

Investigation on the Working Environment and Workers' Health Condition after Implementing Two-consecutive-daytime Shift System in a Car Part Assembly Factory

Byoung Hoon Kim¹, Tazoon Park²

¹Soongsil University, Safety and Health Technology Convergence, Seoul, 06978

²Soongsil University, Department of Industrial & Information Systems Engineering, Seoul, 06978

자동차 부품 사업장에서 주간 연속 2교대 도입 후 노동환경 및 노동자 건강 변화

김병훈¹, 박태준²

¹송실대학교 안전보건융합과정

²송실대학교 산업정보시스템공학과

Corresponding Author

Tazoon Park

Soongsil University, Department of
Industrial & Information Systems
Engineering, Seoul, 06978

Email : tzpark@soongsil.ac.kr

Received : February 04, 2020

Revised : March 28, 2020

Accepted : April 03, 2020

Objective: The objective of this study is to investigate the effect of implementing of the two-consecutive-daytime shift system on the working conditions including the reduction of working hours as well as workers' health in a car assembly factory in Korea.

Background: The two-consecutive-daytime shift replaces day-night shift system in order to reduce night-time working hours and improve the workers' health conditions. The effect of changing shift system is not clearly established yet although there are studies investigating short-term effects. Thus investigating the long-term effects of two-consecutive-daytime shift system can provide the insights on the effectiveness of the new shift system and its influence on the workers' welfare.

Method: Questionnaire surveys were conducted in a car-part assembly factory in 2015, 2016 and 2019. In the year of 2015, 2016, the shift system was day-night shift whereas two-consecutive day shift system was already in place in the year of 2019. Total number of 137 (year of 2015), 142 (year of 2016), and 126 (year of 2019) workers participated in the survey on the working environment including working hours, labor intensity and the workers' health conditions, such as, musculoskeletal symptoms, sleep disorders, digestive disorders. The differences before and after the change of shift system are compared by a series of statistical task along with some qualitative analysis on free-form comments.

Results: The two-consecutive daytime shift system brought positive results of shorter working hours, increased spare time, rest time and day off. The workers satisfied with their work as well as working hours ($p < 0.001$). Compared to the previous shift system, the health index (PSQI) nighttime decreased from 10.5 to 9.3 ($p < 0.001$), and the daytime sleepiness also decreased from 12.3 to 9.1 ($p < 0.001$). Similarly, the insomnia score decreased statistically significantly from 12.3 to 9.0 ($p < 0.001$) in the new two-consecutive-daytime shift system. In addition, digestive symptoms and musculoskeletal symptoms decreased statistically significantly on the criteria of NIOSH. Change of

the shift system influenced on the working conditions, which were focused on the efficiency of the production. The improvement of equipment relieved the workload of lifting, which showed that the physical loads on the waist ($p=0.0189$) and shoulders ($p=0.063$) were significantly decreased. On the other hand, the improvement of working conditions increased the efficiency of the production system, and resulted in an increased workload level. Although the ergonomic assessment reduced the inappropriate posture of the waist and shoulders to the point of statistical difference, the overall level of action was not changed as for the statistical difference. The subjective fatigue increased and the movement of the hand and arm also increased.

Conclusion: The introduction of consecutive daytime two shift shows positive results in worker health indicators, work and leisure life. However, there was an evidence of intensified work intensity in the process of increasing the efficiency of production in the shorter working hours than the previous shifts system.

Application: The findings of this study provides a basis for applying two-consecutive-daytime shift system on a factory.

