

주간졸음에 관련된 요인과 야간근무와 아로마테라피가 자율신경계에 미치는 영향: 도시철도승무원 대상

이현웅* · 김시곤** · 임광균***

Lee, Hyun-Woong*, Kim, Si-Gon**, Lim, Kwang-Kyun***

Factors Related to Daytime Sleepiness and the Effects of Night Work and Aromatherapy on the Autonomic Nervous System: Targeting an Urban Railway Crew

ABSTRACT

This study analyzed the effects of job stress and sleep disorders on sleepiness during the daytime for a night-shift urban railway crew. As a result of the analysis, measurements on a daytime sleepiness index were higher for the crew than those during other working hours, indicating that the degrees of sleepiness and drowsiness were severe. Afterwards, aromatic essential oils, which are generally known to help relieve sleep disorders and stress, were utilized to verify the effect on stress on night-shift workers. The experimental group treated with aromatherapy was found to show improved stress reduction and overall activity levels in the autonomic nervous system compared to an untreated control group. This study proves that night work by an urban railway crew negatively affects stress levels by increasing stress and negatively affects the autonomous nervous system, also showing that an aromatherapy treatment can be a good alternative to alleviate these conditions. The results of this study are expected to help prevent safety accidents by relieving the stress of nighttime workers.

Key words : Night-shift urban railway crew, Daytime sleepiness, Aroma essential oil, Autonomic nervous system

초록

본 연구는 야간 근무 도시철도승무원을 대상으로 직무스트레스와 수면장애가 낮 시간대 졸음에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 낮 시간대 졸음 지수는 타 근무시간대 보다 높게 측정되어 졸음 정도가 심한 것으로 나타났다. 이후 일반적으로 수면장애 및 스트레스 완화에 도움이 된다고 알려진 아로마에센셜 오일을 야간근무 근무자들에게 처치하여 스트레스와 자율신경계에 미치는 효과를 검증하였다. 아로마테라피를 처치 받은 실험군은 아무것도 처치하지 않은 대조군과 비교하여 스트레스의 감소, 자율신경계의 전체 활성도가 개선되는 것으로 나타났다. 본 연구는 도시철도승무원의 야간근무가 스트레스 증가와 자율신경계에 부정적으로 영향을 미치며, 이를 완화하기 위하여 아로마테라피 처치가 좋은 대안이 될 수 있음을 입증하였다. 본 연구를 통하여 야간 근무자들의 스트레스를 완화시켜 잠재적인 안전사고 예방에도 도움이 될 것으로 기대된다.

검색어 : 야간근무 도시철도승무원, 주간졸음, 아로마테라피, 자율신경계

* 정회원 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 글로벌철도시스템학과 박사과정

(Seoul National University of Science and Technology · 4tokky@hanmail.net)

** 종신회원 · 교신저자 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 교수

(Corresponding Author · Seoul National University of Science and Technology · sigonkim@seoultech.ac.kr)

*** 종신회원 · 송원대학교 철도경영학과 부교수 (Songwon University · ikay@songwon.ac.kr)

Received June 21, 2022/ revised July 7, 2022/ accepted July 16, 2022

1. 서론

계속된 산업발전으로 하루 24시간을 운영해야 하는 직업이 점차 증가하면서, 필연적으로 야간근무를 포함한 교대(교번)근무가 발생하게 되었다. 도시철도 또한 필연적으로 교대(교번)근무 및 야간근무가 필요한 직업이다. 특히, 도시철도승무원의 경우 다이어그램(diagram)에 신체리듬을 맞추어야 하므로 불가피하게 잦은 야간근무 시행으로 일일생활주기(Circadian rhythm)의 교란가능성과 적응의 어려움을 겪고 있다. 또한, 도시철도승무원은 고정된 열차 운행에 따라 일상적으로 정해진 시간에 근무를 하는 대신 철도운행 시각표에 맞춘 불규칙한 교번근무 체계를 따르고 있다(Park, 2014a).

낮과 밤의 구별 없이 24시간 업무를 수행 할 수밖에 없는 근무형태에서 그로 인해 만성적으로 수면이 부족한 수면 박탈, 잠을 자야 할 때 제대로 못자는 불면증, 또한 깨어있어야만 할 때 제대로 깨어있기 어려운 낮 시간대의 졸음은 피로의 누적을 만들고 업무수행능력을 감소시키며, 의욕의 상실로 이어져 일상생활에서의 어려움과 열차 운행 시 중대한 사고를 일으킬 수 있는 심각한 문제가 될 수 있다(Johns and Hocking, 1997).

시각자극의 단순화 즉 단조롭고 일정한 선로의 열차운행환경과 동일 행동의 장시간 반복으로 인한 각성수준 저하는 판단력 저하 및 졸음으로 이어 질 수 있다(Park et al., 2004). 이것은 열차의 무정차 통과사고, 출입문 미 취급 사고, 추돌사고의 원인으로 끊임없이 발생하고 있으며, 2007년 부산역의 KTX의 열차 충돌사고, 2014년 시카고 오헤어국제공항 지하 전철역 열차 탈선사고, 2003년 일본 신칸센과 2005년 아미카사키시 열차 탈선사고에서도 졸음 운전으로 인한 대형사고의 원인으로 지목되고 있다. 졸음운행이 열차사고의 원인이 되는 심각한 상황 속에서 불규칙한 야간근무 도시철도승무원을 대상으로 졸음에 관한 정도파악이나 정보는 매우 부족한 실정이며, 여기에 대한 실질적이고 실용적인 대체 방안 또한 전무한 상태이다. 필연적으로 야간근무를 수행할 수밖에 없는 도시철도승무원에게 졸음이나 스트레스 감소를 위한 중재방안으로 아로마테라피의 상쾌한 향기는 기분을 좋게 만들어 주고, 고소한 향기는 마음을 평안하게 만들어 준다. 특히 인공적으로 만들어진 향수가 아닌 자연식물에서 추출하여 만들어진 아로마에센셜오일은 코로 통해 흡입할 경우 신체적으로 몸 안의 밸런스를 잡아주고, 심적으로는 평안한 기분을 갖게 해 준다. 아로마테라피는 일상 속에서 단순한 기분전환 뿐만 아니라 최근에는 주행 시 운전자에게도 다양한 효과를 보여주는데, 운전 시에 산소와 향 분사되는 실험조건이 통제조건에 비해 생리적으로는 부담이 적고, 심리적으로는 쾌적하며, 신체적으로는 덜 피로하는 경향을 나타냈고(Sung et al., 2002), 교감 신경계 활성화로 각성효과가 나타나 일정하게 저속운전 속에 유발되는 졸리움 현상이 감소하는 것을 보여 주었다.

또한 Min et al.(2000), Park et al.(2002)는 아로마테라피가 수면을 증진시키는 효과가 있음을 확인하였다. 이처럼 아로마테라피가 스트레스나 피로뿐 만 아니라 수면의 질과 각성상태를 향상시켜 졸음방지에도 효능이 있다고 밝혀졌다.

