

Effect of Highly Concentrated Oxygen and Stimulus of Odors on the Performance of Secondary Tasks While Driving Using Vehicle Graphic Driving Simulator

Doo-Hwan Ji* · Cheol-Kee Min* · Tae-Beum Ryu* · Moon-Soo Shin*
Soon-Cheol Chung** · Jin-Kyu Kang*[†] · Byung-Chan Min*[†]

*Dept. of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

**Department of Biomedical Engineering, College of Biomedical and Health Science in Konkuk University

자동차 화상시뮬레이터에서 운전 중 동시과제 수행에 고농도 산소와 향 자극이 미치는 영향

지두환* · 민철기* · 류태범* · 신문수* · 정순철** · 강진규*[†] · 민병찬*[†]

*한밭대학교 공과대학 산업경영공학과

**건국대학교 의료생명대학 의학공학부

In this study, it was observed through the ability of performing secondary tasks and baseline fetal heart rate how the supply of lavender, peppermint and highly concentrated oxygen (40%) affected distraction due to the performance of secondary tasks in the driving environment. Twelve male university students conducted secondary tasks while driving in the environments (6 in total) mixed and designed with oxygen concentration (21%, 40%) and the condition of odors (Normal, Lavender, Peppermint). The test was proceeded in order of stable state (5mins), driving (5mins), and secondary tasks (1min), and by extracting ECG data from every section by 30secs, the mean value of baseline fetal heart rate was calculated. As a result of analysis, in the ability of performing secondary tasks, a percentage of correct answers showed no difference in oxygen concentration and the condition of odors ($p > 0.05$). In performance completion time, a percentage of correct answers decreased showing a statistically significant difference in the condition of odors compared with the condition where odors were not provided ($p < 0.05$). As for baseline fetal heart rate, in the comparison between sections, while performing secondary tasks, it increased showing a significant difference compared with stable state and driving state ($p < 0.05$). The effect of interaction was observed in oxygen concentration and the condition of odors. When odors were not provided, baseline fetal heart rate decreased in 40% oxygen concentration compared with 21% oxygen concentration ($p < 0.05$), however, when peppermint was provided, it increased in 40% oxygen concentration compared with 21% oxygen concentration ($p < 0.05$). In conclusion, the fact that the condition of odors increased the ability of calculation, and when only the highly concentrated oxygen was provided, parasympathetic nerve system was activated, however, when highly concentrated oxygen was provided with peppermint at the same time, sympathetic nervous system (sns) was activated, which had a negative effect on the autonomic nervous system was drawn.

Keywords : Oxygen, Odors, Secondary Task, Vehicle Graphic Driving Simulator

Received 31 July 2012; Accepted 6 September 2012

[†] Corresponding Author : bcmin@hanbat.ac.kr;

jk kang@hanbat.ac.kr

© 2012 Society of Korea Industrial and Systems Engineering

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>).

1. 서 론

자동차 운전은 인간의 지각 및 의사결정, 운동 기능을 포함하는 매우 복잡한 과정의 연속이다[23]. 운전자는 운전 중 발생하는 다양한 정보를 처리하고, 운전 과정에 필요한 핸들, 엑셀레이터 및 브레이크 조작 등의 의사결정을 내리기 위한 주의력이 요구된다.

인간의 주의(attention)에 필요한 인지적 용량은 한정적이다. 최근 발표된 연구 보고에 따르면 인간이 복잡한 과업을 수행하기 위해 일시적으로 정보를 저장할 수 있는 작동 기억의 능력은 한번에 3~4가지가 한계라고 한다[9]. 따라서 인간은 외부 환경으로부터 제시 받은 모든 정보에 주의를 기울이는 것이 불가능하므로 목적에 부합하는 정보에 주의를 기울이고, 주의를 기울인 정보와 학습을 통해 습득된 지식 정보를 지속적으로 비교하여 의사결정을 내린다[10]. 또한 관련이 없는 정보들이 입력되거나 처리되지 않도록 한다[9].

그러나 때로는 자동차 운전환경과 같은 동적인 환경에서 의도치 않게 여러 대상에 주의를 분배하여 정보를 추출 또는 처리하는 주의 분산이 일어나기도 한다. 예를 들어, 동승객과의 대화, 휴대전화 사용, 라디오 조작, 흡연, 음식료 섭취, 물건 찾기, 아이 돌보기와 같은 경우 주의를 분산시켜 운전자의 지각과 정보처리 능력 및 운동 협응 능력을 저하시킨다[17].

운전 중 주의분산으로 인한 교통사고에 대한 연구들이 보고되었다. 미국 연방 도로 교통안전 관리청(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)과 버지니아공대 교통연구팀(Virginia Tech Transportation Institute)의 연구에 따르면 교통사고의 약 80%가 운전자의 주의분산으로 발생한다고 하였다[8].