Keywords: Consecutive-daytime-shift, Work time, Work load, Sleep disorder, Musculoskeletal disease

1. Introduction

야간 노동을 포함한 교대 근무는 수면 장애를 포함한 피로 누적 그리고 소화기 장애, 직무 만족도 감소 등 노동자의 건강에 악영향을 미친다는 사실은 국내외 연구를 통해 여러 차례 확인된 바 있다. 하지만 노동자 건강을 확보하기 위한 노력은 아직 미흡하다. Kee and Kim는 대기업 혹은 그룹 계열사 10개를 대상으로 교대 근무제를 Knauth (1997) 및 Knauth and Hornberger (2003)가 제안한 인간공학 적 평가 사항 중 평가가 가능한 16기준을 바탕으로 3조 3교대, 4조 3교대를 평가한 결과 여러 인간공학적 권고 사항을 충족하지 못하고 있다고 했다(Kee and Kim, 2017). Ha et al. (2003)은 교대 근무가 심혈관계 질환의 위험 요인을 증가시킬 수 있음을 밝혔고, Yim et al. (2016)은 교대 근무 노동자가 그렇지 않은 노동자에 비해 음주 및 흡연자 비율이 높았으며, 식습관도 좋지 않았다고 하였다. 해외 연구로는 Kuntsson et al. (1986)이 허혈성 심장 질환 발생율의 상대 위험도가 교대 근무를 오래할수록 높았다는 것을 밝혔고, Akerstedt et al. (1991)은 다중 수면 조사 결과 아침과 야간 교대가 잠을 방해한다고 결론을 내렸다. 또한, 국제암연구소는 2007년에 이르러 주야 간 교대 근무를 Group 2A 발암인자로 규정하였고, 국제 노동기구(International Labor Organization, ILO)는 야간 근로에 관한 협약을 통해 야간 근로 시 노동자의 건강과 안전의 보장 등을 규정하고 있다(ILO, 1990). 고용노동부는 교대 근무 형태와 관련한 대책을 마련하고, 특수 검진 항목에 야간작업을 포함한 교대 근무를 특수 검진 항목에 포함시켜 2014년 1월 1일부터 검진을 실시하고 있다.

이와 같이 야간 근무와 근무시간 변경에 의한 부정적인 영향을 줄이기 위해 한 편으로는 자동차 및 철강 업종을 중심으로 주야 2교대 제도를 대체하는 주간 연속 2교대 제도의 도입 논의가 시작되었다. 주야 2교대 제도는 주간 근무조가 오전 9시부터 5시까지 근무하고 야간 근무조가 저녁 9시부터 익일 오전 5시까지 근무하는 방식을 말한다. 실제로는 잔업과 연장 근로의 형태로 작업 조별로 거의 12시간에 해당하는 노동 시간을 가지게 되고 밤낮이 완전히 바뀌는 생활 습관을 가지게 된다는 문제가 있다. 이에 비해 주간 연속 2교대는 주야 2교대와 달리 야간 근로 시간을 줄이고 조기 근무조가 오전 6시 30분부터 오후 3시 30분까지 근무하고 후기 근무조가 오후 3시 30분부터 익일 오전 0시 30분까지 근무하는 형태를 말한다. 주간 연속 2교대 제도는 노동자의 입장에서 노동시간 단축, 노동자 건강 확보 그리고 노동자 삶의 질 향상이라는 긍정적인 측면이 있고, 사업주의 입장에서 생산 품질과 경쟁력 제고라는 장점이 있다. 사회적 측면에서 보면 노동시간 단축을 통한 일자리 나누기의 장점을 가진다(Bae et al., 2013). 2013년부터 현대자동차를 비롯하여 여러 자동차 부품 사업장에서 주간 연속 2교대로의 근무 형태 변경이 있었다. 하지만, 근무 형태 방식이 작업자에게 어떤 영향을 주는지에 관한 장기적인 추적 연구는 아직까지 진행된 바가 없는 것으로 알려져 있다. 이에, 본 연구에서는 주간 연속 2교대 도입을 한지 약 2년 이상 진행된 일개 사업장을 대상으로 주간 연속 2교대 도입 후 노동 환경 변화와 노동자 건강의 변화를 확인하여 근무 형태 변경과 그로 인한 작업 변경이 노동자 건강에 어떠한 영향을 주는지 확인하고자 한다.