따라서 본 연구에서 도시철도승무원을 대상으로 사고위험의 주요원인이 될 수 있는 주간졸음 정도파악과 설문지를 통한 관련된 영향요인을 분석하고 특수한 환경 속에서 정신적, 육체적 부담을 겪고 있는 도시철도승무원에게 야간근무가 미치는 영향과 중재방안으로 아로마에센셜오일 흡입을 통한 자율신경계의 변화를 확인하여 그 효과를 입증함으로써 도시철도 안전운행에 기여하고자 한다.

2. 기존문헌 고찰

도시철도승무원들은 대부분 어두운 터널 속에서 정해진 시간의 압박, 이례상황 발생 시 긴장상태의 연속으로 상시적으로 육체적, 심리적 스트레스 환경에 직면하고 있다. Lim et al.(2015)는 이러한 압박과 불안은 심리적 피로를 가져오며, 이러한 심리적 피로는 집중력 저하, 졸음, 의욕상실, 인지실패 등 여러 부작용을 야기시킬 수 있다고 하였다. Song(2011a)는 도시철도 기관사의 업무는 한정된 공간 내에서 홀로 근무하는 특성상 육체적, 정신적 피로도가 높고 야간근무에 따른 수면장소의 잦은 변동과 짧은 수면시간 등으로 열차운행 중 초기상황 판단 잘못이나 불감증으로 인한 실수로 안전운행에 중대한 영향을 미칠 수 있다고 하였으며, Kim(2014)는 철도기관사 233명 대상으로 설문조사를 통하여 이례상황 스트레스 증가가 기관사의 심리적 피로도에도 정(+)영향을 미쳐 이례상황 스트레스는 기관사의 심리적 피로 증가와 유의한 관련이 있었고, 간접적으로 사고에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 교번근무와 빈번한 야간근무 환경 속에서 다양한 스트레스와 피로에 노출되어 있는 도시철도승무원에게서 발생하는 수면장애 양상과 불규칙하고 단조로운 환경은 졸음이나 집중력, 의식저하 등으로 발생하는 안전사고의 위험이 될 수 있다. Kecklund et al.(1999) 기관사의 운전업무, 운행시간, 수면부족, 소음과 진동, 테러 및 사고의 공포 등이 직무스트레스를 증가시킨다는 연구가 있으며, Torsvall and Akerstedt(1987)는 교번근무로 인해 도시철도승무원의 빈번한 야간근무와 불규칙한 출퇴근으로 인해 수면부족과 스트레스, 피로를 증가시키고 이로 인한 수면장애는 사회생활 및 가족생활 등을 방해하고 운행에 있어서 집중력을 감소시킨다고 하였다. Fitzpatrick(1999)는 교번근무에 종사하는 근무자들은 생리적인 주기 리듬이 파괴되고, 수면의 부족이나 수면주기가 변화되기 때문에, 불면증이나 수면장애, 피로의 증가 그리고 심혈관계 질환 및 소화기계의 문제 등이 발생할 수 있다고 하였다. Ong

and Kogi(1990)은 사상 사고를 목격하거나 직접 경험한 경우 교번근무행태와 함께 작용하여 생체 리듬을 교란하여 수면장애가 나타날 수 있다고 하였고, Park(2014b)는 사상 사고를 경험한 경우에 공황장애, 외상 후 스트레스, 우울증상, 음주, 흡연의 문제, 수면문제가 그렇지 않은 경우보다 유의하게 높게 나타났고, 사고 경험이 많을수록 정신적인 문제가 더 증가는 것으로 분석하였다. Jung(2016)는 열차 운행 시 확실하지 않은 의식 상태에서 신체적 육체적 피로와 단조로움에 의해서 도시철도승무원의 인적오류의 원인인 의식수준 저하가 일어난다고 하였으며, Park(2004)는 기관사는 단조롭고, 일정한 선로를 운행하므로 상대적으로 의식을 집중하지 않거나, 의식을 분산시켜 안전사고 유발가능성이 높다고 하였다. Dorian et al.(2011)는 기관사의 근무형태, 권태감, 피로, 수면 부족에 대한 연구를 통해 호주철도 기관사는 운전업무가 단조롭고 반복적이며, 불규칙한 교번근무와 업무부하로 피로에 취약, 수면부족 등으로 사고의 위험성이 높다고 하였다.

이와 같이 선행연구를 통해 도시철도승무원에게 직무스트레스는 피로감, 정서 상태, 안전행동, 철도사고 등 여러 부분에 악영향을 미치며 Ahn and Kwon(2017), 졸음에 관련된 사고가 끊임 없이 발생하고 있는 가운데 주간졸음이 중대사고로 이어질 수 있는 상황 속에서 도시철도승무원을 대상으로 졸음에 대한 정도와 악과 원인에 관한 연구는 부족한 상태이며 도시철도승무원을 대상으로 직접적인 대처방안도 전무한 상태이다. 아로마테라피는 스트레스 감소와 각성효과를 증진시켜 증재방안으로 운전자에게도 효과를 나타내고 있는데, Sung et al.(2002)는 주행 시 산소 및 항 발생 시스템을 사용함으로써 운전자의 피로가 경감될 수 있는 가능성을 나타냈고, Min(2001)은 편안한 향으로는 라벤더를 각성 향으로는 자스민 향을 선택하여 뇌파를 측정한 결과 대뇌의 전두엽(Fz), 두정엽(Cz), 후두엽(Pz) 세 부위 모두에서 자스민은 각성효과가 라벤더는 안정 효과가 있다는 것을 뇌파를 통해 보여주었다. Kim et al.(2021)는 운전자에게 아로마 오일 흡입 및 조명과 사운드를 통한 다감각 자극을 통해 스트레스 경감에 대한 효과를 알아보기 위해 주관적 평가 및 심박변이도를 측정하였다. 그 결과 로즈마리(향), 그린(조명), 핑크 노이즈(사운드)의 조합에서 TP, HF, LF, SDNN, RMSSD의 증가, HF(%)증가, LF(%)감소로 특히, TP 및 HF 증가가 두드러졌으며, HF(%)증가 및 LF(%)의 감소로 부교감신경의 활성화를 확인할 수 있었다. 이는 신경의 이완으로 스트레스 감소 효과를 나타내는 결과라 할 수 있고, 운전 시 스트레스 감소에 효과를 보인다고 하였다. Kim et al.(2000)는 고속 주행 시 나타날 수 있는 신경계의 긴장 상태가 향의 흡입으로 신경의 이완으로 긴장이 감소되는 것을 나타냈다. 반대로 Shin et al.(2000)는 느린 운행으로 유발 될 수 있는 신체의 졸음이나 이완 현상이 향 흡입을 통해 감소되는 것을 자율신경계 반응을 통해 알 수

