론적으로 운전 중 경찰 사이렌 소리를 들려주어도 심전도의 변화는 유의차가 인정되지 않았다. 또한, 사이렌 소리에 안정된 주파수의 음악을 들려주어도 심전도의 변화에 차이가 발생하지 않았다($p < 0.01$). 향후 연구에서는 운전 중 심전도의 안정을 찾을 수 있는 여러 가지 음악을 들려주어서 심전도가 안정화되는 음악을 찾는 연구방법이 선행되어야 할 것이다.

주제어: 자동차 그래픽 시뮬레이터, 청각자극, 측정기기, 심전도, 마스킹 효과

1. 서론

국토 교통부가 발표한 통계자료에 의하면 2018년 9월 현재 한국의 자동차 등록대수는 2,320만대를 기록하였다(Ministry of Land Transportation, 2018). 대도시의 경우 차량 증가와 도로망의 확대로 도로교통 소음이 도시전체에 미치는 악영향은 여타의 생활 소음보다 심각한 상태이다(Lee, 2001). 자동차 운전환경의 외부자극 중 청각자극에 속하는 자동차의 경적음은 운전자가 운전수행을 하는데 있어 방향지시기, 전조등과 함께 의사소통을 가능하게 하는 중요한 장치로써 사용되고 있다(Ko & Kim, 1993). 하지만 자동차가 많아지고 교통이 복잡해지면서 경적음은 의사소통의 수단으로 사용하기보다는 자신의 불쾌감을 표출하기 위한 공격적 행동으로 경적음을 사용하는 빈도가 점차 증가되고 있으며, 이로 인하여 경적음을 수신하는 주변의 보행자나 운전자들에게는 경황없음 자체가 소음으로 인식되고 있는 실정이다. 이는 경적음이 일반적으로 수신자 입장에서는 전혀 예측 할 수 없는 상황에서 발생하는 소리이기 때문에 수신자로 하여금 더욱 불쾌한 소음으로 느끼게 하고 있다(Ko & Kim, 1993; Lee et al., 1991).

하지만 운전 수행 시 발생하는 외부자극이 시각뿐만 아니라 청각을 통해서도 인지됨에도 불구하고 대부분 시각자극에 관한 연구들이 주로 이루어져 왔다. 일부 청각자극에 관한 연구들은 주행 시 타이어 마찰

소음, 엔진소음, 배기소음 등 차량 자체에서 발생하는 소음의 물리적 특성에 관한 연구들이 시도 되었지만, 운전 중 외부자극에 의한 특히 경적음이 운전자의 생리적 반응에 미치는 영향에 관한 연구는 아직도 미흡한 실정이다(Min, 2013).

현대의 도시는 그 동안 ‘보이지 않는 공해(Invisible Pollution)’라 하여 여타의 공해보다 인식이 낮았던 소음공해의 그 심각성이 증대됨에 따라 이에 대한 인식이 크게 변하고 있다(An, 2002). 소음은 심리적으로 “안정되지 않는다” 또는 “화가 난다” 등과 같은 정서적 불안감을 일으키며(Kwon, 1985), 인지과정에서 과부하를 일으키기 때문에 과제 수행능력저하, 과제 만족도 저하 등의 부정적인 효과를 발생시키기도 한다(Broadbent, 1979; Poulton, 1979). 생리적으로는 자율신경계의 교감신경의 흥분을 유발하며 긴장을 초래하여 혈압상승, 혈관의 수축, 심장박동의 증가, 위산과다 등을 발생시킨다(Son, 1991).

소음에 의한 스트레스는 우울, 불안, 심장질환, 면역약화 등 다양한 질병을 일으킨다(Obelenis, 2007; Samad & Haleem, 2007; Zheng, 2007). 특히 스트레스에 의한 우울, 불안과 같은 정신적 질환은 현대 사회에서 다양한 소음에 영향을 받으며 살아가는 현대인들의 정신건강과 밀접한 관련이 있음을 시사한다(Choe et al., 2007).

