

인지 및 행동영역에서 교대 근무의 유해적인 영향 : 비판적 고찰

이화여자대학교 스크랜튼대학 융합학부 뇌·인지과학과,¹ 이화여자대학교 뇌융합과학연구원,² 서울대학교 자연과학대학 뇌과학협동과정³
 이수지^{1,2} · 박창현² · 하은지^{1,2} · 박신원^{1,2} · 홍혜진^{1,2} · 박수현^{1,2}
 마지영^{2,3} · 강일향^{1,2} · 강 한² · 송병훈² · 김정윤^{1,2} · 김지은^{1,2}

Deleterious Effects of Shift Work in the Realm of Cognitive and Behavioral Domains : A Critical Review

Suji L. Lee, PharmD,^{1,2} Chang-hyun Park, PhD,² Eunji Ha, BSE,^{1,2} Shinwon Park, MA,^{1,2}
 Haejin Hong, BS,^{1,2} Su Hyun Park,^{1,2} Jiyoung Ma, MS,^{2,3} Ilhyang Kang, MS,^{1,2}
 Hahn Kang,² William Byunghoon Song,² Jungyoon Kim, MD,^{1,2} Jieun E. Kim, MD^{1,2}

¹Department of Brain and Cognitive Sciences, Scranton College, Division of Convergence, Ewha Womans University, Seoul, Korea

²Ewha Brain Institute, Ewha Womans University, Seoul, Korea

³Interdisciplinary Program in Neuroscience, College of Natural Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea

Shift workers experience a disruption in the circadian sleep-wake rhythm, which brings upon adverse health effects such as fatigue, insomnia and decreased sleep quality. Moreover, shift work has deleterious effects on both work productivity and safety. In this review, we present a brief overview of the current literature on the consequences of shift work, especially focusing on attention-associated cognitive decline and related behavioral changes. We searched two electronic databases, PubMed and RISS, using key search terms related to cognitive domains, deleterious effects, and shift work. Twenty studies were eligible for the final review. The consequences of shift work can be classified into the following three categories extracted from the literature review : 1) work accidents ; 2) commuting accidents such as car accidents that occur on the way to and from work ; and 3) attendance management at work (i.e., absenteeism, tardiness, and unscheduled early departure). These cognitive and behavioral consequences of shift work were also found to be associated with sleep disorders in shift workers. Thus, improvements in the shift work system are necessary in order to enhance workers' health conditions, work productivity, and safety.

Key Words Shift work · Cognition · Behavior · Deleterious effects · Medical personnel.

Received: January 4, 2017 / **Revised:** February 2, 2017 / **Accepted:** March 15, 2017

Address for correspondence: Jieun E. Kim, MD

Department of Brain and Cognitive Sciences, Scranton College, Division of Convergence, Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul 03760, Korea

Tel: +82-2-3277-6932, **Fax:** +82-2-3277-6932, **E-mail:** kjieun@ewha.ac.kr

Address for correspondence: Jungyoon Kim, MD

Ewha Brain Institute, Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul 03760, Korea

Tel: +82-2-3277-6561, **Fax:** +82-2-3277-6562, **E-mail:** jungyoon.kimm@ewha.ac.kr

서론

현대사회에서 교대 근무는 사회적 요구에 의하여 필연적으로 생길 수밖에 없는 근무 형태이다. 교대 근무 직종은 24시간 근무자의 접근성 확보라는 사회적 요구를 받는 소방관, 경찰, 간호사, 병원 직원(hospital staff, medical personnel, paramedical staff) 등이 해당된다. 교대 근무 형태는 고정근

무(fixed shift work)와 2교대, 3교대, Kelly¹⁾²⁾ 스케줄처럼 주기적으로 반복되는 순환 근무(rotating shift work) 등 다양한 형태가 있지만, 모든 형태의 교대 근무자들은 공통적으로 일주기 리듬(circadian rhythm)의 파괴(disruption)를 경험하며, 그로 인한 피로, 근무시간의 졸림 정도 증가 및 수면의 질 저하와 불면증 증상 등의 여러 증상을 겪는다.³⁻⁵⁾

일주기 리듬은 인간 내부의 생체시계(internal clock) 조절

을 통해 단백질 발현 등의 유전자 발현 수준에서부터 체온 조절, 수면, 섭식과 같은 행동에 영향을 미치며, 생명체가 살아감에 있어 필수적인 리듬이다.⁶⁾ 이러한 일주기 리듬을 변화시키는 교대 근무환경 및 교대 근무스케줄은 교대 근무자에게 유해한 영향(deleterious effect)을 미치게 될 것임은 분명할 것이다.^{6,7)}

본 논문에서는 교대 근무환경이 교대 근무자에게 미치는 유해한 영향 중에서도, 특히 주의 집중력 저하를 포함한 인지기능 저하, 또는 행동 변화와 관련된 유해성에 대해 집중적으로 논의해 보고자 한다. 또한, 교대 근무자에서 흔히 나타나는 불면증 등의 수면장애도 인지기능 저하, 특히 집중력 저하의 주요한 원인^{8,9)} 중 하나이므로 수면장애와 관련된 결과도 “주의 집중력 저하를 포함한 인지기능 저하 또는 이와 관계된 행동 변화”에 포함하는 것으로 간주하였다.