있었다. Kim and Min(2019)는 운전 중 동시자극이 운전자에게 스트레스를 유발시킬 수 있고, 사고의 원인이 될 수 있다고 하였으며, 페퍼민트 향 특성으로 각성효과는 인체에 긴장을 일으키거나 집중력을 높이기 때문에 긍정적 스트레스가 향상된 것으로 보인다고 하였다. 또한 졸리움 현상이나 수면의 질을 개선하기 위한 대체보완 요법으로 아로마테라피를 시행한 연구들 중에서 Lee(2018)는 불규칙적인 교번근무와 야간근무로 인한 피로와 수면부족을 가지고 있는 지하철승무원을 대상으로 취침 시 아로마 발향이 수면의 질에 효과가 있음을 나타냈고 Kwak et al.(2015)는 향(아로마)흡입이 수면부족으로 인한 스트레스에 미치는 영향을 연구한 결과 페퍼민트 아로마오일을 흡입 하였을 경우 LF/HF값이 현저히 증가하고, 교감신경이 활성화하고 있다는 것을 알 수 있었으며, 이는 졸음상태에서 각성상태를 유지하는데 일시적인 효과가 있음을 보여주고 있다는 것을 나타냈다. Kim et al.(2019)는 아로마테라피가 수면에 미치는 효과에 대한 연구의 국, 내외 데이터베이스를 통한 2017년 5월까지의 분석대상으로 총 23편의 문헌을 선정하였으며, 그 중에 12편이 메타 분석에 사용한 결과 수면의 질 향상에 아로마테라피가 효과가 있는 것으로 나타났으며, 수면의 질에 효과적인 아로마오일들은 주로 심리적 안정, 이완, 호르몬 균형에 효과를 가진 것으로 알려져 있는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구는 스트레스와 피로에 취약한 환경 속에서 근무하는 야간근무 도시철도승무원을 대상으로 주간졸음에 관한 원인을 파악하고 야간근무가 미치는 영향과 직접적인 대처방안이 될 수 있는 아로마테라피를 적용하여 그 효과를 검증하였다.

3. 연구 설계

야간근무 도시철도승무원을 대상으로 도시철도 운행에 있어서 대형사고의 위험원인이 될 수 있는 주간졸음의 정도와 관련된 영향요인을 파악하고, 불가피하게 교번 및 야간근무가 운행 될 수밖에 없는 상황 속에서 도시철도승무원에게 증재방안으로 아로마테라피(흡입법)를 적용하고 HRV(심박변이도)를 통한 생체실험을 측정·분석하여 자율신경계에 미치는 영향을 확인함으로써 객관적인 검증을 하는 것이 본 연구의 목적이다. 따라서 다음과 같이 연구를 설계하였다. 본 연구를 통해서 연구하고자 하는 연구문제들과 이에 따른 가설은 다음과 같다.

- 연구문제1. 야간근무 도시철도승무원의 주간졸음 정도 파악과 근무년수(경력), 연령, 운동량, 건강상태, 흡연량, 주량, 직무스트레스, 수면장애 등의 변수와 주간 졸음과 관련된 영향요인이 있는지 규명한다.
- 연구문제2. 아로마에센셜 오일 흡입을 통한 실험군과 아무런

처치를 하지 않은 대조군을 통해 야간근무와 아로마테라피가 도시철도승무원의 자율신경계에 미치는 영향을 규명한다.

- 가설 2-1: 아로마에센셜 오일 흡입을 처치한 실험군과 아무런 처치를 하지 않은 대조군의 자율신경계 반응에 차이가 있을 것이다. 실험 처치 후 대조군과 실험군의 스트레스 지수, TP, VLF, LF, HF, LF/HF, SDNN, RMSSD는 차이가 있을 것이다.

본 연구는 야간근무 도시철도승무원을 대상으로 주간졸음을 파악하고 미치는 영향요인을 분석하였다. 그리고 중재 방안으로 아로마에센셜 흡입을 통한 자율신경계 반응과 미치는 효과를 검증하기 위해 대조군, 실험군 순서로 전후시차실험을 진행하였다(Fig. 1).

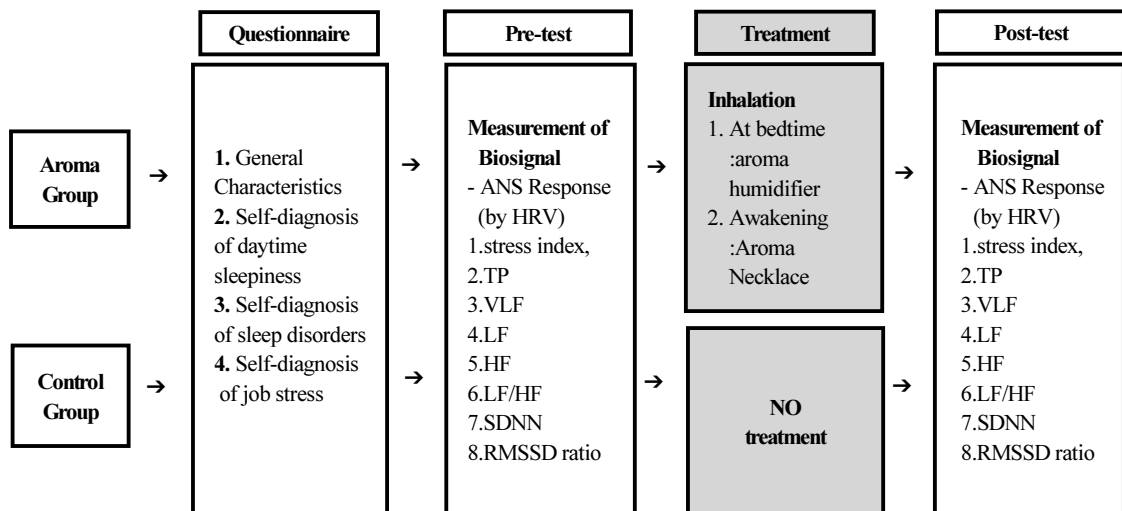
4. 데이터 조사

야간근무 도시철도승무원을 대상으로 연구의 목적 설명한 후 연구의 내용을 이해하는 실험군 40명, 대조군 40명으로 총 80명을 대상으로 실시하였다. 그러나 실험도중 참가 의사가 없는 자, 커피나 담배를 섭취하는 자 등 대조군 4명, 실험군 5명을 제외하고 실험군 35명, 대조군 36명을 무작위배정으로 실시하였다. 연구동의를 개인정보보호를 위해 자율적 의지에 따라 서면 동의 표시 방법으로 하였고, 실험 도중 부작용 발생 및 참여 철회를 밝히는 경우 언제든지 실험 중지가 가능함을 설명하였다. 특수한 분야와 환경 속에서 근무하는 도시철도승무원의 잘못된 아로마오일 처치가 열차안전운행에 영향을 미칠 수 있으므로 본 연구에서는 기존 문헌 연구 및 국제 아로마테라피리스트 자격증을 보유한 2명의 전문

가에게 충분한 자문과 고증을 거쳐 아로마테라피 적용기준에 따라 에센셜 오일을 실험군에 적용하였으며, 운전경력 10년 이상의 기관사와 함께 동승하여 열차 안전운행을 최우선으로 중점을 두고 실시하였다

4.1 설문조사

- ① 일반적 특성은 연령, 성별, 근무경력, 운동량, 주량, 흡연량, 건강상태로 총 8문항으로 구성되어 있다.
- ② 주간졸음 측정도구는 Johns(1991)이 개발한 주간의 상황에 따른 주관적 졸음 측정(Epworth Sleepiness Scale)을 Cho et al.(2010)이 번안한 한국형 주간졸음척도(KESS) 도구를 본 연구에 맞게 연구자가 재구성하였다. 총 점수는 24점으로 점수가 높을수록 정도가 높음을 의미하며, 10점 이상이면 낮 동안의 과도한 주간졸음(excessive daytime sleepiness, EDS)이 있는 군으로 구분하였고, 0~9점은 주간졸음이 없는 군으로 구분하였다(non-EDS).
- ③ 대상자의 수면장애 측정도구는 Härmä et al.(1998)이 개발하고 Jo et al.(2001)가 번역 및 정리한 것을 사용하였다. 최저 11점, 최고 44점으로 점수가 높을수록 수면장애 정도가 심함을 나타낸다.
- ④ 직무스트레스 측정도구는 Shin and Guk(2006)가 개발한 직무스트레스 요인을 Song(2011b)가 수정·보완한 것을 본 연구에 맞게 연구자가 재구성하였다. 신체·정서적 요인 12문항, 현업직무수행 요인 7문항, 제도적 요인 6문항으로 총 25개 문항을 5점 척도로 측정하였다 점수가 높을수록 직무스트레스가 상대적으로 높은 것을 의미한다.