외부소음으로 인한 스트레스를 줄이기 위한 방법으로 소음의 마스킹 효과가 있다. Tomas(1990)에 따르면 마스킹을 “어떤 소리에 의해 다른 소리가 불분명해지

는 것”이라고 정의하였으며, 두 가지 이상의 다른 소리에 노출되어 있을 때 그 중 하나는 다른 하나에 의해 잘 들리지 않는 것으로 이해 될 수 있다. 마스킹은 큰 소리에 의해서 작은 소리의 가청 한계가 상승한다는 것으로 잘 설명되어 질 수 있다(Loewen et al., 1992)

음원 중에서 사람에게 안정감을 주는 음원은 규칙적이고 일정한 박자가 반복되어 심리적 안정 상태를 유지시키고 집중력을 높이는 데 도움을 준다. 그중에서 고전주의 중에서 바로크 음악을 들으면 긴장 이완도가 크다고 한다(Ryu, 2001). 바로크 음악 중 대표적인 것으로 모차르트 음악을 들을 수 있다. 1993년 미국 어바인 캘리포니아대 연구진이 ‘모차르트의 음악이 두뇌능력 향상에 도움을 준다’는 연구결과를 내놓으면서 유명해졌다(Rausher et al., 1993). 이러한 모차르트의 음원의 규칙적이고 일정한 파형은 저음영역이 대부분 분포하고 있으며 일반적인 대중음악들은 저음과 고음이 고루 분포되어 있다. 대중음악은 클래식보다 심박수를 증가시킨다고 한다(Yun et al., 2006). 대중음악은 클래식보다 스트레스를 더 많이 받을 수 있다. 자극 음원의 선정은 모차르트와 같이 저음 대역을 기반으로 하고 전체적인 주파수가 강조된 음원을 선택하였다(Kim et al., 2008). 다음으로 모차르트 음악인 “두 대의 피아노를 위한 소나타 K. 448”을 선택 하였다. 이 음악을 실험한 “고든 쇼 박사”는 음악을 들은 표본 집단의 집중력이 향상되었다고 한다(Kim et al., 2008). 모차르트 음악의 경우 심박수가 사람마다 다르지만 평균적으로 대부분 사람들이 음악을 들으면서 안정화가 되어 평균 심박에 유도되었다(Kim et al., 2008).

그리하여 외부 소음에 의한 스트레스를 줄이기 위한 자동차 시뮬레이터를 실시하여 청각 자극을 주어 운전자가 반응하는 연구를 진행 하였다. 심전도가 안정적인 음악과 소음 발생 시의 심전도의 변화차이가 있는지의 여부를 규명하는 것이 목적이다.

2. 실험방법

2.1. 실험참가자

실험참가자는 신체 건강하고 운전경험이 있으며 청

각 기능에 문제가 없는 평균 나이 22.8세±1.08세의 성인 남자 10명을 대상으로 진행하였다. 실험 전일 및 당일 카페인, 음주 등 생체신호 측정에 방해되는 요소는 차단하였으며, 실험 전일 8시간 이상 충분한 수면을 하도록 하고 실험 당일 격한 운동은 하지 않도록 하여 신체적 안정화 상태를 취하였다.

2.2. 실험환경 및 과정

2.2.1. 실험환경

실험은 실험실 온도 23~24℃, 습도50%이하를 유지한 실험실에서 진행되었다. 본 실험에 사용된 운전 시뮬레이터(GSD-300s)는 Fig. 1과 같이 실험실 내부에 설치되어 있는 모의용 기기로서 32인치 모니터 3대를 통해 운전 시 필요한 정면과 좌/우 환경 정보를 제시하도록 구성되었다. 차량 모델은 H사의 ‘클릭’으로 운전 장치(핸들, 가속페달, 브레이크 페달, 파킹 브레이크, 방향 지시등 레버, 비상등, 와이퍼 레버, 전조등 레버, 기어 레버, 안전벨트)와 표시장치(방향 지시등, 속도계, RPM미터, 온도게이지, 연료량 게이지, 각종 경고등)는 실제 자동차와 동일하였다. 핸들 장치는 MDPS (Motor driven power steering)의 모토편제어 방식을 사용하였다(Min et al., 2012) (Fig. 1). 시뮬레이터 내의 프로그램인 Judgment test를 사용하여 장애물을 피하는 방법을 사용하였다(Fig. 2).