이에 따라 자동차 운전 중 주의력 분산 요인이 운전 수행도에 미치는 영향을 분석하기 위한 연구들이 진행되고 있다. 운전 중 휴대전화 조작, 영상 시청, 음주 및 흡연, 청각 자극 과제와 같은 주의 분산 행동이 운전자의 운전 집중도 및 운전 수행도를 감소시킨다고 하였다[21, 26, 1, 24, 28]. 선행 연구에서는 주의력 분산 요인이 운전 수행 능력, 운전 집중도 및 운전 피로에 미치는 영향과 위험성만을 평가했을 뿐, 주의력 향상 및 피로경감에 대한 연구는 부족한 실정이다.

향기 요법과 고농도 산소 공급이 스트레스 및 피로 경감에 긍정적인 영향을 미친다는 사실이 부분적으로 보고된 바 있다. 먼저, 향기 요법에서 가장 많이 사용되는 Lavender (67.7%)[11]는 흡입 후 심리적, 신체적, 스트레스 지수 및 혈압, 맥박수 등이 감소하고, 혈류는 증가한다는 연구 결과가 보고된 바 있으며, 교감 신경계가 이완되고 활력 징후를 감소시켜 자율 신경계를 안정적으로 작용하였다는 결과가 보고되었다[2]. 또한 스트레스를 경험하는 중년기 여성에게 향기요법을 실시 한 후 심리 반응과 생리 반응을 알아본 결과 향기 흡입이 중년기 여성의 기분이 증진되었으며[13], 향 감성에 따른 자율신경계의 반응을 관찰한 결과 좋은 향이 자율신경계를 이완시키는 경향을 보였다[20]. 또한 아로마 오일을 사용한 손 마사지가 간호사의 수축기 혈압감소와 스트레스 지각 정도 및 코트졸 수치의

경감에 영향을 주었다[15]. 김장순[12]은 초기 단계의 스트레스 완화와 예방에 아로마 흡입이 효과적임을 관찰하였다. 민병찬[18]은 Lavender 향과 Jasmine 향을 사용하여 자동차 속도에 따른 신체의 긴장 및 이완 상태에 미치는 영향을 관찰한 결과, 지루한 저속 주행에는 향의 자극이 있을 때 자율신경계의 생리신호에서 교감신경계가 활성화 되었고, 고속 주행에서는 향 자극이 부교감신경계를 활성화시키는 것을 관찰할 수 있었다.

다음, 고농도 산소에 관한 연구는 21% 이상의 다양한 산소 농도 변화가 인체에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 진행되어 왔다. 산소는 대기 중에 약 21%의 농도, 분압은 약 159mmHg이다. 저 농도 산소를 섭취하게 되면 신체 및 정신 활동 시에 생리기능의 활성화에 의한 에너지 요구량에 공급이 충족되지 않아 피로가 유발된다. 성은정[27]은 자동차 운전 중에 산소농도의 저하가 피로감을 유발시키게 되고, 고농도 산소공급은 상대적으로 피로를 경감시키며, 반응시간을 단축시킨다고 하였다. 21% 이상의 고농도 산소는 덧셈 연산 과제와 같은 인지 과제를 수행하였을 때 수행 능력이 21% 산소 농도에 비해 향상 되었고[7], 혈중 산소 포화도의 증가 및 심박동율이 감소되는 것을 관찰하였다[5]. 또한 산소 농도 30%의 고농도 산소공급이 언어 인지 능력[3]과 공간지각 능력[4]를 증가시켰고, 사이클 운동 시 산소 농도 21%에 비해 30%의 산소 공급이 운동 및 회복 구간에서 심박동율의 감소를 보였다. 이와 같은 심박동율의 감소는 심장 자체의 에너지 소비량을 감소시키면서 동일한 양의 산소를 인체 조직까지 공급할 수 있음을 의미한다[6].

위와 같이 고농도 산소와 향기 요법이 인체에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위한 연구는 이루어져 왔다. 그러나 대부분의 연구는 정적인 환경이나 단조로운 운동 영역에서의 효과를 관찰했을 뿐, 외부환경에서 제시되는 다양한 자극으로 인해 주위가 분산되는 환경에서 고농도 산소와 향기요법이 인체에 미치는 영향에 관한 연구는 진행되지 못하였다.

본 연구에서는 동적인 환경을 조성하기 위해 제시한 자동차 주행 환경에서 동시과제수행으로 인한 주의분산에 고농도 산소와 향기 요법이 어떠한 영향을 미치는지 동시과제 수행능력과 심박동율을 통해 관찰하고자 한다.

본 연구의 구체적인 연구 목표는 세가지이다. 첫째, 고농도 산소와 향기 요법이 자동차 운전 중 동시과제 수행 시 수행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 밝히고자 한다. 둘째, 동적인 환경에서의 동시과제 수행 시 심박동율을 측정하여 자율신경계의 변화를 관찰하고, 외부의 산소 및 향 공급이 인지부하에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하고자 한다. 마지막으로 향과 고농도 산소를 동시에 제시하였을 때 상승효과가 나타나는지 알아보려고 한다.