ANS=Autonomic Nerve System, TP=Total Power, VLF=Very Low Frequency, LF=Low Frequency, HF=High Frequency, LF/HF=LF/HF ratio, SDNN=The Standard Deviation of Successive Differences of N-N interval, RMSSD=Root Mean Square of Successive Differences

Fig. 1. Research Design

4.2 유비오 맥파 측정 조사

유비오 맥파측정기(uBioClip v70)(Fig. 2)는 한국과학기술연구원 벤처재단 (주)바이오센스 크리에티브에서 개발하였고, 의료기기 제조 인증을 받았으며, PPG 신호분석을 이용한 HRV 의료기기 품목으로 인증 받은 신뢰할 수 있는 생체측정기기이다. 본 연구에서 측정하여 얻을 수 있는 HRV 8개 항목의 간략한 정의는

- ① 스트레스: 자율신경의 상태 및 심장박동에 대한 분석으로 누적된 스트레스 지수를 측정한다.
- ② TP (Total Power): 자율신경활성도 지수를 나타낸다.
- ③ VLF (Very Low Frequency,0-0.04 HZ): 자율신경균형도 지수를 나타낸다.
- ④ LF (Low Frequency,0.04-0.15 HZ): 교감활성도 지수를 나타낸다.
- ⑤ HF (High Frequency,0.15-0.4 HZ): 부교감활성도 지수를 나타낸다.
- ⑥ LF/HF (LF/HF ratio): 교감/부교감 비율을 나타낸다.
- ⑦ SDNN (The Standard Deviation of Successive Differences

of N-N interval): 스트레스에 대한 신체 저항도 지수를 나타낸다.

- ⑧ RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences): 심장의 안정도를 나타낸다.

본 연구는 서울시에 소재한 S승무사업소 야간근무 도시철도승무원을 대상으로 연구실험 설계를 위해 예비조사를 2020년 5월 한 달간 실시하였고, 예비실험 결과와 시행착오를 바탕으로 본 조사를 2020년 10월에서 2021년 5월까지 실시하였다. 본 연구의 대상자가 교번제의 특성상 야간근무 다이가 연속적인 근무가 아닌 불규칙한 일정하지 않은 야간근무로 DIA마다 출, 퇴근시간 및 열차운행 시간과 운행사업이 전부 다르기 때문에 정확한 실험결과와 연구의 신뢰성을 위해 근무환경, 시간, 열차운행사업이 모두 같은 야간근무 당일 특정 한 개 DIA를 선정, 아로마에센셜오일 처치를 1회로 설정하였다. 1번 흡입할 경우 지속시간이 3~6시간 정도인 것에 근거와 Buckle(2001) 아로마 흡입을 1~2회 시행해도 심리와 생리 반응의 변화를 보인 사전 연구(Oh et al., 2001), 그리고 아로마테라피 전문가 자문에 근거하였다. 다음은 연구실험 스케줄이다(Fig. 3).



Fig. 2. uBioClip v70 (uBioMacpa Tester)

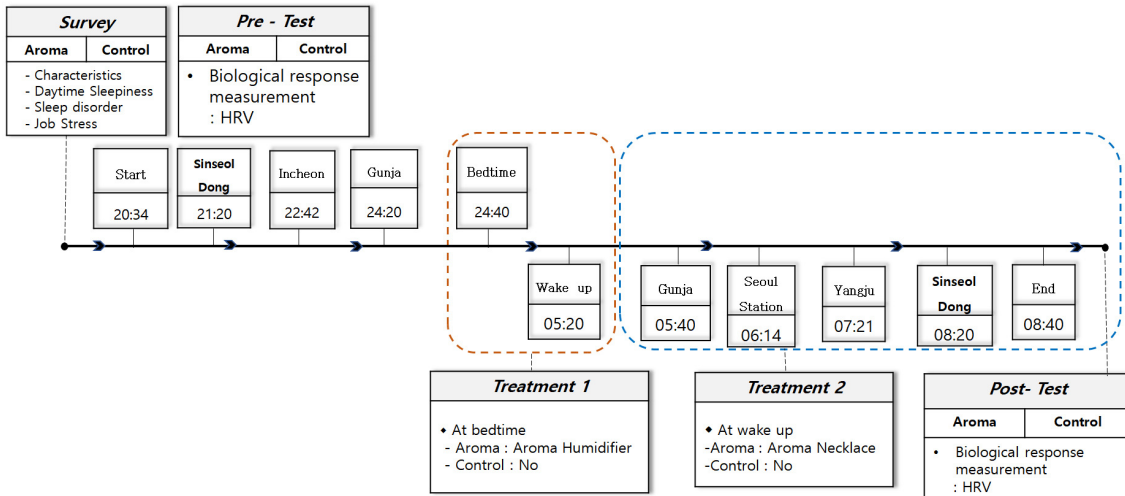


Fig. 3. Experimental Schedule

실험군은 야간근무 후 취침 30분전에 수면에 도움을 주는 아로마 블렌딩 오일 세레니티 3~4방울과 400 mm물을 섞어 발향기(Fig. 4)를 통해 향을 흡입하면서 취침하였고, 기상 후에는 각성상태에 도움을 주는 페퍼민트, 로즈마리, 라벤더를 1.5:2:1로 블렌딩한 오일을 거즈에 2~3방울 떨어트려 아로마 목걸이(Fig. 4)에 부착 후 착용하여 실험군의 열차운행이 종료될 때까지 지속되도록 하였다. 반면에 대조군은 아무런 처치를 하지 않았다.

본 연구에서는 HRV를 통한 자율신경계를 측정하기 위해 사전, 사후 검사 대상자의 손가락에 착용한 광센서기기와 노트북을 연결하여 5분간 측정하였고(Fig. 5) 신체의 자율신경계 반응을 분석하였다. 대조군, 실험군의 프로그램 전, 후 각 1~2회씩 측정하였으며, 대상자가 기침이나 하품 및 움직임이 있을 시 다시 측정하게 하였다. 본 연구에서는 스트레스와 TP, VLF, LF, HF, LF/HF, SDNN, RMSSD를 측정하였다.