2. Method

2.1 Participants

본 연구의 대상으로 교대 근무에서 주간 연속 2교대 근무로 전환 도입을 한 일개 사업장의 작업자를 선택했다. 대상 사업장은 주간 연속 2교대 도입을 하면서 공학적인 작업환경 개선과 생산 효율을 높여왔다. 설문은 정규직 전체 노동자 중 산재 및 휴직자를 제외한 185명에 대해서 배포하였다. 설문 응답률은 2015년 137명(74.1%), 2016년 142명(76.8%), 2019년 126명(68.1%)으로 2019년 응답률이 조금 낮게 나타났다. 2019년의 자료의 경우 이전 자료와 비교를 하기 위해서 세 집단 비교의 경우 여성과 2015년 이후 입사자를 제외한 119명에 대해서 분석을 하였고, 두 집단 비교의 경우 여성과 2016년 이후 입사자를 제외한 121명에 대해서 분석을 진행하였다. 연도 별 측정 항목은 Table 1에 정리된 것과 같다.

Table 1. Comparison table of items collected in year 2015, 2016, and 2019

Items	2015	2016	2019
Sleep disorder	○	-	○
Working hour/week	○	○	○
Worker satisfaction	○	○	○
Free time	○	-	○
Overwork Ratio	○	-	○
Stress	-	○	○
Hand and arm movement	-	○	○
Musculoskeletal symptoms	-	○	○
Borg's scale	-	○	○

2.2 Procedures

본 조사는 2015년 주야 2교대 근무를 할 당시 수집한 설문 정보(수면의 질, 주간 졸림증, 불면증, 업무 만족도, 여가 시간, 일주일 평균 근무 시간, 근무 시간 걱정 여부 등)의 내용과 2016년 당시 수집한 설문 정보(근골격계 증상, 노동강도 변화, 근무 시간, 업무 만족도, 주관적 피로도, 직무스트레스, 손과 팔의 움직임 등) 및 작업자세 평가 정보(RULA, QEC)를 2019년 수집한 설문 정보(2015년 항목과 2016년 항목)와 작업자세 평가 정보와 비교하였다. 현장 평가는 작업자세 평가와 노동강도 평가를 중심으로 진행했고, 2016년과 2019년의 동일 공정 및 유사 공정을 대상으로 했다. 자동차 조립 작업은 특성상 손, 손목, 아래팔, 어깨 등을 주로 사용하는 특성을 가지고 있으므로(Jung and Lee, 2019), 작업장 특성을 잘 반영할 수 있는 RULA와 QEC를 사용하였으며, 노동강도 평가를 위해 활동량 기기를 사용하여(Polar A 360) 심박동수와 에너지 소비량을 측정하여 작업 한계 시간과 과로 지수를 산출하였다. 여기서 과로 지수는 Wu and Wang (2002)이 제안한 방법을 사용하였다. 먼저 하루 작업에 따른 심박수의 변화를 측정하여 상대심박동지수(Relative heart rate; RHR)를 구하고, 이를 바탕으로 제안한 회귀식에 측정된 값을 적용하여 최대 허용 노동 시간을 구한다. 이를 실제 근무 시간으로 나누어서 과로 지수를 계산하였다. 과로 지수는 1.0 보다 낮은 경우 적정 근무 시간으로, 그 이상인 경우 과로한 것으로 평가하였다.

3. Results

3.1 Demographics

설문 참가자들의 평균 연령은 2015년 44.5세(SD=8.4), 2016년 45.2세(SD=8.7), 2019년 48.7세(SD=8.4)였고, 몸무게는 각각 70.5kg (SD=

10.0), 70.6kg (SD=10.3), 73.6kg (SD=10.1), 키는 171.8cm (SD=5.0), 171.3cm (SD=5.5), 171.7cm (SD=5.7)으로 평균 연령이 증가함에 따라 체중은 약간 늘어나는 경향을 보였다.