2. 실험 방법

2.1 피험자

피험자는 신체 건강하고 1년 이상의 운전 경력이 있는 남자 대학생 12명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 23±3.1세이고, 운전 경력은 2.2±1.1년 이었다. 이들은 Graphic Simulator에서 속도 조절이 가능하고, Simulator Sickness 증상이 적었으며 냄새를 맡는 기능이 정상이었다. 또한 코의 수술 경험 및 자율 신경계의 이상으로 심장 질환, 당뇨병, 고혈압, 저혈압 등이 없었다. 피험자에게는 실험하기 24시간 전부터 자율신경계에 영향을 줄 수 있는 음주, 담배, 카페인 이 함유된 청량음료의 섭취를 금지하도록 지시하였다.

2.2 실험 환경 및 운전 시뮬레이터

실험실 환경은 내부 온도 25±1.1°, 내부 습도 36~40% 를 유지하였다. 본 연구에 사용된 운전 시뮬레이터(GSD-300s Gridspace Co. Korea)는 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, 가속 페달, 브레이크 페달, 파킹 브레이크, 방향 지시등 레버, 비상등, 와이퍼 레버, 전조등 레버, 기어 레버, 안전벨트)와 표시 장치(방향 지시등, 속도계, RPM미터, 온도계이지, 연료량 게이지, 각종 경고 등)는 실제 차량과 동일하였다. 핸들 장치는 motor driven power steering(MDPS)의 모터제어 방식을 사용하였다(<Figure 1> 참조).



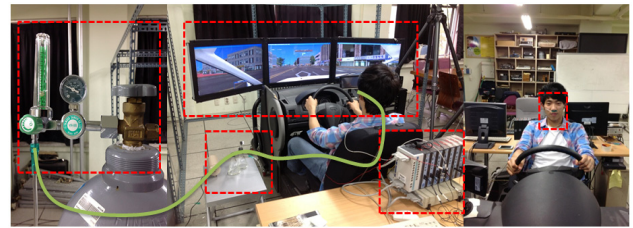
<Figure 1> Graphic Driving Simulator

2.3 산소 및 향 제시 방법

실험에서 제시된 산소농도는 대기상태의 21%의 산소 농도와 40%의 산소농도를 사용하였다. 실험에서 제시한 향은 KIMEX Co. Ltd사의 100% Lavender oil과 Peppermint

oil을 사용하였다.

산소 및 향 제시 방법은 산소가 담겨 있는 봄베에 산소공급조절장치(YAMATO YR-88)를 연결한 후 연결 호스를 사용하여 산소공급조절장치와 향이 담겨 있는 삼각 플라스크를 연결하여 산소와 향을 혼합하였다. 모우 메디칼사(MN-251)의 Oxygen supply tube를 사용하여 삼각 플라스크와 피험자의 코에 직접 연결한 후, 향과 혼합된 산소를 3L/min의 유량으로 주입하였다(<Figure 2> 참조).

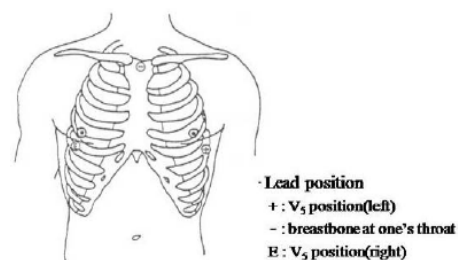


<Figure 2> Oxygen and Odors Supply Methods

2.4 생리신호 측정 및 동시 과제

생리신호 측정 장비는 Biopac System의 MP100을 사용하였다. 심전도(ECG : electrocardiogram)의 데이터는 500Hz로 sample/sec하였다. 심전도 측정 방법은 참조 전극이 +전극과 대칭되는 우흉부에 부착되고, +/-전극은 각각 좌흉부와 흉골 최상부에 부착하는 CM5 유도법을 사용하였다(<Figure 3> 참조). 자료 입력 및 분석은 MP100의 S/W인 Acqknowledge 3.9.1를 사용하여 심박동율(HR : Heart rate)을 계산하였다.

동시과제 제시 방법은 1부터 40사이의 정수들의 덧셈 문제로 하였다. 문제는 Microsoft office Excel 2007에서 함수[= INT(RAND()×(40-1+1))+1]를 사용하여 1과 40사이의 랜덤숫자를 생성하였다. 생성된 두 랜덤숫자를 더한 후 그 값에 1또는 0을 더하여[ex : 34+11 = 45+(1또는 0)] 참값 또는 거짓 값을 랜덤하게 만들었다. 만들어진 덧셈 문제를 운전 중인 피험자에게 구두로 문제와 정답 10문항을 제시하였고, 피험자는 문제와 답의 일치 여부를 확인한 후 참 일 경우에는 ‘오’, 거짓일 경우 ‘엑스’라고 구두로 답하도록 하였다.