문헌 검색은 미국국립보건원 산하 미국 국립 의학도서관에서 운영 중인 PubMed(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>)와 한국교육학술정보원이 제공하는 학술연구정보서비스인 RISS(<http://www.riss.kr/>)를 활용하였다. 제목 또는 초록에서 인지기능 및 주의 집중력 저하와 관련된 단어(mental performance, attentional failure, attention lapse, sleep disturbance)와 유해한 영향과 관련된 단어(injuries, accidents, accidental, errors, crash)와 교대 근무(shift work)를 AND 등의 검색 연산자를 활용, 조합하여 검색하였다. PubMed를 통해 총 321개의 논문이 검색되었으며, 1차적으로 영어가 아닌 다른 언어의 논문들과 종설 논문들을 제외하여 214개의 논문을 재선정하였다. 이 중에서 교대 근무, 인지기능 저하와 관련이 없거나 관련성이 적은 논문들을 제외하고 19개의 논문을 포함하였다. RISS를 통해 검색된 265개의 논문들 중 관련 없는 논문을 배제하고 1건을 포함하여, 총 20건의 논문을 최종 논의 대상으로 삼았다.

본 논문에서는 인지 및 행동영역에서의 교대 근무의 유해적 영향을 체계적으로 논의하고자, 문헌 검색의 결과로 추려진 논문의 고찰을 통해 교대 근무의 유해적 영향을 아래 3가지의 범주로 분류하여 논의하고자 한다. 첫 번째로는 업무 관련 사고, 두 번째로는 근무 전후의 자동차 사고, 마지막으로 시간 관리의 실패(지각, 결석, 병가)이다.

본 론

업무 관련 사고

업무 관련 사고(work-related accidents, occupational accidents, occupation injury, occupation-related injury)의 종류는 교대 근무자의 근무환경에 따라 다양할 것이다.

본 범주에서는 의료기관의 교대 근무자인 간호사 및 병원 직원(hospital staff)을 대상으로 한 연구가 많이 이루어졌다(Table 1).¹⁰⁻²⁴⁾ 간호사 및 병원 직원들의 업무 관련 사고의 유형은 주삿바늘과 관련된 사고(needlestick injury and sharps injuries)로 감염에 간접적으로 노출되는 사고와 혈액과 체액 등 직접적으로 감염원에 노출되는 사고,¹³⁾¹⁵⁾¹⁷⁾¹⁸⁾²¹⁾²³⁾ 그리고 의료 과실(medical error), 술기 과실(procedural error)과 같이 의료 행위에서의 업무 관련 사고를 다룬 연구¹⁰⁻¹²⁾¹⁴⁾¹⁶⁾²⁰⁾²²⁾²³⁾가 보고되었다. 직·간접적인 감염원의 노출과 관련한 사고는 교대 근무자에게 중대한 유해 결과를 초래할 수 있으며, 의료 과실이나 술기 과실을 범하는 경우에는 제3자에게도 유해한 결과를 초래할 수 있는 중대한 사고라고 할 수 있다.

Ohayon 등¹¹⁾은 병원 직원(hospital staff members)에 해당하는 행정직(administrative), 의료직(medical), 사회복지 직 종사자(maintenance and social service staffs)의 다양한 업무 관련 사고의 빈도를 조사하였고, 면담(interview)과 자가보고 설문지를 통해서 수면장애와 관련된 문제들을 평가하였다. 연구 결과로, 업무 관련 사고와 병가의 횟수는 수면장애와 관련된 문제가 있을수록 증가하며, 순환 교대 근무자가 고정 교대 근무자보다 업무 관련 사고가 유의하게 증가함을 보고하였다.

Smith 등¹⁷⁾은 간호사의 주사침 자상과 관련된 사고와 순환 근무 형태의 연관성을 제시하였다. 위 연구에 따르면 고정근무 간호사보다 순환 근무 간호사의 주사침 자상 발생률이 1.67배 높았다.

교대 근무자들은 교대 근무스케줄의 다양한 변화를 겪을 뿐 아니라 하루 8시간 이상의 연장된 근무시간(extended work duration) 동안 근무하는 일이 흔히 생기는데, 이러한 장시간의 근무시간이 업무 관련 사고 빈도에 영향을 준다는 연구 결과들도 있다. Green-McKenzie와 Shofer¹⁸⁾은 24개월 동안 혈액 및 체액의 노출(exposure blood and body fluid exposure) 사고를 당한 간호사를 포함한 의료 종사자(healthcare worker)들의 근무시간을 후향적 연구방법(retrospective study)을 통하여 추적 조사하는 방법으로 근무시간과 혈액 및 체액의 노출 사고의 상관 관계를 조사하였고, 그 결과 지속적인 혈액 및 체액의 노출 사고를 당하는 근무자의 1/4이 업무 시간이 12시간 이상인 의료 종사자들임을 보고하였다.

Ayas 등¹³⁾은 24시간 이상의 연속 근무를 하는 병원 인턴(intern)들을 대상으로 경피적 손상(percutaneous injury)의 빈도를 비교하였다. 2737명의 병원 인턴들에서 전향적 연구를 진행하였고, 24시간 이상 연속 근무(extended work) 후 낮 근무(day work)를 할 때와 24시간 근무 없이(non-extended work) 낮 근무를 하는 두 집단의 경피적 손상의 빈도를 비