Fig. 1. Graphic Driving Simulator



Fig. 2. Judgment test

2.2.2. 실험과정

실험참가자들은 시뮬레이터 운전 경험이 없기 때문에 연습운전을 1회 진행하였다. 운전을 하지 않은 상태에서 4분의 안정을 취하면서 심전도 측정을 진행하였고 시뮬레이션 운전은 1분간 진행하며 심전도를 측정하였고, 운전을 하면서 경찰사이렌 소리를 들려주면서 1분간 측정하고, 그 다음에 운전을 하면서 경찰사이렌 소리와 모차르트 음악을 동시에 들려주면서 1분간 측정하였다(Fig. 3).

0	1	2	3
Stability 4min	Driving 1min	Driving+ Siren 1min	Driving+ Siren+Music 1min

Fig. 3. Experiment Process

2.3. 청각자극

실험에 사용한 청각자극은 경찰 사이렌 소리로 컴퓨터에서 스피커를 연결하여 제시하였으며, 소음 측정기로 75dB에 맞춰 제시하였다. 또한 모차르트 음악인 두 대의 피아노를 위한 소나타 K. 448을 동일하게 75dB에 맞춰 제시하였다.

2.4. 측정 및 분석 방법

생리신호는 Fig. 4와 같이 심전도 측정기 Biopac MP30을 사용하여 Sampling rate 1000Hz로 설정 후 측

정하였다(Fig. 4). 심전도 측정의 전극 부위는 참조전극 + 전극과 대칭되는 우 흉부에 부착하였고, +/- 전극은 각각 좌 흉부와 흉골 최상부에 부착되는 CM5 유도법을 사용하였다(Fig. 5). 심전도데이터를 통해 교감신경계 활성도를 추출하고자 주파수 분석을 했고, LF(Low Frequency, 0.04~0.15Hz)/HF(High Frequency, 0.15~0.4Hz)의 값을 도출하였다(Youn et al., 2000). 생체신호 특성상 개인 간 편차가 크므로, 식(1)과 같이 안정상태의 데이터를 기준으로 상대치를 구해서 개인별 편차를 줄였다. 측정 SPSS 통계 분석 프로그램을 통해 대응표본 일원배치 분산분석을 실시하고 post hoc(사후검정)을 실시하였다. 데이터의 편차가 큰 3명을 제외한 7명의 데이터를 분석에 사용하였다.

$$\text{상대치} = \frac{\text{자극}}{\text{안정}} \tag{1}$$



Fig. 4. Heart rate Equipment (Biopac MP30)

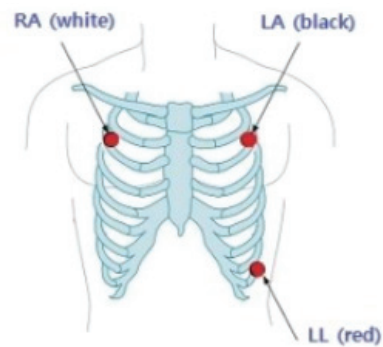


Fig. 5. ECG test

3. 연구 결과

3.1. 비교 분석

각 요인이 4가지이기 때문에 분산분석 즉 ANOVA (Analysis Of Variance)를 진행하였고 각 요인별로 사후분석을 진행하였다. 전체 실험군의 데이터를 분석한 결과 구형성 검정에서 유의확률 0.010으로 집단간의 분산이 동일하다고 할 수 없으므로, 개체 내 효과 검정에서 Greenhouse-Geisser을 통해 자유도를 조정하여 분석을 실시하였다.

그 결과, Table 1과 같이 유의확률 0.042로 유의수준 5%에서 유의한 차이가 나타난 것을 볼 수 있다. 따라서 속성 차이를 알아보기 위해 사후 검정을 실시하였다.