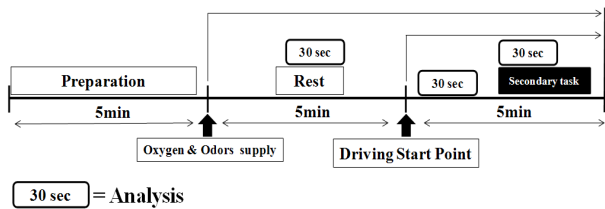
<Figure 3> CM5 Inducing Method

2.5 실험절차

본 연구는 고농도 산소와 향 자극이 각각 자동차 운전 수행 중 동시 과제로 유발된 인지부하에 어떤 영향을 주는 지 알아보고, 향과 고농도 산소를 동시에 제시하였을 때 상승효과가 나타나는지 알아보기 위한 실험 설계를 하였다.

피험자는 본 실험을 실시하기 전에 실험에 대한 전반적인 내용을 숙지하였다. 그 다음 생체 신호 측정을 위한 전극을 부착한 후 자동차 시뮬레이터 적응을 위하여 5분간 연습 주행을 실시하였다. 연습주행을 마친 후 생체신호를 안정시키기 위해 5분간 안정 상태를 취한 후 생체신호가 안정 상태로 돌아온 것을 확인한 후 안정 상태에서 심전도를 5분간 측정하였다. 5분이 지난 후 피험자는 지시에 따라 자동차 주행을 실시하였다.

피험자에게 제시된 도로 환경은 한산한 편도 2차로의 도심으로 모사되었으며 주행거리는 약 5km로써 주행 시간은 약 5분정도이다. 피험자는 최고 속도 80km/h를 넘지 않는 조건에서 자유주행을 실시하였다. 동시과제 제시 시점은 1분간 지속되는 직선 구간에서 피험자에게 제시하였다. 각각의 구간을 “Control, Driving, Driving+task”로 정의하였고, 각각의 구간이 산소농도(21%, 40%)와 향 조건(Normal, Lavender, Peppermint)에서의 변화를 관찰하기 위해 총 6번의 실험을 난수 생성에 따른 무작위 배열을 이용해 실험순서를 정하였다.



<Figure 4> Procedure of Experiment

2.6 데이터 분석

동시과제 수행능력은 산소농도(21%, 40)와 향 조건(Normal, Lavender, Peppermint)에서 동시 과제의 정답율과 동시과제 수행완료시간을 계산하였다. 정답율과 동시과제 수행완료시간을 각각 SPSS 18.0를 사용하여 산소농도와 향 조건을 독립변인으로 하는 이원 배치 분산분석을 실시하였다.

심박동율은 6번의 실험 조건[산소농도(21%, 40%)×향 조건(Normal, Lavender, Peppermint)]에서 구간(Control, Driving, Driving+task)에서 심전도를 30초씩 추출하여 각각 평균값을 산출하였다. 각각의 실험 조건에서의 안정을 기준으로 정규화를 실시하였고, 정규화한 값을 구간, 산소 농도, 향 조건을 독립변인으로 하는 삼원 배치 분산분

석을 실시하여 고농도 산소와 향 자극이 구간별로 심박동율에 미치는 영향을 관찰하였다.

$$Normalization(\%) = \frac{(Driving \text{ or } Driving + Task - Control)}{Control} \times 100$$

3. 실험 결과

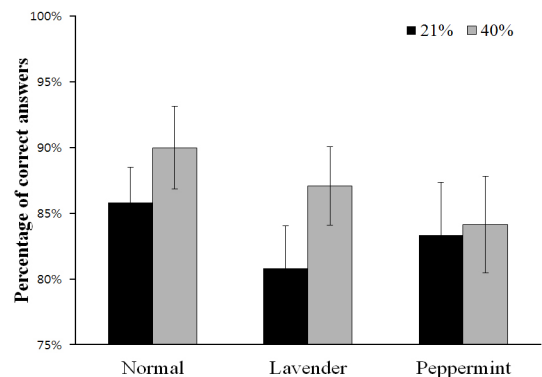
3.1 동시 과제 수행능력 결과

산소 농도(21%, 40%)와 향 조건(Normal, Lavender, Peppermint)에 따른 동시 과제의 정답율과 동시과제 수행완료시간을 살펴보았다. 먼저, 정답율은 <Figure 5>과 같이 모든 향 조건에서 40%의 산소 농도가 21%의 산소 농도에 비해 증가하는 양상을 보였으나, <Table 1>과 같이 통계적인 유의차는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

다음으로 동시과제 수행완료시간을 살펴본 결과, <Table 2>와 같이 산소 농도(21%, 40%)간의 유의차는 보이지 않았으나($p > 0.05$), 향 조건(Normal, Lavender, Peppermint)에서는 주 효과가 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이에 따라 향 조건간의 차이를 알아보기 위해 Tukey HSD 방식으로 사후 비교를 실시하였다. 비교 결과 <Figure 6>과 같이 Lavender 향과 Peppermint 향을 제시했을 때가 향을 제시하지 않은 상태에 비해 통계적인 유의차($p < 0.05$)를 보이며 감소하였다.