5. 데이터 분석

수집된 Data를 바탕으로 IBM SPSS Statistics 20.0을 이용하여 일반적 특성은 빈도분석, 동질성 검증은 X^2 -test 분석을 사용하였다. 두 집단 간의 HRV에 대한 동질성 검증은 이미 존재하는 집단 간의 차이를 통계적으로 통제할 수 있는 공변량분석(ANCOVA)을 통해 모든 HRV의 Leven의 통계량에 대한 값으로 분석하였다. 대조군과 실험군 간 사후 검사 차이를 검증하기 위해 종속변인들의 사전검사를 공변량으로 하여, 대조군과 실험군의 사후검사에 대한 공변량분석(ANCOVA)을 실시하고 비교·분석 하였다. 대상자의

주간졸음 정도 파악을 위해 빈도분석과 미치는 영향요인을 분석하기 위해 근무년수, 연령, 운동량, 건강상태, 수면장애, 직무스트레스, 흡연량, 주량을 독립변수로 주간졸음을 종속변수로 다중선행회귀 분석을 실시하여 원인을 분석 하였다.

5.1 대상자의 동질성 검증

5.1.1 일반적 특성에 대한 동질성 검증

대조군, 실험군간 일반적 특성에서의 동질성 검증을 위해 X^2 (Chi-square)검증을 통한 교차분석 결과는 다음의 표(Table 1)와 같다. 성별, 연령, 근무경력, 결혼유무, 운동량, 음주량, 흡연양 등에서 대조군, 실험군간, 통계적으로 유의한 차이가 없어 두 집단 간의 사전 동질성을 갖는 것으로 확인할 수 있었다.

5.1.2 HRV에 대한 동질성 검증

대조군과 실험군 간 사전에 이미 존재하는 집단 간의 차이를 통계적으로 통제할 수 있는 공변량분석(ANCOVA)를 통해 모든 HRV의 Leven의 통계량에 대한 값이($p>0.05$) 유의미한 차이가 없어서 동질성이 확보되었다(Table 2).

5.2 대상자의 주간졸음 정도와 미치는 영향요인

5.2.1 대상자의 주간졸음 정도

대상자의 주간졸음 정도는 다음(Table 3)과 같다. 전체 대상자 중 42.3 %가 주간졸음이 있는 것으로 나타났고, 주간 졸음 정도는 22.5 % 중증도 졸음은 18.3 %, 심한 졸음 이상은 1.4 %를 나타냈다.



Fig. 4. Aroma Humidifier and Aroma Necklace

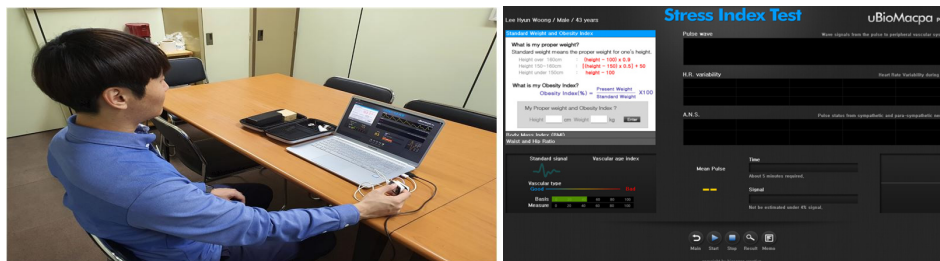


Fig. 5. Measuring the HRV of a Participant

Table 1. Homogeneity Test of General Characteristics

Characteristics		Control N (%)	Aroma N (%)	Total N (%)	χ^2	p
Gender	Male	36(100)	34(97.1)	70(98.6)	1.043	0.307
	Female	0(0)	1(2.9)	1(1.4)		
Age	20s	8(22.2)	11(31.4)	19(26.8)	5.398	0.145
	30s	10(27.8)	5(14.3)	15(21.1)		
	40s	7(19.4)	13(37.1)	20(28.2)		
	50s	11(30.6)	6(17.1)	17(23.9)		
Career(yr)	< 2	5(13.9)	7(20)	12(16.9)	3.794	0.285
	2 - 10	13(36.1)	8(22.9)	21(29.6)		
	10 - 20	4(11.1)	9(25.7)	13(18.3)		
	20 <	14(38.9)	11(31.4)	25(35.2)		
Marital status	Unmarried	14(38.9)	14(40)	28(39.4)	0.009	0.924
	Married	22(61.1)	21(60)	43(60.6)		
Exercise (week)	None	4(11.1)	4(11.4)	8(11.3)	2.325	0.676
	< 1	6(16.7)	8(22.9)	14(19.7)		
	1-2	14(38.9)	14(40)	28(39.4)		
	3-4	10(27.8)	9(25.7)	19(26.8)		
	Every Day	2(5.6)	0(0)	2(2.8)		
Drinking (Week)	Don't drink	6(16.7)	9(25.7)	15(21.1)	3.410	0.492
	I drank in the past but I quit	2(5.6)	0(0)	2(2.8)		
	< 1	9(25)	11(31.4)	20(28.2)		
	2 - 3	17(47.2)	14(40)	31(43.7)		
	Every Day	2(5.6)	1(2.9)	3(4.2)		
Smoking (Day)	Don't smoking	14(38.9)	16(45.7)	30(42.3)	4.596	0.331
	I used to smoke but I quit	11(30.6)	4(11.4)	15(21.1)		
	< 0.5	3(8.3)	4(11.4)	7(9.9)		
	< 1	7(19.4)	8(22.9)	15(21.1)		
	1 ≤	1(2.8)	3(8.6)	4(5.6)		
Physical Condition	Very good	1(2.8)	3(8.6)	4(5.6)	2.010	0.570
	Good	10(27.8)	10(28.6)	20(28.2)		
	Normal	22(61.1)	21(60)	43(60.6)		
	Poor	3(8.3)	1(2.9)	4(5.6)		
	Very poor	0(0)	0(0)	0(0)		

Table 2. Homogeneity Test of HRV

HRV	F	df1	df2	p
Stress	1.783	1	69	0.186
TP	0.194	1	69	0.661
VLF	1.358	1	69	0.248
LF	2.809	1	69	0.073
HF	2.705	1	69	0.105
LF/HF	0.021	1	69	0.884
SDNN	0.262	1	69	0.610
RMSSD	2.996	1	69	0.088

Table 3. Participants' Degrees of Daytime Sleepiness

Classification		Control N (%)	Aroma N (%)	Total N (%)	Mean (SD)	p
Daytime Sleepiness	Below 10	22(58.3)	19(54.3)	41(57.7)	9.85± 4.045	0.780
	Above 10	14(41.7)	16(45.7)	30(42.3)		
	1-10 (Normal)	22(58.3)	19(54.3)	41(57.7)		
	11-13 (Daytime Sleepiness)	6(19.4)	10(28.6)	16(22.5)		
	14-18 (Severe)	7(19.4)	6(17.7)	13(18.3)		
	19≤ (Serious)	1(2.8)	0(0)	1(1.4)		