Table 1. Studies that investigated work-related accidents in shift workers

Authors	Occupation	Study population	Accident type	Outcome measures	Results
Ohayon et al. ⁽¹¹⁾	Hospital staff members	817 staff members of a psychiatric hospital 1) Fixed daytime schedule (n = 442) 2) Rotating daytime shifts (n = 323) 3) Shift or nighttime work (n = 52)	Work-related accidents, sick leaves	Interviews, questionnaires*	Frequency of work-related accidents : rotating daytime workers (19.5%), fixed daytime schedule workers (8.8%), nighttime of shift workers (9.6%) Frequency of sick leaves : rotating daytime schedule group (62.8%) as compared with daytime group (38.5%, p < 0.001)
Suzuki et al. ⁽¹²⁾	Nurses	4407 nurses in 8 general hospitals in Japan (collection rate 94.0%)	Drug-administration errors, incorrect operation of medical equipment, errors in patient identification, needlestick injuries	Reported through self-administered questionnaire, PSQI [†]	Nurses on rotating shifts experience more occupational accidents in the past 12 months (25.4% greater than nurses who are not shift workers)
Ayas et al. ⁽¹³⁾	Interns	2737 of the estimated 18447 interns in US postgraduate residency programs	Percutaneous injuries	Web-based surveys [†] that asked about work schedules and the occurrence of percutaneous injuries	Percutaneous injury rates : extended work vs. non-extended work (OR = 1.61 ; 95% CI 1.46–1.78)
Barger et al. ⁽¹⁴⁾	Interns	2737 residents in their first postgraduate year	Significant medical errors	Web-based survey [‡]	Fatigue-related significant medical error No extended-duration shifts : 3.8% 1–4 extended-duration shifts : 9.8% > 5 extended-duration shifts : 1.6%
Ilhan et al. ⁽¹⁵⁾	Nurses	516 nurses working at a Turkish hospital (response rate 87.0%)	Sharp or needlestick injury	Reported through self-administered questionnaire	Sharp or needlestick injury factor : working for more than 8 hours per day (p < 0.05)
Scott et al. ⁽¹⁶⁾	Nurses	1148 nurses who have membership in the American Association of Critical-Care Nurses and full-time employment	Errors involving administration of medications, procedural, charting, and transcription	Reported through logbooks ^{††}	The risk of making an error almost doubled when nurses worked 12.5 or more consecutive hours (OR = 1.61, p = 0.03)
Smith et al. ⁽¹⁷⁾	Nurses	1162 nurses from a large hospital in Southern Japan (response rate 74.0%)	NSI	Reported through self-administered questionnaire**	Mixed shifts (rotating shift schedule) : –1.67-fold increased risk of sustaining any NSI (OR = 1.67, 95% CI 1.01–2.85) –2.72 times greater risk of sustaining an NSI from a contaminated device (OR = 2.72, 95% CI 1.71–4.44)

Table 1. Studies that investigated work-related accidents in shift workers (continued)

Authors	Occupation	Study population	Accident type	Outcome measures	Results
Green-McKenzie and Shofer ¹⁸⁾	House staff, nurses, and technicians	A large urban teaching hospital with approximately 6000 employees	Accidental blood or body fluid exposure	Data review of all accidental blood and body fluid exposures reported	The accidental blood and body fluid exposures reported by nursing staff were almost equally distributed among the 3 shifts
Halvani et al. ²⁰⁾	Industrial mining group workers	137 (shift worker) vs. 130 (non-shift workers)	Occupational accidents	Piper Fatigue Scale, Epworth Sleepiness Scale	Piper Fatigue Scale mean score between shift workers with accident (4.1 ± 1.83) and those without accident experience (2.69 ± 1.22, p = 0.001)
Demir Zencirci and Arslan ²¹⁾	Nurses	483 invited nurses at Gazi University Medicine Faculty Hospital of Ankara (response rate 89.94%)	Needlestick or sharp object injuries	Reported through cross-sectional self-administered questionnaires ^{††}	Nurses working consistently either in the morning or at night had better sleep quality than those working rotating shifts; sharp object and needlestick injuries were associated with sleep quality
Swanson et al. ²²⁾	All	Data were obtained from the 2008 Sleep in America poll, a telephone-based annual survey	Occupational accidents	2008 Sleep in America poll, a telephone-based annual survey conducted by NSF ^{††}	Relative to daytime workers, shift workers were at an increased odds for experiencing occupational accident in the past year (OR = 2.77, 95% CI 1.27 – 6.02, p = 0.01)
Asaoka et al. ²³⁾	Nurses	1202 nurses in the Tokyo metropolitan area (response rate 80.5%)	Medication errors, procedural errors at work, injuries at work	Reported through self-administered questionnaire ^{§§}	Medication errors, procedural errors, and work injuries were 8%, 19%, and 7%, respectively
Park ²⁴⁾	Nurses	279 nurses	Safety accidents, cognitive failure	Hospital survey on patient safety culture	Factors influencing safety accident was shift working
Chen et al. ²⁶⁾	Truck driver	96	Crashes, near-crashes, crash-relevant conflicts, unintentional lane deviations	Safety-critical events, sleep pattern	Highest safety-critical event rate was associated with shorter sleep
Vennelle et al. ²⁵⁾	Bus driver	677 (response rate 97%)	Accident, near-miss accident	Epworth Sleepiness Scale, questionnaire	7% (having an accident), 18% (near-miss accident) due to sleepiness while working