<Table 1> 2-way ANOVA of Percentage of Correct Answers due to Oxygen and Odors

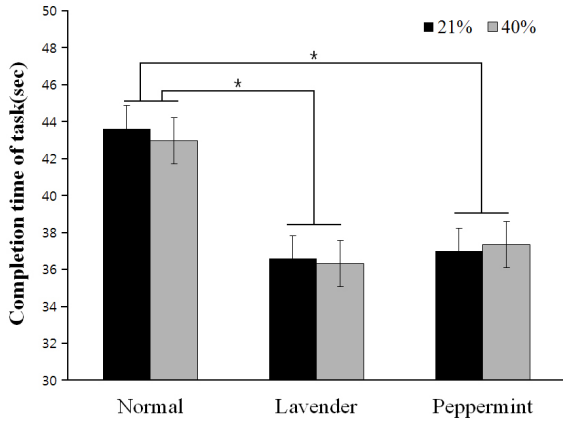
Source	Type III Sum of Squares	d.f.	Mean Squares	F
Oxygen	253.125	1	253.125	2.098
Odors	264.583	2	132.292	1.096
Oxygen×Odors	89.583	2	44.792	0.371



<Figure 5> Percentage of Correct Answers due to Oxygen Groups and Odor Types

<Table 2> 2-way ANOVA of Completion Time due to Oxygen and Odors(* $p < 0.05$)

Source	Type III Sum of Squares	d.f.	Mean Squares	F
Oxygen	0.64	1	0.64	0.017
Odors	677.146	2	338.573	9.039*
Oxygen×Odors	3.016	2	1.508	0.04



<Figure 6> Completion Time of Task due to Oxygen Groups and Odor Types(* $p < 0.05$)

3.2 심박동율(HR) 결과

각 구간별, 산소농도, 향 조건에 따른 심박동율의 변화를 살펴본 결과, <Table 3>과 같이 향 조건($p < 0.05$)과 구간별($p < 0.01$)에서 주 효과가 유의한 것으로 관찰되었고, 산소농도와 향 조건 간에 상호작용효과($p < 0.05$)가 관찰되었다.

이에 따라 구간(Control, Driving, Driving+task)간에 심박동율의 변화를 알아보기 위해 Tukey HSD 방식으로 사후 비교를 실시하였다. 비교한 결과 <Figure 7>과 같이 운전 중 동시 과제를 실시하였을 때가 안정과 주행에 비해 유의차($p < 0.05$)를 보이며 심박동율이 증가하였다. 이와 같은 결과는 본 연구에서 제시한 동시 과제가 피험자의 교감신경계를 활성화 시켰다고 할 수 있다.

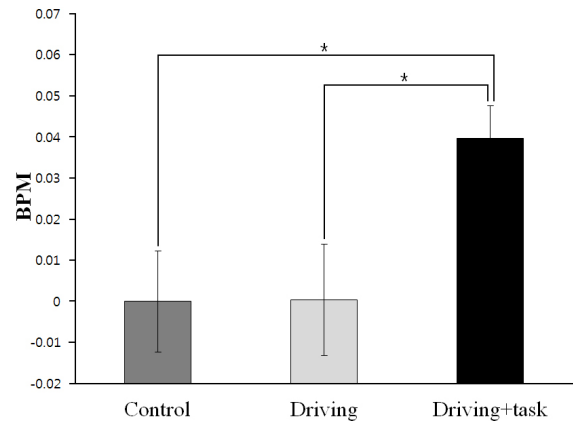
산소농도와 향 조건간의 상호작용효과를 관찰하기 위해 향 조건 별로 구분하여 산소 농도에 따른 단순 주 효과 분석을 실시하였다. 먼저, <Figure 8>과 같이 Normal에서 산소 농도간의 주 효과가 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 향을 제시하지 않았을 때 40% 산소농도가 21% 산소농도에 비해 심박동율이 감소하였다. 즉, 40% 산소농도가 피험자의 부교감신경계를 활성화 시켰다고 할 수 있다.