Table 1. Impact test in Individual

Source	The degree of freedom	Mean squares	F	p-value
Greenhouse-Geisser	1.36	36.42	5.33	0.042

귀무가설(H0)이 기각되어 네 집단의 분산은 다르다 (구형성 불만족)고 할 수 있다. 유의확률이 0.042로 귀무가설이 기각되어 집단 간에 차이가 있다고 할 수 있으며 어느 집단끼리 차이가 있는지 알아보기 위하여 최소 유의차 검정(LSD)를 실시하였다. 사후검정 결과 안정과 시뮬레이션 운전, 안정과 운전+사이렌, 안정과 운전+사이렌+음악에서 유의한 차이를 발견할 수 있었다. 그리고 왼쪽 아래의 데이터는 평균차를 나타낸 것이며, 오른쪽 위 데이터는 유의수준을 나타낸 것이다(Table 2).

Table 2. Least Significant Difference

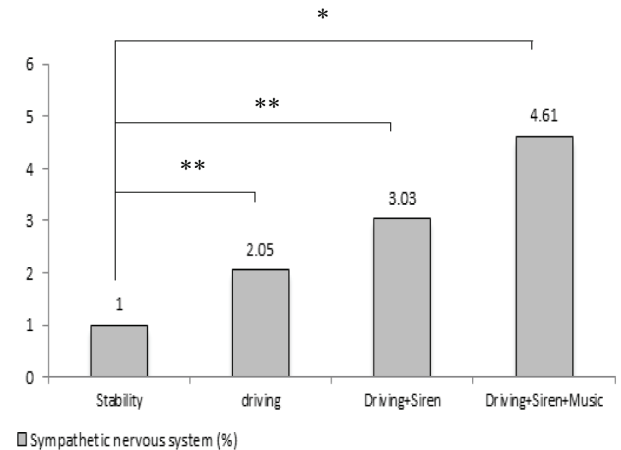
Factor	Stability	Simulation driving	Driving+Siren	Driving+Siren+Music
Stability	-	0.01**	0.003**	0.026**
Simulation driving	-1.05	-	0.174	0.069
Driving+Siren	-2.03	-0.098	-	0.282
Driving+Siren+Music	-3.61	-2.56	-1.58	-

Table 3의 요인별 평균값에서 보듯이 교감신경계 활성화도가 가장 높은 요인인 운전+사이렌+음악을 실시한 집단이며, 다음으로 운전+사이렌 집단, 다음으로 운전을 실시한 집단, 마지막으로 안정기 순으로 나타났다.

Table 3. Average value by factors

Factor	Average	Standard error
Stability	1.00	0.00
Simulation driving	2.05	0.28
Driving + Siren	3.03	0.43
Driving + Siren + Music	4.61	1.23

Fig. 6의 그래프에서 보듯이 안정과 운전 그리고 운전+사이렌은 유의수준 1% 이하이며, 운전+사이렌+음악은 유의수준 5% 이하로 통계적으로 유의차가 인정되었다.



** : 유의 수준 1% 이하, * : 유의 수준 5% 이하

Fig. 6. Graph average value by factors

4. 결론 및 논의

산업화의 발달로 인하여 각종 기계 및 기구가 증가하고 자동화 되어감에 따라 주변 생활환경은 많은 소음에 노출되고 있다. 소음은 인간 사회를 위협하는 공해의 주범으로 지목되기 시작했다(Bae et al., 2008). 복잡한 사회관계 속에서 많은 스트레스를 받고 있으며 심한 소음에 항상 노출되어 있는 열악한 환경으로 인하여 건강까지 위협 받을 수 있는 실정이다(Kim et al., 1999). 그래서 스트레스로 인한 교통사고 위험을 감소시키고 운전자의 안전도를 향상 시키는데 기여하고자 실험을 실시하였다.