3.2 Working hours and free time

응답자들의 작업 시간은 2015년 64.8시간(SD=9.0), 2016년 62.2시간(SD=7.4), 2019년 47.5시간(SD=2.9)으로 분산분석 결과 통계적으로도 유의한 차이($p<0.001$)를 보였으며 사후 검정 결과 연도별로 모두 차이가 있었다. 일에 대한 만족도는 4점 만점으로 환산하여 평가한 결과 2015년의 2.4점(SD=0.8), 2016년의 경우 2.6점(SD=0.7), 2019년 2.7점(SD=0.7)으로 노동 시간이 줄어들수록 만족도 점수는 높아졌으며 분산분석 결과 통계적으로도 유의미한 차이($F=188.94, p<0.001$)를 보였다.

일 평균 여가 시간은 2015년 1.8 (SD=1.7)시간에서 2019년 4.4 (SD=2.4)시간으로 늘어났고($t=8.71, p<0.001$), 일주일 평균 여가 시간도 2015년 4.8 (SD=3.3)시간에서 2019년 7.9 (SD=5.1)시간으로 유의하게 늘어나는 경향($t=4.89, p<0.001$)을 보였다. 여가 시간이 충분한지에 대해서도 근무 형태 변경 이전보다 이후에 충분하다는 응답이 늘었으며 카이 제곱 검정 결과 통계적으로도 유의미한 차이를 보이고 있다(Table 2).

Table 2. Satisfaction on the amount of free time

	Very enough	Enough	Suitable	Lack	Very lack	p -value
	Frequency (%)	Frequency (%)	Frequency (%)	Frequency (%)	Frequency (%)	
2015 (n=137)	-	2 (1.5)	17 (12.9)	74 (56.1)	39 (29.6)	<.0001*
2019 (n=119)	-	14 (12.0)	71 (60.7)	27 (23.1)	5 (4.3)	

* $p<0.05$ by χ^2 test

근무 시간의 적정성을 묻는 질문에 대한 응답을 2015년과 2019년을 비교한 결과 2019년 근무 시간에 대한 긍정적 의견이 높게 나타났다(Table 3).

Table 3. Satisfaction on the working hours

	Very suitable	Suitable	Unsuitable	Very unsuitable	p -value
	Frequency (%)	Frequency (%)	Frequency (%)	Frequency (%)	
2015 (n=137)	2 (1.5)	17 (12.6)	68 (50.4)	48 (35.6)	<.0001*
2019 (n=119)	8 (6.8)	61 (52.1)	46 (39.3)	2 (1.7)	

* $p<0.05$ by χ^2 test

3.3 Life quality index

작업자의 건강 상태를 간접적으로 살펴볼 수 있는 지표로 수면 관련 지표(Bastien et al, 2001; Buysse, et al, 1989)와 소화기 관련 지표를 측정하였고 전체적으로 생활 질 지표가 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 수면 장애 지표는 주간 피츠버그 수면질 지표(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)는 점수가 높아졌으나 야간 수면질 지표, 주간 졸림증, 불면증에서 점수가 유의하게 값이 낮아지는 경향을 보였다(Table 4).

Table 4. Comparison of Sleep Quality Index between 2015 and 2019

	2015 (n=137)	2019 (n=119)	<i>t</i> value	<i>p</i> -value
	Mean (SD)	Mean (SD)		
PSQI (day)	8.9 (3.5)	10.6 (2.7)	-4.14	<.0001*
PSQI (night)	10.5 (3.6)	9.3 (3.0)	2.61	0.0097*
Daytime sleepiness	12.3 (5.3)	9.1 (5.5)	4.74	<.0001*
Insomnia	12.3 (6.6)	9.0 (6.2)	4.09	<.0001*

**p*<0.05 by *t*-test

수면 장애 관련 지표 점수를 Lee et al. (2011)이 제시한 권고 기준에 따라 기준 1과 기준 2, 기준 3으로 나누어 분류하여 증상 변화를 확인하였다(Table 5). 소화 불량 증상은 2015년 31.4%였으나 2019년 8.4%로 감소하였다.