* : assessing work conditions, work schedule and their consequences, † : assessing mental-health status, Japanese version of the PSQI questionnaire, †† : survey contained detailed questions about work hours, sleep, work rotation during the month, days off, and number of extended-duration work shifts, § : interns were asked to report whether they had made a significant medical error (“Do you believe sleep deprivation or fatigue caused you to make a significant error?”), || : the first part of the questionnaire consisted of descriptive questions which was followed by questions on whether the respondent had ever sustained a sharp or needlestick injury during their working life and in the past year in the hospital and about the characteristics of the injury episode, ¶ : include work-related questions and questions about difficulties remaining awake while on duty, ** : self-perceived psychosocial factors were adapted from categories that have previously been shown to be appropriate in Japan and elsewhere, ††† : PSQI, Morningness-Eveningness Questionnaire and Maslach Burnout Inventory were used, †††† : classification schemes were developed to be consistent with the International Classification of Sleep Disorders-2, STOP questionnaire and Epworth Sleepiness Scale were also used, §§ : Short Form-8, Japanese version, Center for Epidemiologic Studies Depression Scale were used, OR : odds ratio, CI : confidence interval, NSI : needlestick and sharps injuries, NSF : National Science Foundation, PSQI : Pittsburgh Sleep Quality Index

교하였는데, 그 결과 24시간 이상 근무한 병원 인턴 집단이 24시간 근무를 안 한 병원 인턴 집단에 비해서 경피적 손상 빈도가 1.61배 더 높음을 보고하였다.

Ilhan 등¹⁵⁾은 516명의 간호사를 대상으로 주사침 자상(sharp and needlestick injury)에 대한 연구를 진행하였고, 8시간 이상의 근무가 주사침 자상의 유의미한 요인임을 제시하였다.

이외에도 연장된 근무시간으로 인한 업무효율과 관련된 의료 과실(medical error)에 관한 연구들도 많이 이뤄졌다. Barger 등¹⁴⁾은 2737명의 병원 레지던트(residents)들의 설문 조사를 통하여 24시간 이상 근무한 병원 레지던트의 의료 과실(medical error)이 유의미하게 증가하며 주의 집중력이 감소함을 보고하였고, Scott 등⁶⁾도 12.5시간 이상 연속 근무한 간호사의 경우 그렇지 않은 간호사에 비해 투약 오류(medication error) 발생률이 1.61배 증가함을 보고하고 있다.

인지기능을 기억, 주의력, 행동영역으로 세분화하여 병원 간호사의 인지기능을 측정하여 인지 실패가 업무 관련 사고에 미치는 영향을 조사한 연구가 국내 병원 간호사를 대상으로 이뤄졌다. Park²⁴⁾은 병원 간호사의 업무 관련 사고를 유발하는 인지 실패의 주요한 원인 중 하나로 교대 근무스케줄을 제시하고 있다.

또 다른 연구에서는 근무 관련 사고가 피로도 및 졸림 정도 중 어떤 척도와 더 연관이 있는지를 비교하였다. Halvani 등²⁰⁾은 공장근무자를 교대 근무자와 일반 근무자로 분류하여 두 집단의 피로도 및 졸림 정도, 근무 관련 사고의 여부를 조사하였는데, 두 집단은 피로도 척도에서 유의한 차이를 보였으며 피로도 척도가 졸림 정도 척도에 비해서 근무 관련 사고와 더 연관되었다.

의료 종사자와 공장근무자 이외에 교대 근무 운전기사들을 대상으로 한 연구도 진행되었다. 수면과 졸림 정도(sleepiness)와 자동차 사고의 상관관계에 대해 연구한 Vennelle 등²⁵⁾은 677명의 버스 운전기사들에게 설문조사를 실시하여 그중 졸림 정도가 10점을 초과한 133명의 참여자들 중 졸림 정도로 인해 자동차 사고가 난 경우가 7%임을 보고하였다. Chen 등²⁶⁾은 트럭 운전기사들을 대상으로 수면 지속시간(sleep duration) 및 휴식시간 동안의 수면을 취하는 퍼센트(sleep percentage in the duration of non-work periods)를 조사하여, 수면 패턴(sleep pattern)과 자동차 사고(safety-critical events)의 연관성을 연구하고자 하였다. 그 결과 휴식 시간인 새벽 1~5시 사이 수면을 취하며, 수면 지속시간이 5시간보다 짧은 수면 패턴일수록 안전사고와의 연관성이 높다고 보고하였다.

근무 전후 자동차 사고

교대 근무자의 주의 집중력 저하는 교대 근무자의 자동차 사고(motor vehicle accident, motor vehicle crash, motor vehicle collision, traffic accident, automobile accident)로 이어질 수 있는데, 자동차 사고발생 빈도가 교대 근무시간 및 형태에 따라 유의한 상관관계가 있는 것을 밝힌 여러 연구 결과가 있었고, 주로 통근 시 발생하는 것으로 보고되었다(Table 2). 교대 근무 간호사에 대한 연구 중 Gold 등¹⁰⁾은 미국 매사추세츠병원(Massachusetts Hospital)의 635명 여성 간호사를 대상으로 자동차 사고에 대해 자가보고 설문지 조사를 시행하였고, 교대 근무자(night shift)에서 주·야간 근무자(day/evening shift)보다 약 2배 더 많이 자동차 사고가 발생하였음을 보고하였다. 자동차 사고가 일어날 수 있는 상황이 발생했으나 직접적인 사고로는 이어지지 않은 자동차 아차사고(automobile near miss)²⁷⁾의 경우를 포함한다면 교대 근무자에서 주·야간 근무자에 비해 2.47배 더 많은 사고가 발생하였다.