Table 4. Regression Model Output

Variable	β	SE	t (p-value)	R^2
(Constant)	-3.924	2.567	-1.529(0.131)	0.305
Job stress	0.076	0.032	2.383(0.020*)	
Sleep Disorder	0.288	0.096	2.993(0.004**)	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Table 5. Pre-Post Score of Stress and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
Stress	Control (36)	49.11	10.325	53.25	10.291	54.398	1.219	15.001***
	Aroma (35)	52.20	10.507	48.80	10.951	47.628	1.236	

Table 6. Pre-Post Score of TP and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
TP	Control (36)	8.164	0.8560	7.833	0.8692	7.707	0.110	8.043**
	Aroma (35)	7.797	0.7563	8.026	0.8420	8.155	0.111	

5.2.2 대상자의 주간졸음에 미치는 영향요인

대상자의 주간졸음에 영향을 미치는 영향요인을 파악하기 위해 성별, 연령, 근무경력, 결혼유무, 운동량, 음주량, 흡연량을 독립변수로, 주간졸음을 종속변수로 다중선형회귀분석을 실시하였다. 분석 결과는 Table 4와 같으며, 분석 방법은 단계 선택(stepwise)을 선택하였다. 먼저, $F=14.901$ ($p<.001$)로 본 회귀모형이 적합하다고 할 수 있다. $R^2=0.305$ 로 30.5 %의 설명력을 나타냈으며 분석결과 직무스트레스는 $\beta=0.076$ ($p<.05$)로 대상자의 주간졸음에 유의한 영향을 미치고 있었다. β 부호가 정(+)적이므로 직무스트레스가 1증가하면 대상자의 주간 졸음이 0.076만큼 높아진다고 할 수 있다. 또한 수면장애도 $\beta=0.288$ ($p<.01$)로 통계적으로 유의하게 나타났다. 예를 들어, 다른 변수가 고정되어 있을 때, 수면장애가 1 증가하면 대상자의 주간 졸음은 0.288만큼 증가한다는 것을 의미한다.

5.3 야간근무와 아로마에센셜 오일 흡입이 대상자의 HRV에 미치는 영향

5.3.1 스트레스

본 연구에서 스트레스의 공변량 분석 결과는 Table 5과 같으며, 사전 스트레스 점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간 사후 스트레스 점수에 유의미한 차이를 나타냈다($F=15.001$, $p<.001$).

5.3.2 TP (Total Power, 자율신경활성도)

본 연구에서 TP의 공변량 분석 결과는 Table 6과 같다. 사전 TP점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간, 사후 TP점수에 유의미한 차이가 있었다($F=8.043$, $p<.01$).

5.3.3 VLF (Very Low Frequency, 자율신경균형도)

본 연구에서 VLF의 공변량 분석 결과는 Table 7과 같다. 사전 VLF점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간, 사후 VLF점수에 유의미한 차이가 있었다(F=6.905, p<.05).

5.3.4 LF (Low Frequency, 교감활성도)

본 연구에서는 LF 공변량분석 결과는 Table 8과 같으며, 사전 LF 점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간, 사후 LF 점수에 통계적으로 유의하게 나타났다(F=5.543, p<.05).

5.3.5 HF (High Frequency, 부교감활성도)

본 연구에서는 HF 공변량분석 결과(Table 9), 사전 HF 점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간, 사후 HF점수에 통계적으로 유의하게 나타났다(F=12.528, p<.05).

5.3.6 LF/HF (LF/HF ratio, 교감/부교감 비율)

본 연구에서 LF/HF의 공변량분석 결과는 Table 10과 같으며, 사전 LF/HF 점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간 사후 LF/HF 점수에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(F=1.544, p=0.218).

Table 7. Pre-Post Score of VLF and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
VLF	Control (36)	7.439	0.7602	7.16	0.880	7.003	0.114	6.905*
	Aroma (35)	6.986	0.6450	7.27	0.784	7.440	0.116	

Table 8. Pre-Post Score of LF and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
LF	Control (36)	6.900	1.0930	6.403	1.0587	6.278	0.117	5.543*
	Aroma (35)	6.551	1.0242	6.546	1.0077	6.674	0.119	

Table 9. Pre-Post Score of HF and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
HF	Control (36)	6.900	1.0930	6.403	1.0587	6.278	0.117	5.543*
	Aroma (35)	6.551	1.0242	6.546	1.0077	6.674	0.119	

Table 10. Pre-Post Score of LF/HF and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
LF/HF	Control (36)	1.183	0.1630	1.167	0.1549	1.207	0.027	1.544
	Aroma (35)	1.274	0.7168	1.200	0.6739	1.159	0.027	

Table 11. Pre-Post Score of SDNN and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
SDNN	Control (36)	36.544	13.1500	35.583	11.7584	33.326	1.699	7.023*
	Aroma (35)	29.360	13.1452	37.537	14.1587	39.859	1.724	

Table 12. Pre-Post Score of RMSSD and Adjusted Mean/SE

	Constant (N)	pre-test		post-test		Adjust Mean/SE		F (p)
		M	SD	M	SD	M	SE	
RMSSD	Control (36)	23.060	10.5970	24.094	9.4885	23.392	1.682	11.198*
	Aroma (35)	21.111	12.2433	30.700	15.8680	31.423	1.706	

5.3.7 SDNN (The Standard Deviation of Successive Differences of N-N interval, 스트레스에 대한 신체저항도)

본 연구에서는 SDNN의 공변량분석 결과는 Table 11과 같으며, 사전 SDNN점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간, 사후 SDNN 점수에 통계적으로 유의하게 나타났(F=7.023, p<.05).

5.3.8 RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences, 심장의 안정도)

본 연구에서는 RMSSD의 공변량분석 결과는 Table 12과 같으며, 사전 RMSSD 점수를 공변인으로 통제 하였을 때, 아무런 처치를 하지 않은 대조군과 아로마테라피를 처치한 실험군 간, 사후 RMSSD점수에 통계적으로 유의하게 나타났(F=11.198, p<.05).

6. 결론

본 연구는 야간근무 도시철도승무원을 대상으로 주간졸음 정도와 미치는 영향요인을 파악하고, 야간근무와 아로마테라피가 자율신경계에 미치는 영향을 검증하기 위해 진행되었다. 연구대상자는 서울시 S승무사업소에서 근무하는 야간근무 도시철도승무원 71명을 대상으로 하였고, 실험군 35명, 대조군 36명을 무작위배정하여 설문조사를 실시 후 실험연구를 진행하였다. 실험 처치 전 대상자의 일반적 특성, HRV(심박변이도)변인에 관한 동질성은 모두 확보되었다. 실험군에게는 야간근무 후 취침 시 세레니티 아로마블렌딩 오일을 발향기를 통해 흡입하면서 취침하도록 하였고, 기상 시에는 페퍼민트, 로즈마리, 라벤더를 1.5:2:1로 블렌딩한 오일을 거즈에 2~3방울 떨어뜨려 아로마 목걸이에 부착 후 착용하여 열차운행이 종료될 때까지 지속되도록 하였다. 반면에 대조군은 아무런 처치를 하지 않았다.