Table 5. Comparison of Sleep Disorder between 2015 and 2019

	2015 (n=137)	2019 (n=119)	<i>p</i> -value
	Frequency (%)	Frequency (%)	
Criteria1	124 (90.5)	93 (78.2)	0.0061*
Criteria2	39 (28.5)	17 (14.3)	0.0062*
Criteria3	12 (8.8)	1 (0.8)	0.0040*

**p*<0.05 by χ^2 test

3.4 Work characteristics and work strength

작업자들의 육체적 작업 강도에 따른 주관적 피로도를 보그 스케일(Borg scale)로 측정한 결과 2016년에는 4.2점(SD=1.7)이었으나 2019년에는 4.8점(SD=2.2)으로 근무 형태 변화 이후 주관적 피로도가 유의하게 높았으며(*p*<0.0282) 좀 더 세부적으로 손과 팔의 움직임 속도에 대한 주관적 평가를 측정했을 때 2016년 6.0점(SD=2.1)이었으나 2019년 6.5점(SD=1.9)으로 통계적으로 유의미하게(*t*=2.19, *p*=0.029) 빨라졌다. 이는 주관적 피로도와 마찬가지로 작업 시간은 대폭 줄었으나 노동밀도가 높아짐에 따른 것으로 보인다.

작업자의 근골격계 증상이 어떤 소견을 보이는지를 측정한 결과(Table 6)에서는 NIOSH 기준 1의 경우 유소견자가 통계적으로 유의

Table 6. Observations of musculoskeletal symptoms by NIOSH criteria

	2016 (n=142)	2019 (n=121)	<i>p</i> -value
	Frequency (%)	Frequency (%)	
Criteria1	135 (95.1)	104 (85.9)	0.0105*
Criteria2	83 (58.5)	59 (48.8)	0.1161
Criteria3	47 (33.1)	27 (22.3)	0.0526
Criteria4	37 (26.1)	26 (21.5)	0.3869

**p*<0.05 by χ^2 test

미하게 감소하였다. 다른 기준에서는 줄어드는 경향은 관찰할 수 있었으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다.

Quick Exposure Checklist (QEC; Health and Safety Executive, 2004)를 통해 작업장 위험 요소를 평가한 결과 노출 비율과 조치 수준은 2016년과 2019년을 비교했을 때 통계적으로 큰 차이가 없었다. 하지만 작업환경 개선의 효과 즉, 리프트 개선과 같은 효과를 나타내는 허리와 어깨 점수는 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다(Table 7).

Table 7. Quick Exposure Checklist comparison between 2016 and 2019

	2016 QEC (n=25)		2019 QEC (n=29)		t value	p-value
	Mean ± SD	Range (min, max)	Mean ± SD	Range (min, max)		
Back	27.3 (6.1)	20, 46	23.9 (3.0)	18, 30	2.47	0.0189*
Should	36.4 (6.2)	22, 46	32.3 (3.5)	24, 40	2.91	0.0063*
Hand	38.3 (5.6)	26, 46	36.3 (5.1)	26, 46	1.38	0.1744
Neck	16.6 (2.1)	8, 18	16.4 (1.4)	12, 18	0.31	0.7577
ER	69.6 (8.0)	58.1, 90.1	67.0 (5.6)	55, 79	1.37	0.1765
AL	3.4 (0.5)	3, 3	3.3 (0.5)	3, 3	0.67	0.5034

* $p < 0.05$ by t-test

작업 자세의 변화를 분석하기 위해서 RULA (Rapid Upper Limb Assessment)를 유사 공정에서 비교한 결과 어깨와 허리 부분에서는 개선된 결과를 보였으나 손과 손목에서는 오히려 악화되는 경향을 관찰할 수 있었다(Table 8). 이는 작업대의 높이나 발판과 같이 몸통의 작업 자세에 영향을 주는 요인은 개선되었으나 세부 동작에 영향을 주는 작업물의 형상이나 거치대 등에 대한 개선 작업은 별로 이루어지지 않았음을 시사한다.