Asaoka 등²³⁾은 일본의 교대 근무 간호사를 대상으로 연구를 진행하였고, 교대 근무 수면장애(shiftwork sleep disorder)가 있는 교대 근무자와 교대 근무 수면장애가 없는 교대 근무자를 비교하여 자동차 사고와 자동차 아차사고(near miss traffic accident)에 대해 보고하도록 하였다. 교대 근무 수면장애 진단은 수면에 어려움이 있는지에 대한 설문을 통해 이루어졌으며, 근무 도중 잠에 의해 업무에 지장이 있었는지에 대한 문항도 포함하여 진행되었다. 위의 연구 결과, 교대 근무 수면장애가 있는 교대 근무자에서 그렇지 않은 교대 근무자에 비해 자동차 아차사고와 실제 자동차 사고발생의 비율이 유의미하게 높게 나타났다.

미국의 병원 인턴을 대상으로 한 연구에 따르면,²⁸⁾ 월평균 3.9회, 평균 34시간 이상 장시간 교대 근무(extended shift)를 한 병원 인턴이 그렇지 않은 병원 인턴에 비해 자동차 사고의 월 발생률이 9.1% 증가했으며, 통근 시 자동차 사고의 월 발생률은 16.2%로 증가하였다. 또 차 안에서 잠이 들거나 길에서 차를 멈춘 채로 머문 비율도 유의미하게 높았음을 보고하고 있다. 또 다른 연구에서는 응급 의학 전공의 교대 근무자에서 야간 교대 근무자가 주간 및 오후 근무자에 비해 교대 근무 후 퇴근 시 차량 사고율이 높았음을 보고한 바 있다.²⁾ 이외에 Akerstedt 등²⁹⁾은 야간 교대 근무자에게 운전 시뮬레이션을 수행하게 하여 정상 수면한 교대 근무자와, 자동차 사고 빈도와 같은 거리 주행시간을 비교하였다. 야간 근무를 한 교대 근무자에서 자동차 사고 빈도가 유의미하게 높았으며, 야간 근무를 한 교대 근무자가 정상수면 교대 근무자에 비해 졸음 정도가 높으며, 동일한 거리의 주행시간도 현저하게 길

Table 2. Studies that investigated vehicle accidents in association with shift work

Authors	Nations	Occupation	Study population	Accident type	Outcome measures	Results
Gold et al. ¹⁰⁾	USA	Nurses	635 Massachusetts nurses (593 female registered nurses and 42 female licensed practical nurses)	Automobile accidents	Self-administered questionnaire*	Automobile near miss OR : night shift (1.92) ; rotating shift (2.63) (relative to day/evening shift workers, p < 0.05)
Steele et al. ²⁾		EM residents	957 EM-2 through EM-4 residents at U.S. EM residency programs	MVC	Self-administered questionnaire†	MVCs (after day shift : 12%, after evening shift : 14%, after night shift : 74%)
Akerstedt et al. ²⁹⁾		Shift worker from a hospital, a newspaper and energy plant etc.	5 male and 5 female shift workers	Vehicle accidents (using simulators)	Two wheels outside the lane marking†	The number of accidents was 2 in the baseline condition and 18 in the night work condition
Barger et al. ²⁸⁾	USA	Interns	2737 residents in their first postgraduate year	Motor vehicle crashes	Documentation of the crash	Every extended shift that was scheduled per month increased the monthly rate of any motor vehicle crash by 9.1% (95% CI 3.4–14.7)
Asaoka et al. ²³⁾	Japan	Nurses	1202 nurses working in two university hospitals (response rate 80.5%)	Traffic accidents	Reported through self-administered questionnaire‡	The number of nurses with SWD who reported having near miss experiences and actual experiences is significantly higher than those in the shift-worker without SWD for traffic accident (near miss : $\chi^2 = 13.22$, p < 0.001, actual : $\chi^2 = 7.83$, p < 0.01)

* : the variable "any accident or error" included automobile accidents, medication errors, on-the-job procedural errors, and on-the-job personal injuries that the nurse reported had occurred because of sleepiness, † : residents' sleep flexibility and ability to overcome drowsiness were assessed with the following questions, respectively : "How easy is it for you to take short cat naps at odd times of the day?" and "if you have something important to do but feel very drowsy, how easy is it for you to overcome your drowsiness?"; ‡ : Sleepiness Scale used was the Karolinska Sleepiness Scale. § : Short Form-8, Japanese version, Center for Epidemiologic Studies Depression Scale were used. OR : odds ratio, CI : confidence interval, EM : emergency medicine, MVC : motor vehicle collisions, SWD : shift work disorder

어졌음을 보고하였다.

시간 관리의 실패(지각, 결석, 병가)

시간 관리(time management)의 실패는 지각, 결근(absenteeism), 조퇴(leaving early), 근무 중 졸음(falling asleep at work)에 해당되며 정해진 근무시간을 준수하지 못하는 경우(missed work time)를 포함한다.²²⁾

Demir Zencirci와 Arslan²¹⁾이 실시한 터키의 대학병원 간호사들을 대상으로 한 설문조사에 따르면 시간 관리의 결과와 수면의 질 저하와의 상관관계를 제시하고 있는데, 교대 근무로 인한 수면의 질의 저하로 인해 교대 근무 간호사들이 시간 관리에 실패하였음을 보고하고 있다. 또한, 순환 근무 간호사들은 고정근무 간호사들에 비하여 결근하거나 근무 중에 졸음에 빠지는 빈도가 유의미하게 높음을 보고하고 있다.²¹⁾ 위 연구들의 주요 결과는 Table 3에 정리되어 있다.