대상자의 주간졸음 정도를 분석한 결과 전체 대상자 중 42.3 %가 주간졸음이 있는 것으로 나타났고 주간졸음 점수는 9.85점(± 4.045)이었다. 동일한 측정도구로 조사하였던 수도권과 지방소재 대학 간호사나 일반 성인 남녀에 비해 야간근무 도시철도승무원의 주간졸음이 타 분야 보다 높은 것으로 나타났다. 이는 도시철도승무원들이 주간에 과도한 졸음을 경험하며, 휴일을 통해서도 충분

히 회복되지 못하기 때문이라 사료된다(Lee, 2005; Shin et al., 2006).

대상자의 주간졸음에 미치는 영향 요인을 알아보기 위해 다중회귀분석을 실시한 결과 근무년수(경력), 연령, 운동량, 건강상태, 흡연량, 주량은 주간졸음에 영향을 미치지 않았으며, 직무스트레스($\beta=0.076$, $p<.05$)와 수면장애($\beta=0.288$, $p<.01$)가 통계적으로 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 표준화 계수 β 값을 통해 수면장애가 직무스트레스보다 도시철도승무원에게 주간졸음에 영향을 주는 것으로 나타났다. 특히 도시철도승무원에게 직무스트레스는 피로감, 정서 상태, 안전행동, 철도사고 등 여러 부분에 악 영향을 미치는데 이번 연구를 통해서도 주간졸음에 부정적 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

대체방안으로 아로마에센셜오일 흡입이 대상자들의 HRV에 미치는 영향을 분석한 결과 분석된 8개 항목 중, LF/HF를 제외한 7개 항목 즉 스트레스, TP, VLF, LF, HF, SDNN, RMSSD에서 아로마테라피를 처치한 실험군과 아무런 처치를 하지 않은 대조군 간 유의미한 차이가 있었다.

① 스트레스 (F=15.001, p<.001)

: 대조군은 평균 49.11에서 53.25로 증가하였고, 아로마테라피를 처치한 실험군은 52.2에서 48.8로 감소하였다. 즉 대조군을 통해 야간근무가 스트레스를 증가시키고, 실험군을 통해 아로마테라피가 스트레스를 감소시키는 것을 알 수 있었다.

② TP (F=8.043, p<.01)

: 대조군은 평균 8.164에서 7.833로 감소하였고, 아로마테라피를 처치한 실험군은 7.797에서 8.026로 증가하였다. 즉 대조군을 통해 야간근무가 TP를 감소시키고, 실험군을 통해 TP를 향상시키는 것을 알 수 있었다.

③ VLF (F=6.905, p<.05)

: 대조군은 평균 7.439에서 7.16로 감소하였고, 아로마테라피를 처치한 실험군은 6.986에서 7.27로 증가하였다. 즉 대조군을 통해 야간근무가 VLF를 감소시키고, 실험군을 통해 VLF를 증가시키는 것을 알 수 있었다.

④ LF ($F=5.543, p<.05$)

: 대조군은 평균 6.9에서 6.4 크게 감소하였고, 실험군은 6.551에서 6.546 약간 감소하였다. 조정된 사후에서는 실험군의 평균이 대조군보다 높아 실험군의 교감신경이 더 활성화되어 있는 것으로 나타났다.

⑤ HF ($F=12.528, p<.05$)

: 대조군은 평균 5.892에서 5.45 감소하였고, 실험군은 5.457에서 5.731 증가한 것으로 보아 대조군을 통해 야간근무가 HF를 감소하였고, 아로마테라피 처치한 실험군을 통해 부교감 신경이 더 활성화 된 것으로 나타났다.

⑥ SDNN ($F=7.023, p<.05$)

: 대조군은 평균 36.544에서 35.583로 감소하였고, 아로마테라피를 처치한 실험군은 29.36에서 37.573로 증가하였다. 즉 대조군을 통해 야간근무가 SDNN을 감소 시키고, 실험군을 통해 아로마테라피가 SDNN을 증가시키는 것을 알 수 있었다.

⑦ RMSSD ($F=11.198, p<.05$)

: 대조군은 평균 23.06에서 24.094 증가하였고, 아로마테라피를 처치한 실험군은 21.111에서 30.7 크게 증가 하였다. 조정된 사후에서는 실험군의 평균이 대조군보다 높았다.

이상의 연구에서 도시철도승무원의 비교적 상당히 높은 주간졸음 증상과 함께 수면장애 및 직무스트레스가 관련된 원인으로 나타났으며, 아무런 처치를 하지 않은 대조군을 통해 야간근무가 스트레스를 증가시키고 전체적인 자율신경계를 감소시키는 것으로 분석되었다. 중재방안으로 아로마에센셜 오일을 흡입한 실험결과 TP, VLF의 향상은 자율신경계의 전체 활성화도와 균형을 증가시키고, 교감과 부교감 및 SDNN, RMSSD의 증가는 적절한 이완과 각성상태를 유지시켜 자율신경계 반응에 긍정적인 효과를 나타냈다. 즉 아로마에센셜 오일의 흡입은 야간근무 도시철도승무원의 졸음과 스트레스 해소에 도움이 될 것이며, 더 나아가 열차안전운행에도 중요한 요소임을 시사하고 있다.

그러나 조사 대상이 1개 승무사업소 도시철도승무원으로 한정되었고, 비교적 많은 인원으로 대상자의 수가 구성되지 못하여 일반화하는 데는 신중해야 할 것이다. 따라서 다양한 도시철도승무원을 대상으로 장소와 환경에 따른 반복연구가 필요하다. 또한 본 연구에서는 교번 특성상 단시간의 영향 밖에 확인하지 못하였으나 앞으로의 후속연구에서는 장시간 다양한 실험 연구를 통해 결과를 도출시켜 실제 도시철도승무원의 운전실이나 침실에 아로마테라피를 적용시킨다면 열차안전사고 예방에 도움이 될 것이라 기대한다.