다음으로 Lavender 향에서는 산소농도간의 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 마지막으로 Peppermint 향에서 산

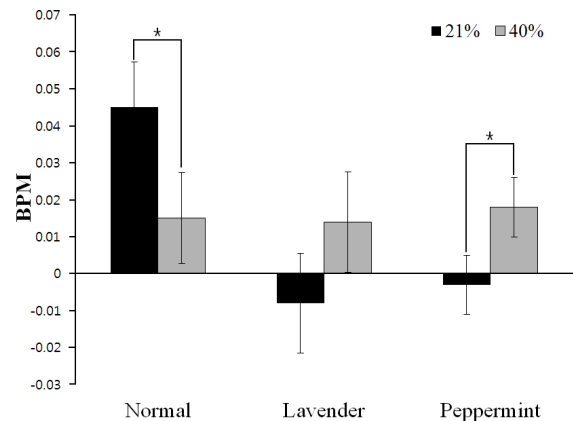
소농도간의 주 효과가 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). Peppermint 향에서는 40%의 산소농도가 21%의 산소농도에 비해 심박동율이 증가하였다. 즉 Peppermint 향에서는 40%의 산소농도가 교감신경계를 활성화 시켰다고 할 수 있다.

<Table 3> 3-way ANOVA of Heart rate due to Oxygen and Odors and Phase(* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

Source	Type III Sum of Squares	d.f.	Mean Squares	F
Oxygen	0.001	1	0.001	0.326
Odors	0.029	2	0.015	4.336*
Phase	0.075	2	0.037	11.078**
Oxygen×Odors	0.032	2	0.016	4.702*
Oxygen×Phase	0.005	2	0.003	0.741
Odors×Phase	0.016	4	0.004	1.22
Oxygen×Odors×Phase	0.024	4	0.006	1.757



<Figure 7> Result of Heart Rate due to Phase(* $p < 0.05$)



<Figure 8> Heart Rate due to Oxygen Groups and Odor Types (* $p < 0.05$)

4. 결론 및 토의

주의분산은 동시에 여러 대상에 일정한 수준의 주의를 배분하여 그 대상의 정보를 추출하는 것이다[22]. 자동차 운전 중 주의 분산은 운전과 관련되는 과제를 수행함과 동시에 운전과 직접적인 관련이 없는 과제를 수행함으로써 주의를 분산시키는 행동이다[25].

Young et al.[29]은 운전자의 주의 분산을 시각, 청각, 물리, 인지 등의 요인별로 분류하였는데[29], 이들 중 청각 및 인지적 주의분산은 시각이나 물리적 주의 분산과는 달리 운전자의 행동을 동반하지 않고 주의 분산을 발생시키기 때문에 운전자 행동의 변화만을 관찰하는 것은 한계가 있다[14].

본 연구에서는 자동차 운전 중 행동을 동반하지 않는 인지적 주의분산을 자율신경계의 변화를 통해 관찰하고, 운전 중 인지적 주의분산에 고농도 산소와 향기 요법이 어떤 영향을 미치는지 동시과제 수행능력과 심박동율을 통해 관찰하였다.

먼저, 동시 과제 수행 능력에서 정답율과 동시과제완료 시간을 관찰한 결과, 고농도 산소 조건에서 정답율과 인지과제 완료시간에 유의차는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 기존 연구에서는 고 농도 산소가 인지과제 수행 시 필요한 산소 요구량을 충족시켜 뇌 신진대사가 활성화 되어 인지과제 수행능력이 향상되었다[15].

선행 연구와 다른 결과가 나타난 것은 여러 가지 상향으로 유도되었을 가능성이 있다고 사료된다. 첫째, 자동차 주행이라는 동적인 환경에서의 고 농도 산소의 효과는 정적인 환경에서의 고 농도 산소의 효과와는 차이가 있을 수 있다. 둘째, Simulator Sickness[19]가 어떠한 형태로든 결과를 왜곡시킬 가능성이 있을 수 있다.

향 조건에서의 정답율에서는 유의차가 나타나지 않았으나($p > 0.05$), 동시과제완료시간에서는 라벤더 향과 페퍼민트 향이 향을 제시하지 않은 상태에 비해 유의차를 보이며 감소하였다($p < 0.05$). 이는 향 자극이 후각 수용체에서 전기적인 신호로 변환되어[16] 중추신경계에 부분적으로 긍정적인 영향을 주어 인지능력이 향상되었다고 사료된다.

다음은 자율신경계의 변화를 심박동율을 통해 관찰하였다. 구간간의 비교 결과, 동시과제수행이 안정 상태와 주행 상태에 비해 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 이는 인지 처리로 인해 심장부하 및 산소 요구량과 호흡량이 증가하고 생리변화가 커진다[7]는 선행연구와 일치한다. 즉, 인지 처리는 자율신경계의 활성화를 수반한다고 할 수 있다.