결 론

교대 근무환경은 교대 근무자들에게 업무 관련 사고, 자동차 사고, 시간 관리 실패로 인한 인지·행동 측면에서 유해한 결과를 초래함을 문헌고찰을 통해 알 수 있었다. 또한, 이러한 유해성은 인지기능 및 수면장애와 관련된 문제들과 연관되어 있고, 순환 근무와 긴 근무시간과 연관됨을 여러 연구 결과를 통해 알 수 있었다. 따라서, 교대 근무환경으로 인한 유해한 영향을 줄이기 위해서는 기존의 순환 교대 근무 형태의 개선과 근무시간을 줄이는 등의 개선 방안들을 모색해야 할 것이며 또 교대 근무 수면장애의 예방적, 치료적 대안을 강구하여야 할 것이다. 교대 근무 수면장애를 개선하고 예방하기 위한 대표적인 전략으로는 수면과 각성 상태(wakefulness)를 촉진하기 위한 낮잠(prophylactic nap)²³⁾³⁰⁻³³⁾과 근무 스케줄에 맞게 생체 리듬(circadian clock)의 적응을 촉진시키는 빛 치료(light therapy)³⁴⁻⁴¹⁾가 있다. 위 대안을 실제 교대 근무환경에서 적용하는 연구⁴²⁾들이 활발히 진행 중이며, 빛 치료 도구는 교대 근무환경에서도 적용할 수 있는 다양한 형태의 도구³³⁾들로 개발되고 연구되고 있다.

교대 근무의 유해성은 교대 근무자들⁴³⁾ 혹은 교대 근무환경을 시뮬레이션⁴⁴⁾⁴⁵⁾한 사람연구나 동물연구⁴⁶⁾를 통해서 일주기성 유전자(circadian clock gene)의 발현조절에 대한 연구가 진행되는 등 교대 근무의 유해성에 대한 생물학적 기전(mechanism)을 이해하고자 하는 노력이 계속되고 있다. 하지만, 이러한 교대 근무와 생물학적 기전에 대한 연구는 암⁴⁵⁾이나 심혈관계질환과 같은 만성질환⁴⁷⁾에 비해서 상대적으로 인지기능의 유해적 영향에 대한 생물학적 기전과 연결될 수

Table 3. Time management

Authors	Occupation	Study population	Accident type	Outcome measures	Results
Swanson et al. ²²⁾	All	Data were obtained from the 2008 Sleep in America poll, a telephone-based annual survey conducted by the NSF (response rate 17%)	Missed work time (late, absent, leaving early, falling asleep)	2008 Sleep in America poll, a telephone-based annual survey conducted by NSF*	Participants at-risk for sleep disorder (obstructive sleep apnea) reported more absenteeism
Demir Zencirci and Arslan ²¹⁾	Nurses	483 invited nurses at Gazi University Medicine Faculty Hospital of Ankara (response rate 89.94%)	Lateness or failure to wake up in time	Reported through cross-sectional self-administered questionnaires†	Nurses working consistently either in the morning or at night had better sleep quality than those working rotating shifts*

* : classification schemes were developed to be as consistent with the International Classification of Sleep Disorders-2, STOP questionnaire and Epworth Sleepiness Scale were also used, † : Pittsburgh Sleep Quality Index, Morningness-Eveningness Questionnaire and Maslach Burnout Inventory were used, NSF : National Science Foundation

있는 연구는 매우 부족하다고 할 수 있다. 또, 이러한 인지 기능과 관련된 생물학적 기전을 행동적인 측면과 함께 관찰하여, 인지행동적인 측면의 생물학적 기전에 대해 논할 수 있는 연구도 필요할 것이다.

본 논문에서는 미국, 영국, 일본 등 여러 나라의 연구 결과를 종합하여 고찰하고 있다. 하지만 국가마다 동일한 교대 근무 직종이라 할지라도 교대 근무환경은 다양하기 때문에, 국내 환경에 맞게 적용할 수 있는 국내 교대 근무자들을 대상으로 한 인지기능의 유해성에 대한 연구가 많이 이뤄져야 할 것이다.

국내 병원 간호사를 대상으로 이뤄진 연구²⁴⁾를 비롯해서 대부분의 연구들이 설문조사와 같은 관찰연구(observational study) 방법을 통해 안전사고의 결과를 조사하였다. 하지만 Akerstedt 등²⁹⁾이 안전사고의 결과를 운전 시뮬레이션(driving simulator)을 통해 측정했던 것처럼, 안전사고의 결과를 직접적으로 측정할 수 있는 연구디자인을 통해 교대 근무의 인지 및 행동영역의 유해성에 대해 유의미하게 증명해 보일 수 있는 국내연구들이 앞으로 더 이뤄져야 할 것이다. 또 안전사고와 관련된 국내연구 중 소방공무원의 안전사고 분석 및 개선 방안에 관한 연구⁴⁸⁾가 진행되기도 하였지만, 인지 및 행동영역의 유해성에 대한 연구가 뒷받침되어야 근본적인 개선 방안을 제시할 수 있을 것이다.

본 논문에서 논의한 대부분의 연구는 교대 근무 직종 중에서도 병원 교대 근무자를 주 대상으로 이뤄진 연구가 많았다. 이는 병원 교대 근무자들은 한 장소의 교대 근무자의 수가 많아 연구 진행이 비교적 수월하며 연구수요 및 적용 가능성이 높기 때문일 것이다. 하지만 소방관, 경찰관과 같이 공공의 이익을 위한 교대 근무자들에서, 한 번의 행동 실수나 인지기능 저하가 미치게 될 사회적 피해를 고려한다면 병원 교대 근무자들 못지 않게 많은 연구가 진행되어야 할 것이며, 그 연구를 바탕으로 각 직종의 교대 근무환경에 맞는 사회적, 제도적 측면에서의 개선이 수반되어야 할 것이다.