References

- Ahn, C. K. and Kwon, Y. G. (2017). "The study of the safety behavior and job stress for the subway train drivers." *Korean Railroad Association, Collection of Academic Presentation Paper*, pp. 827-832 (in Korean).
- Buckle, J. (2001). "The role of aromatherapy in nursing care." *Nursing Clinics of North America*, Vol. 36, No1, pp. 57-72.
- Cho, Y. W., Lee, J. H., Son, H. K., Lee, S. H., Shin, C. and Johns, M. W. (2010). "The reliability and validity of the Korean version of the Epworth sleepiness scale." *Sleep and Breathing*, Vol. 15, No. 3, pp. 377-384 (in Korean).
- Dorrian, J., Baulk, S. D. and Dawson, D. (2011). "Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian rail industry employee." *Applied Ergonomics*, Vol. 42, No. 2, pp. 202-209.
- Fitzpatrick, J. M. (1999). "Shift work and its impact upon nurse performance: current knowledge and research issues." *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 29, No. 1, pp. 18-27.
- Härmä, M., Tenkanen, L., Sjöblom, T., Alikosko, T. and Heinsalmi, P. (1998). "Combined effects of shift work and life-style on the prevalence of insomnia, sleep deprivation and day time sleepiness." *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol. 124, No. 4, pp. 300-307.
- Jo, M. R., Lee, S. H., Park, S. M., Gwon, Y. R., Lee, H. J. and Yoon, Y. H. (2001). "Combined effects of job strain, shift work and life - style on the prevalence of sleep problems in middle - aged men." *Journal of the Korean Academy of Family Medicine*, Vol. 22, No. 5, pp. 709-710 (in Korean).
- Johns, M. W. (1991). "A new method for measuring daytime sleepiness." *The Epworth Sleepiness Scale, Sleep*, Vol. 14, No. 5, pp. 40-545.
- Johns, M. W. and Hocking, B. (1997). "Daytime sleepiness and sleep habits of Australian workers." *Sleep*, Vol. 20, No. 10, pp. 844-849.
- Jung, J. K. (2016). *A Study on the improvement of railroad safety system to reduce human errors*, Ph.D. Thesis, Graduate School of Transportation (in Korean).
- Kecklund, G., Ingre, T. A. M. and Soderstorm, M. (1999). *Train driver's working conditions and their impact on safety, stress and sleepiness: A literature review, analyses of accidents and schedules*, National Institute for Psychological Factors and Health (IPM), Department of Public Health Sciences, Division for Psychosocial Factors and Health, Karolinsks Institutet, Stockholm, Sweden, Stress Research Report 28.
- Kim, G. B. and Min, B. C. (2019). "Effect of peppermint scent on simultaneous stimulation in automotive graphic simulators." *Convergence of Artists and Society, Multimedia Paper*, Vol. 19, No. 5, pp. 481-490 (in Korean).
- Kim, M. E., Jun, J. H. and Hur, M. H. (2019). "Effects of aromatherapy on sleep quality: A systematic review." *Journal of Korean Academy of Nursing*, Vol. 49, No. 6, pp. 655-676 (in Korean).
- Kim, S. T. (2014). "Effect of psychological fatigue on safety behavior and accidents due to stress in unusual situations." *The Journal of the Korean Safety Management Association*, Vol. 16,

- No. 1, pp. 101-108 (in Korean).
- Kim, Y. J., Kim, H. J., Lee, H. W., Jo, Y. H. and Whang, M. C. (2021). "Effect of the multi-sensory on the stress-relieving for vehicle driver." *Korean Society of Emotions and Sensibility*, Vol. 24, No. 4, pp. 107-116 (in Korean).
- Kim, Y. N., Min, B. C., Chung, S. C., Kim, S. J., Min, B. U., Nam, K. D., Han, J. S., Kim, C. J. and Park, S. J. (2000). "The autonomic nervous system response according to the direction of high-speed driving in the image simulator." *Korean Society of Emotions, Spring Conference*, Vol. 20, pp. 235-239 (in Korean).
- Kwak, S. H., Seo, S. H. and Min, B. C. (2015). "Exploring the effect of scent stimulation on changes in the autonomic nervous system in sleep deprivation." *The Ergonomics Society of Korea, Spring Conference Journal*, pp. 313-316 (in Korean).
- Lee, J. T. (2005). *Evaluation of sleep quality of shift workers*, Master's degree, Kyung Pook National University (in Korean).
- Lee, K. G. (2018). *A study on the effect of aroma outgoing therapy on sleep and fatigue of subway crews working alternatively working*, Master's Thesis, Sun Moon University Graduate School of Global Integration (in Korean).
- Lim, G. H., Kim, H., Kim, J. K. and Shin, P. J. (2015). "A comparative study on work intensity and stress according to driverless train operation." *Korean Railroad Association, Spring Conference Journal* (in Korean).
- Min, B. C. (2001). "Psychological and physiological effects of scents on the human body." *Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 18, No. 2, pp. 46-53 (in Korean).
- Min, B. C., Kim, Y. N., Chung, S. C., Kim, S. J., Min, B. U., Kim, C. J. and Sin, M. G. (2000). "Autonomic responses to odorant stimulation during slow and fast vehicular driving in graphic simulator." *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, Vol. 3, No. 1, pp. 7-16 (in Korean).
- Oh, H. K., Choi, J. Y., Chun, K. K., Lee, J. S., Park, D. K., Choi, S. D., Chun, T. I., Kim, M. K. and Kim, S. B. (2001). "A study for anti stress effects of two aromatic synergic blending oils." *A Collection of Papers from the Korean Society of Junshin Science*, Vol. 14, pp. 33-49 (in Korean).
- Ong, C. N. and Kogi, K. (1990). "Shift work in developing countries: current issue and trends." *Occupational Medicine*, Vol. 5, No. 2, pp. 417-428.
- Park, J. W. (2014a). *A study on main factors causing railway drivers human errors in psychological aspects*, Master's Thesis, The Graduate School of Railway, Seoul National University of Science and Technology (in Korean).
- Park, J. W. (2014b). *A study on the factors causing human error in the psychological aspects of railroad engineers*, Master's Thesis, Seoul National University of Science and Technology (in Korean).
- Park, M. J., An, B. J. and Nam, G. S. (2004). "A study on the fatigue of railroad workers." -*Focusing on Engineers-Proceedings of the Korean Institute of Industrial Safety Conference*, pp. 251-256 (in Korean).
- Park, M. K. (2004). *A study on the fatigue of railroad workers*, Korean Safety Association, pp. 251-256 (in Korean).
- Park, S. O., Kim, S. B., Lee, K. S. and Kang, P. S. (2002). "Reduction effect of aromatherapy on stress and insomnia." *Korean Journal of Rural Medicine*, Vol. 27, No. 2, pp. 17-26 (in Korean).
- Shin, J. S., Min, B. C., Chung, S. C., Min, B. W., Kim, S. J., Kim, Y. N. and Kim, C. J. (2000). "Autonomic responses due to odorant stimulation during slow vehicular driving in a graphic simulator." *The Ergonomics Society of Korea, Spring Conference Journal*, pp. 111-114 (in Korean).
- Shin, K. R., Lee, H. R., Kim, J. Y. and Shin, C. (2006). "The prevalence and related factors of daytime sleep hyperplasia in adults." *Journal of Korean Academy of Nursing*, Vol. 36, No. 5, pp. 829-836 (in Korean).
- Shin, T. H. and Guk, K. H. (2006). "Job analysis and aptitude test system for the safety-related job occupants in railway industries." *Korean Industrial Engineering Association Spring Joint Conference Paper Collection*, pp. 1240-1243 (in Korean).
- Song, S. T. (2011a). *A study on the effects of personality and job stress of the railway drivers on job satisfaction and accidents*, Ph.D. Thesis, Seoul National University of Science and Technology (in Korean).
- Song, S. T. (2011b). *Effect of personality factors and job stress on job satisfaction and thinking of railroad engineers*, Ph.D. Thesis, Seoul National University of Science and Technology (in Korean).
- Sung, E. J., Min, B. C., Chun, H. J., Chun, J. H., Nam, Y. W., Kang, I. H., Kim, S. C., Shin, Y. K. and Kim, C. J. (2002). "Effects of oxygen and aroma on driver fatigue." *The Ergonomics Society of Korea, Autumn Conference Journal*, pp. 209-212 (in Korean).
- Torsvall, L. and Akerstedt, T. (1987). "Sleepiness on the job: Continuously measured EEG changes in train drivers." *Electro-mechanics, Clinical Neuropsychology*, Vol. 66, No. 6, pp. 502-511.