산소 농도와 향 자극 간의 심박동율 변화에서 상호작용 효과가 관찰되어, 향 조건 별로 구분하여 산소농도간의 차이를 비교하였다. 향을 제시하지 않은 조건에서 40%의

산소농도가 21%의 산소 농도에 비해 유의차($p < 0.05$)를 보이며 감소하였다. 이는 40%의 고농도 산소 공급이 뇌의 신진대사에 필요한 산소 요구량을 충분하게 공급하여 심박동율이 작아진 것으로 생각된다. 즉, 동적인 운전 환경에서의 인지 수행으로 심박동율은 증가하지만, 고 농도 산소 공급이 필요 산소량을 공급하여 인지 처리에 필요한 산소 요구량을 충족시켜 심박동율을 감소시킨다는 결론을 도출할 수 있었다.

라벤더 향을 제시한 상태에서의 산소 농도간의 차이는 나타나지 않았으나($p > 0.05$), 페퍼민트 향을 제시한 상태에서는 21% 산소가 40%의 고농도 산소에 비해 심박동율이 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 즉, 고농도 산소와 페퍼민트 향을 동시에 제시하는 것이 페퍼민트 향만 제시하는 것보다 교감신경계를 활성화 시켰다고 할 수 있다. 이는 고농도 산소와 페퍼민트 향을 동시에 주는 것은 자율신경계의 변화에 부정적으로 작용한다는 결론을 도출할 수 있다.

결론적으로 동적인 환경(운전 수행)에서 동시과제수행으로 인한 인지부하에 외부의 고농도 산소와 향 공급이 인지 능력 향상에 부분적으로 긍정적인 영향을 미친다는 결론을 도출할 수 있었다. 그러나 산소농도간의 결과에서 동시과제 수행능력과 자율신경계 반응에 일관성 있는 결과가 나타나지 않았다.

기존 연구에서는 고농도 산소 공급이 심박동율은 감소하고, 동시과제 수행능력은 향상되는 경향을 보였으나, 본 연구에서는 심박동율은 감소하였고, 동시과제 수행능력은 향상되지 못하였다.

그러므로 향 후 연구에서는 고농도 산소와 향이 인체에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 다방면으로 실험을 실시해야 할 것이다. 즉, 진정 향과 각성 향의 효과에 관한 연구, 동시과제의 난이도를 조절하여 고농도 산소와 향 자극으로 인한 수행능력 차이 검증에 관한 연구 등을 수행하고자 한다. 마지막으로 향 조건과 산소 농도에 따른 인지능력을 자세히 관찰하기 위해 중추신경계의 변화를 관찰해 볼 필요성이 있다고 생각된다.

Acknowledgement

This work was supported by a Research Fund of Hanbat National University in 2012.

References

- [1] Choi, S.H. and Lee, J.S., The effects of cellular-phone use on driving performance under various driving speed conditions. *Korean Journal of the science of Emotion*