중심 단어: 교대 근무 · 인지 · 행동 · 유해성 · 의료인.

Acknowledgments

본 연구는 국민안전처 중앙소방학교 소방과학연구실의 지원(소방공무원 안전사고 위험 시간대 기초데이터 확보를 위한 시험적 연구, 25163182300), 국민안전처 소방안전 및 119구조·구급기술연구개발사업(MPSS-소방안전-2016-86) 및 한국연구재단을 통한 미래창조과학부의 뇌과학원천기술개발사업(2015M3C7A1028376) 지원에 의해 수행되었습니다.

Conflicts of interest

The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Choi B, Schnall PL, Dobson M, Garcia-Rivas J, Kim H, Zaldivar F, et al. Very long (> 48 hours) shifts and cardiovascular strain in firefighters: a theoretical framework. *Ann Occup Environ Med* 2014;26:5.
- 2) Steele MT, Ma OJ, Watson WA, Thomas HA Jr, Muelleman RL. The occupational risk of motor vehicle collisions for emergency medicine residents. *Acad Emerg Med* 1999;6:1050-1053.
- 3) Garbarino S, De Carli F, Nobili L, Mascialino B, Squarcia S, Penco MA, et al. Sleepiness and sleep disorders in shift workers: a study on a group of italian police officers. *Sleep* 2002;25:648-653.
- 4) Drake CL, Roehrs T, Richardson G, Walsh JK, Roth T. Shift work sleep disorder: prevalence and consequences beyond that of symptomatic day workers. *Sleep* 2004;27:1453-1462.
- 5) Lin PC, Chen CH, Pan SM, Pan CH, Chen CJ, Chen YM, et al. Atypical work schedules are associated with poor sleep quality and mental health in Taiwan female nurses. *Int Arch Occup Environ Health* 2012;85:877-884.
- 6) Bass J. Circadian topology of metabolism. *Nature* 2012;491:348-356.
- 7) Czeisler CA, Moore-Ede MC, Coleman RH. Rotating shift work schedules that disrupt sleep are improved by applying circadian principles. *Science* 1982;217:460-463.
- 8) Killgore WD. Effects of sleep deprivation on cognition. *Prog Brain Res* 2010;185:105-129.
- 9) Walker MP. The role of sleep in cognition and emotion. *Ann N Y Acad Sci* 2009;1156:168-197.
- 10) Gold DR, Rogacz S, Bock N, Tosteson TD, Baum TM, Speizer FE, et al. Rotating shift work, sleep, and accidents related to sleepiness in hospital nurses. *Am J Public Health* 1992;82:1011-1014.
- 11) Ohayon MM, Lemoine P, Arnaud-Briant V, Dreyfus M. Prevalence and consequences of sleep disorders in a shift worker population. *J Psychosom Res* 2002;53:577-583.
- 12) Suzuki K, Ohida T, Kaneita Y, Yokoyama E, Miyake T, Harano S, et al. Mental health status, shift work, and occupational accidents among hospital nurses in Japan. *J Occup Health* 2004;46:448-454.
- 13) Ayas NT, Barger LK, Cade BE, Hashimoto DM, Rosner B, Cronin JW, et al. Extended work duration and the risk of self-reported percutaneous injuries in interns. *JAMA* 2006;296:1055-1062.
- 14) Barger LK, Ayas NT, Cade BE, Cronin JW, Rosner B, Speizer FE, et al. Impact of extended-duration shifts on medical errors, adverse events, and attentional failures. *PLoS Med* 2006;3:e487.
- 15) Ilhan MN, Durukan E, Aras E, Türkçüoğlu S, Aygün R. Long working hours increase the risk of sharp and needlestick injury in nurses: the need for new policy implication. *J Adv Nurs* 2006;56:563-568.
- 16) Scott LD, Rogers AE, Hwang WT, Zhang Y. Effects of critical care nurses' work hours on vigilance and patients' safety. *Am J Crit Care* 2006;15:30-37.
- 17) Smith DR, Mihashi M, Adachi Y, Nakashima Y, Ishitake T. Epidemiology of needlestick and sharps injuries among nurses in a Japanese teaching hospital. *J Hosp Infect* 2006;64:44-49.
- 18) Green-McKenzie J, Shofer FS. Duration of time on shift before accidental blood or body fluid exposure for housestaff, nurses, and technicians. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:5-9.
- 19) Trinkoff AM, Le R, Geiger-Brown J, Lipscomb J. Work schedule, needle use, and needlestick injuries among registered nurses. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:156-164.
- 20) Halvani GH, Zare M, Mirmohammadi SJ. The relation between shift work, sleepiness, fatigue and accidents in Iranian industrial mining group workers. *Ind Health* 2009;47:134-138.
- 21) Demir Zencirci A, Arslan S. Morning-evening type and burnout level as factors influencing sleep quality of shift nurses: a questionnaire study. *Croat Med J* 2011;52:527-537.
- 22) Swanson LM, Arnedt JT, Rosekind MR, Belenky G, Balkin TJ, Drake C. Sleep disorders and work performance: findings from the