실험 결과 각각의 요인에서는 유의한 차이를 발견할 수 있었으며, 교감신경계 활성도가 가장 높은 요인인 운전+사이렌+음악을 실시한 집단도 찾을 수 있었다. 시뮬레이터에서 운전 중 사이렌 소리를 들려주어도 심전도의 변화는 유의차가 인정되지 않았다($p < 0.05$). 또한, 사이렌 소리에 안정된 주파수의 음악을 들려주어도 심전도의 변화에 차이가 발생하지 않았다($p < 0.05$).

선행연구에서는 음원의 자극이 저음영역에서 고음영역으로 진행할 때 개인의 긴장도가 증가하면서, 심박의 변화가 발생하는 것을 알 수 있었다(Kim et al., 2008). 저음영역에서 심박수가 경미하게 나타나며, 상대적으로 고음영역에서 심박 변화가 상승하는 것을 알 수 있었다(Kim et al., 2008). 그리하여 모차르트 음악의 경우 심박수가 사람마다 다르지만 평균적으로 대부분 사람들이 음악을 들으면서 안정화가 되어 평상 심박에 유도되었다(Kim et al., 2008). 청각 자극으로 각성 상태에서 낮은 심박인 안정심박까지 유도함으로써 사람에게 안정을 찾을 수 있음을 증명하였다(Kim et al., 2008).

결론적으로 본 연구에서 소음 자극(사이렌 소리)에 모차르트 음악을 들려주면 심전도에 변화를 줄 것이라고 판단했지만, 심전도의 변화나 안정의 효과를 볼 수는 없었다. 이는 안정기 이후에 운전을 하면서 이미 각성이 된 상태가 되었을 것으로 판단된다. 또한, 사이렌 소리와 음악 소리를 동시에 제시하여, 복합적인 자극으로 인한 결과로 볼 수 있으며 좋은 음악도 부정

적인 영향을 미친다고 해석할 수 있다. 그리고 일정 데시벨(dB) 이상의 음압이 같은 두 청각 자극을 제시하였음에도, 경찰 사이렌 소리와 같은 큰 자극으로 인해 작은 자극인 음악이 마스킹 되는 결과가 나타났다.

위와 같은 결과가 나타난 것은 사이렌 소리가 심장을 흥분시키면서 이미 피험자가 스트레스를 받게 되고 교감신경계의 안정을 주지 못하고 심리적으로 위축, 각성 시키면서 모차르트 음악의 안정적인 효과가 떨어진 것이라고 추측된다.

본 연구를 통하여 청각자극의 마스킹효과에 대해 탐색하였다. 그리하여 향후 연구에서는 사이렌 소리에 다른 자극을 동시에 주는 방법과 소음의 강도를 조절하여 심전도에 영향을 줄 수 있는 방법을 고려할 필요가 있다. 또한, 연구결과를 좀 더 구체화하기 위해서는 심전도와 함께 뇌파 측정 방법을 활용한 검증이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 그리고 좀 더 다양한 음악을 찾아서 심전도가 안정화가 되는 방향으로 연구를 진행하도록 하겠으며, 운전 중 심전도의 안정을 찾을 수 있는 여러 가지 음악을 들려주어서 안정화되는 음악을 찾는 후속연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 마지막으로 피험자 수를 증가시켜 보다 객관적인 통계적 데이터를 얻는 것이 필요할 것이다.

REFERENCES

- An, D. S. (2002). Analysis of masking effect of road traffic noise by hydroponics facility. *Korean Forest Recreation Museum*, 6(4), 9-19.
- Bae, N. E., & Choi, I. A. (2018). The Effect of the Noise Level on the stress hormones during aerobic exercise. *Journal of Sport and leisure Studies*, 905-914.
- Broadbent, D. E. (1979). Human Performance and Noise, in C. M. Harris(ed), *Handbook of noise control*, McGraw-Hill.
- Choe, U. G., Lee, G. S., Jeong, H. Y., Lee, Y. C., Son, J. H., Lee, B. H., Byeon, G. H., & Sim, I. S. (2007). Stress response to low frequency noise in hin rats.