- and sensibility, 2003, Vol. 6, No. 3, p 1-11.
- [2] Choi, Y.J. and Kweon, S.A., The Fragrance Sensibility Factor and the Effect on the Stress Reduction of the Aroma Essential Oil. *J. of Human Ecology*, 2007, Vol. 11, No. 2, p 153-159.
- [3] Chung, S.C., Kim, I.H., Kim, H.J., Lee, J.M., Sohn, J.H., and Kim, S.C., Variation of Verbal Cognition Ability Following Highly Concentrated Oxygen Administration. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers Conference*, 2003, p 416-419.
- [4] Chung, S.C., Tack, G.R., Yi, J.H., and Sohn, J.H., Visuospatial Cognitive Performance Following Oxygen Administration in Healthy Young Men. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 2004, Vol. 30, No. 1, p 11-16.
- [5] Chung, S.C., Park, H.R., Lee, B.S., Tack, G.R., Yi, J.H., Eom, J., Effects of 40% Oxygen on 2-back Task : Changes of Cognitive Performance and Physiological Signals. *Korean Journal of Cognitive Science*, 2005, Vol. 16, No. 3, p 189-197.
- [6] Chung, S.C., You, J.H., Yi, J.H., and Sohn, J.H., Influence of 30% Oxygen on Heart Rate and SPO2 during Cycle Exercise in Healthy Subjects. *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility*, 2006, Vol. 9, No. 1, p 1-7.
- [7] Chung, S.C. and Lim, D.W., Effect of Highly Concentrated Oxygen Administration on Addition Task Performance and Physiological Signals. *Korean Society for Emotion and Sensibility*, 2008, Vol. 11, No. 1, p 105-112.
- [8] Dingus, T.A., Klauer, S.G., Neale, V.L., Petersen, A., Lee, S.E., Sudweeks, J., Perez, M.A., Hankey, J., Ramsey, D., Gupta, S., Bucher, C., Doerazph, Z.R., Jermeland, J., and Knippling, R.R., *The 100-car Naturalistic Driving Study : Phase II-Results of the 100-car field experiment*. National Highway Traffic Safety Administration, 2006, Washington DC, USA.
- [9] Kim, B.S., Fan, L., Sin, K.E., Min, Y.K., Min, B.C., and Kang, J.K., Changes of the cognitive load's levels and the heart-rate due to road condition complexity. *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering Fall KSIE Conference*, 2008, p 1-7.
- [10] Kim, B.S., Min, B.C., Kim, J.H., and Min, Y.K., Driving Performance and Heart-Rate Change of Middle-Aged Drivers in Left-Turn Situation. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2011, Vol. 30, No. 1, p 213-220.
- [11] Kim, J.S., Lee, J.R., and Park, C.M., A Study on the Use and Preference of Aroma. *Journal of Korean Beauty Society*, 2006, Vol. 12, No. 3, p 89-106.
- [12] Kim, J.S., Lee, J.R., Jun, Y.S., Kim, B.R., and Rark, C.M., The Effects of the Aromatherapy on Stress Related Hormones. *Journal of Korean Beauty Society*, 2009, Vol. 15, No. 4, p 1452-1462.
- [13] Kim, K.S., A pilot study addressing effects of aromatherapy on psychological and physiological responses in the middle aged women. *Journal of nursing query*, 2003, Vol. 12, No. 2, p. 168-186.
- [14] Kim, Y.S., Study on Driver Distraction Using a Driving Simulator[*master's thesis*]. [Seoul, Korea] : Kookmin Univercity, 2010.
- [15] Lee, H.S., The Effects of Aromatherapy Hand Massage on Stress Response before Night Duty of Registered Nurses. *Journal of Korean Academic Society of Womens Health*, 2006, Vol. 7, No. 2, p 69-89.
- [16] Lee, M.S., Hwang, Y.S., and Ku, J.H., Statistical EEG Analysis of Changes in EEG Signals by Lavender Aroma Absorption, *J. Korean Soc. People Plants Environ*, 2006, Vol. 9, No. 1, p 22-31.
- [17] Lee, S.J., Effects of Secondary tasks on Driving performance during driving. [*master's thesis*]. [chungju, Korea] : Konkuk University, 2011.
- [18] Min, B.C., Kim, Y.N., Chung, S.C., Kim, S.J., Min, B.W., Kim, C.J., and Sim, M.K., Autonomic Responses to Odorant Stimulation during Slow and Fast Vehicular Driving in Graphic Simulator, *Korean Journal of the science of Emotion and sensibility*, 2000, Vol. 3, No. 1, p 7-16.
- [19] Min, B.C., Chung, H.J., Sung, E.J., Chung, S.C., Kim, C.J., A Study on Simulator Sickness and Physiological Responses in Dynamic Driving Simulator. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 2003, Vol. 26, No. 1, p 22-29.
- [20] Park, M.K., Chong, H.Y., Lee, K.H., Choi, J.I., Lee, B.H., and Sohn, J.H., Psychological Structure and ANS Response by Odor Induced Emotion. *Korean Society for Emotion and Sensibility*, 2001, Vol. 4, No. 2, p 36-45.
- [21] Park, S.S., Hu, H., and Lee, W.S., A study on physiological signal changes due to distraction in simulated driving. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2010, Vol. 29, No. 1, p 55-59.
- [22] Pashler, H.E., *The psychology of attention*, Bradford book, 1997.
- [23] Rouder, J.N., Morey, R.D., Cowan, N., Zwilling, C.E.,

- Morey, C.C., and Pratte, M.S., An Assessment of Fixed-Capacity Models of Visual Working Memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2008, Vol. 105, No. 16, p 5975-5979.
- [24] Sherwood, N., Effects of Cigarette Smoking on Performance in a Simulated Driving Task. *Neuropsychobiology*, 1995, Vol. 32, No. 3, p 161.
- [25] Sihm, Y.K., Im, P.N., Gang, S.C., and Ryu, J.B., The Effects of in Vehicle Watching TV on Driver Behavior. *Journal of Korean Society of Transportation*, 2006; Vol. 24, No. 3, p 103-112.
- [26] Sihm, Y.K., Lee, S.Y., Ryu, J.B., and Yu, S.B., The Effects of in Vehicle Watching DMB on Driver Behavior. *The Korean Society of Automotive Engineers Symposium*, 2007, p 76-82.
- [27] Sung, E.J., Min, B.C., Jeon, H.J., Kim, S.C., Kim, C.J., Influence of Oxygen Rate on Driver Fatigue during Simulated Driving. *Korean Society for Emotion and Sensibility*, 2002, Vol. 5, No. 1, p 71-78.
- [28] Wester, A.E., Bocker, K.B., and Volkerts, E.R., Event-related potentials and secondary task performance during simulated driving. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 2008, Vol. 40, No. 1, p 1-7.
- [29] Young, K. and Regan, M., Driver Distraction : A Review of the literature. *Australasian College of Road Safety, Distracted Driving*, 2007, p 379-405.