- 2008 national sleep foundation sleep in America poll. *J Sleep Res* 2011;20:487-494.
- 23) **Asaoka S, Aritake S, Komada Y, Ozaki A, Odagiri Y, Inoue S, et al.** Factors associated with shift work disorder in nurses working with rapid-rotation schedules in Japan: the nurses' sleep health project. *Chronobiol Int* 2013;30:628-636.
 - 24) **Park Y.** Effects of job stress and cognitive failure of hospital nurses on safety accidents [dissertation]. Daejeon: Eulji University;2012.
 - 25) **Vennelle M, Engleman HM, Douglas NJ.** Sleepiness and sleep-related accidents in commercial bus drivers. *Sleep Breath* 2010;14:39-42.
 - 26) **Chen GX, Fang Y, Guo F, Hanowski RJ.** The influence of daily sleep patterns of commercial truck drivers on driving performance. *Accid Anal Prev* 2016;91:55-63.
 - 27) Me.go.kr [homepage on the Internet]. Ministry of environment: promotion plan for the near-miss report competition [undated 2014 Nov 6; cited 2017 Mar 13]. Available from: <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=389780>.
 - 28) **Barger LK, Cade BE, Ayas NT, Cronin JW, Rosner B, Speizer FE, et al.** Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns. *N Engl J Med* 2005;352:125-134.
 - 29) **Akerstedt T, Peters B, Anund A, Kecklund G.** Impaired alertness and performance driving home from the night shift: a driving simulator study. *J Sleep Res* 2005;14:17-20.
 - 30) **Arora V, Dunphy C, Chang VY, Ahmad F, Humphrey HJ, Meltzer D.** The effects of on-duty napping on intern sleep time and fatigue. *Ann Intern Med* 2006;144:792-798.
 - 31) **Cohen DA, Wang W, Klerman EB, Rajaratnam SM.** Ramelteon prior to a short evening nap impairs neurobehavioral performance for up to 12 hours after awakening. *J Clin Sleep Med* 2010;6:565-571.
 - 32) **Smith-Coggins R, Howard SK, Mac DT, Wang C, Kwan S, Rosekind MR, et al.** Improving alertness and performance in emergency department physicians and nurses: the use of planned naps. *Ann Emerg Med* 2006;48:596-604, 604.e1-604.e3.
 - 33) **Garbarino S, Mascialino B, Penco MA, Squarcia S, De Carli F, Nobili L, et al.** Professional shift-work drivers who adopt prophylactic naps can reduce the risk of car accidents during night work. *Sleep* 2004;27:1295-1302.
 - 34) **Paul MA, Miller JC, Gray G, Buick F, Blazeski S, Arendt J.** Circadian phase delay induced by phototherapeutic devices. *Aviat Space Environ Med* 2007;78:645-652.
 - 35) **Horowitz TS, Cade BE, Wolfe JM, Czeisler CA.** Efficacy of bright light and sleep/darkness scheduling in alleviating circadian maladaptation to night work. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;281:E384-E391.
 - 36) **Dumont M, Benhaberou-Brun D, Paquet J.** Profile of 24-h light exposure and circadian phase of melatonin secretion in night workers. *J Biol Rhythms* 2001;16:502-511.
 - 37) **Kwon KB, Yoon IY, Kang SB, Jeong DU.** Changes in sleep patterns and mood states of shift workers following nocturnal light exposure. *Sleep Med Psychophysiol* 1999;6:68-75.
 - 38) **Midwinter MJ, Arendt J.** Adaptation of the melatonin rhythm in human subjects following night-shift work in Antarctica. *Neurosci Lett* 1991;122:195-198.
 - 39) **Dawson D, Encel N, Lushington K.** Improving adaptation to simulated night shift: timed exposure to bright light versus daytime melatonin administration. *Sleep* 1995;18:11-21.
 - 40) **Koller M, Härma M, Laitinen JT, Kundi M, Piegler B, Haider M.** Different patterns of light exposure in relation to melatonin and cortisol rhythms and sleep of night workers. *J Pineal Res* 1994;16:127-135.
 - 41) **Ross JK, Arendt J, Horne J, Haston W.** Night-shift work in Antarctica: sleep characteristics and bright light treatment. *Physiol Behav* 1995;57:1169-1174.
 - 42) **Leger D, Philip P, Jarriault P, Metlaine A, Choudat D.** Effects of a combination of napping and bright light pulses on shift workers' sleepiness at the wheel: a pilot study. *J Sleep Res* 2009;18:472-479.
 - 43) **Bracci M, Copertaro A, Manzella N, Staffolani S, Strafella E, Nocchi L, et al.** Influence of night-shift and napping at work on urinary melatonin, 17- β -estradiol and clock gene expression in pre-menopausal nurses. *J Biol Regul Homeost Agents* 2013;27:267-274.
 - 44) **James FO, Cermakian N, Boivin DB.** Circadian rhythms of melatonin, cortisol, and clock gene expression during simulated night shift work. *Sleep* 2007;30:1427-1436.
 - 45) **Davis S, Mirick DK.** Circadian disruption, shift work and the risk of cancer: a summary of the evidence and studies in Seattle. *Cancer Causes Control* 2006;17:539-545.
 - 46) **Reddy AB, Field MD, Maywood ES, Hastings MH.** Differential re-synchronisation of circadian clock gene expression within the suprachiasmatic nuclei of mice subjected to experimental jet lag. *J Neurosci* 2002;22:7326-7330.
 - 47) **Nicholson PJ.** Shift work and chronic disease: the epidemiological evidence. *Occup Med (Lond)* 2011;61:443-434; author reply 444.
 - 48) **Yu H.** A study on the improvement plan and analysis of safety accident of fire officers [dissertation]. Iksan: Wonkwang University; 2014.