- Emotional Science*, 10(3), 411-418.
- Kim, J. K., Park, N. H., Jang, G. S., & Ko, I. J. (2008). Auditory impulse by relaxed on Heart rate pattern guidance. *Korea HCI symposium*, 158-162.
- Kim, J. K., Park, N. H., Jang, G. S., & Ko, I. J. (2008). Correlation analyst of music frequence and heart rate variability. *Korea Computer Information Association No 28 Summer symposium*, 338-341.
- Kim, S. S., & Hong, Y. S. (1999). The Stress Hormones Responses Following Music Sound Levels during Aerobic Dances. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 665-675.
- Ko, D. S., & Kim, H. (1993). Investigation and improvement plan of car alarm (Klaxon) sound. *Mokwon University*, 21, 161-17.
- Kwon, S. P. (1985). Environmental Science. *Hyungseul publishing*, 227, 272-278.
- Lee, S. C. (1991). Communicating during car horn and driving. *Journal of Traffic Safety Research*, 10, 19-27.
- Lee, N. H., Park, Y. M., & Seon, U. O. (2001). A Study on Improvement of Prediction of Road Traffic Noise in Environmental Impact Assessment. *Korea Environmental Impact Assessment Journal*, 10(4), 297-304.
- Lowen, & Laura j. Petter suedfeld. (1992). Cognitive and Arousal Effects of masking office noise. *Environment and behavior*, 24(3), 381-395.
- Min, C. K. (2013). *Study on the masking effect of olfactory stimuli and the effect of highly concentrated oxygen on the autonomic nervous system in a graphic driving simulator*. (Master's thesis). Hanbat national University. Daejeon, Korea.
- Min, C. K., Ji, D. H., Ko, B. S., Kim, J. S., Lee, D. H., Ryu, T. B., Shin, M. S., Chung, S. C., Min, B. C., & Kang, J. K. (2012). The masking effect according in olfactory stimulus on horns stimulus while driving in graphic driving simulator. *Society of korea Industrial and systems engineering*, 35(4), 227-234. DOI:10.11627/jkise.2012.35.4.227
- Ministry of Land Transportation. (2018). *National Statistical Yearbook*.
- Nantais, K. M., & Schellenberg, E. G. (1999). The Mozart Effect: An Artifact of preference. *Psychological Science*, 10, 370-373.
- Obelenis, V., & Malinauskiene, V. (2007). The influence of occupational environment and professional factors on the risk of cardiovascular disease. *Medicina (Kaunas)*, 43(2), 96-102.
- Poulton, E. C. (1979). Composite model for human performance in continuous noise. *Psychological Review*, 86(4), 361-375.
- Rausher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and Spatial task Performance. *Nature*, 365, 611.
- Ryu, R. (2001). *The effect of subliminal music on tension relaxation*, Graduate School of Music Therapy. (Master's thesis). Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.
- Samad, N., & Haleem, D. j. (2007). Serotonin-1A receptor responsiveness in stress and following adaptation to stress. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 20(2), 115-119.
- Son, D. H. (1991). Impact of noise on human body, Donga Science. *Science Donga*, 67, 103-107.
- Tomas D. Rossing. (1990). The science of sound, *Addison wesley publish company*.
- Youn, T., Park, H. J., Kim, E. J., & Jeong, D. U. (2000). Effects of nasal continuous positive airway pressure application on sympathetic activation: Power spectrum analysis of electrocardiogram in obstructive sleep apnea syndrome. *Korean academy of sleep Medicine*, 13(1), 43-50.
- Yun, D. E., Lee, M. U., & Kim, S. G. (2006). Analysis of music appreciation learning effect using pulse change. Korea Contents Association collected paper Volume 4 No 2, *The Korea Contents Association*,

792-795.

Zheng, K. C., & Ariizumi, M. (2007). Modulations of immune functions and oxidative status induced by noise stress. *Journal of Occupational Health*, 49(1), 32-38.

원고접수: 2019.06.24

수정접수: 2019.08.08

게재확정: 2019.08.14