Table 8. RULA comparison between 2016 and 2019

	2016 RULA (n=25)		2019 RULA (n=29)		t value	p-value
	Mean ± SD	Range (min, max)	Mean ± SD	Range (min, max)		
Should	3.3 (0.7)	2, 5	2.3 (1.1)	1, 4	3.71	0.0005*
Forearm	2.0 (0.4)	1, 3	1.9 (0.4)	1, 3	0.27	0.7879
Hand	2.2 (0.7)	1, 4	2.7 (0.8)	1, 4	-2.35	0.0228*
Hand twist	1.3 (0.5)	1, 2	1.5 (0.5)	1, 2	-1.34	0.1855
Neck	2.8 (1.0)	2, 5	2.6 (0.8)	2, 5	1.12	0.2689
Back	3 (1.0)	2, 5	1.8 (0.2)	1, 5	4.57	<.0001*
Leg	1.2 (0.4)	1, 2	1.2 (0.4)	1, 2	-0.05	0.9568
Total	6.5 (0.8)	5, 7	6.3 (1.0)	5, 7	0.75	0.4573
AL	3.6 (0.5)	3, 4	3.6 (0.5)	3, 4	0.03	0.9749

* $p < 0.05$ by t-test

노동 강도 평가는 2019년 설문에 응답한 전체 작업자 중 17명에 대해서 이루어졌다. 평균 상대 심박비는 28.9 (SD=6.7)이었고, 과로

지수는 1.4였다. 그리고 평균 에너지 소비량은 6.0kcal/min (SD=1.2)였고, 최소 3.5kcal/min, 최대 7.6kcal/min이었다(Table 9). NIOSH의 작업 분류 기준에 따른 경작업(100~200kcal/h), 중등 작업(200~300kcal/h), 중(300~40kcal/h), 격심 작업(400~500kcal/h)으로 보면, 이 작업장은 중 작업에 해당하였다(Jacklitsch et al., 2016).

Table 9. Labor intensity assessment for assembly line workers (2019)

Items	Labor intensity assessment Results (n=17)	
	Mean \pm SD	Range (min, max)
Height	172.9 (6.1)	158, 181
Weight	68.4 (10.6)	50, 85
Age	36.5 (10.8)	26, 58
Heart rate (beats/min)	102.9 (7.0)	90, 112
Energy consumption (Kcal/min)	6.0 (1.2)	3.5, 7.6
RHR	28.9 (6.7)	13.8, 38.4
Overwork index	1.4 (0.3)	0.7, 1.9

4. Discussion

본 연구에서는 일개 자동차 부품 사업장을 대상으로 노동시간 단축을 포함한 교대 근무 형태 변경이 노동 환경 및 노동자 건강 변화에 대한 조사 작업자 건강 및 업무 만족에 미치는 영향에 대해서 조사하였다. 연구 대상 사업장은 주야 맞교대에서 주간 연속 2교대로 변경함으로써 전체 노동 시간이 단축되었다. 노동 시간의 단축은 노동자들에게 하루 잠자는 시간을 포함한 휴식 시간의 증가와 월 평균 휴일 수의 증가, 잔업/특근 횟수의 감소로 이어졌다. 이러한 긍정적 변화는 일 만족도와 근무 시간 만족도를 높이는 결과로 나타났고, 여유 시간의 증가와 여유 시간 만족도 등의 증가로 나타났다. 이는 노동자의 건강 지표에 상당한 긍정적 변화를 가져온 것으로 보인다.

먼저, 교대 근무 노동자들의 가장 건강상의 문제인 수면 장애와 소화기 증상의 경우 큰 폭으로 개선되었다. 또한 근골격계 증상자 변화의 경우 비교적 가벼운 증상인 NIOSH 기준 1의 경우 통계적으로 유의하게 감소하였으며 기준 2, 3에서도 통계적인 차이를 보이고 있지 않지만 감소한 것으로 확인되었다. 하지만, 출근 시간이 당겨지므로 인해 발생하는 문제도 있었다. 수면 질을 나타내는 지표인 주간 PSQI는 통계적으로 유의미하게 나빠졌다. Akerstedt et al. (2010)은 오전에 일찍 일을 시작하는 경우 총 수면 시간은 작업 시작 시간이 이룰수록 짧아졌으며, 시작 시간이 빨라지면 피곤함이 심하고 휴식을 취하지 않는 느낌이 들어, 이른 작업 시작 시간은 수면 장애와 피로와 관련이 있다고 하였다. 따라서 정해진 근무 시간 내에서 교대 형태 근무로 인한 오전 출근 시간에 대한 고려가 있어야 할 것으로 생각된다.

대상 사업장의 경우 생산 효율을 중심으로 생산량을 보충하기 위해서 설비 개선을 작업 도구와 기계 등을 중심으로 시행하였다. 이러한 작업 환경의 개선으로 인간공학 평가 항목 중 어깨와 허리 부분의 긍정적 결과가 도출되었다. 하지만 인간공학 평가 중 허리 및 어깨 부위의 긍정적 자세 변화에도 불구하고 전체 조치 수준이 변화가 없고, 손/손목, 다리, 목 영역에서 역시 변화가 없다. 오히려 손/손목은 부정적인 결과를 보이고 있다. 손과 손목의 자세가 나빠진 경향은 작업물의 복잡도가 올라가서 작업 자세가 불편해지고 이를 지지할 수 있는 거치대 등이 충분히 마련되지 않아서 발생한 것으로 생각할 수 있다.

작업자들은 주관적 육체적 작업 세기 및 작업 속도 그리고 여유 시간이 줄어들었다고 생각하는 것으로 나타났다. 근무 형태 변경 이전의 상황과 비교한 결과는 아니긴 하나 작업자들이 느끼는 노동 강도는 '중'으로 높은 수준임을 확인할 수 있다. 과거 연구에서 Woo et al. (2006)이 515명의 현장 노동자를 대상으로 한 업종별 에너지 소모량과 비교해 보았을 때 높은 수준으로 나타났으며, 과로 지수

또한 1.4로 Jang et al. (2015) 등이 수행한 한 연구와 비교해 보았을 때 이 집단의 심혈관계 질환 위험도는 3.124배로 높아지게 됨을 알 수 있다. 작업자의 주관적 피로도와 노동 강도 중 노동 밀도의 악화 그리고 인간공학 평가 중 반복 작업과 관련된 항목 그리고 노동 강도 평가 결과를 종합해 보았을 때 작업 형태 변경 이전보다 노동 밀도가 증가한 것으로 미루어 짐작할 수 있다.

5. Conclusion

본 연구는 자동차 부품 조립 사업장을 대상으로 근무 형태를 주야 2교대제에서 주간 연속 2교대 제도로 변경했을 때 발생하는 근무 환경과 작업 형태를 추적 연구한 것으로 근로자의 만족도, 작업 피로도, 업무 강도 등을 비교 연구하였다. 주간 연속 2교대 제도는 전체 근무 시간이 줄어들기 때문에 생산량을 유지하기 위해서는 생산성의 향상이 해결되어야 하는 과제가 된다. 대상 사업장의 근로자들을 대상으로 한 설문 연구 결과는 삶의 질과 여유시간 측면에서 여러 가지 장점을 보여주고 있으나 노동 밀도의 증가로 인해서 업무 강도는 높아지는 경향을 보이고 있다. 이는 장기적으로 보았을 때 근로자의 건강에 영향을 줄 수 있는 위험 요인이 될 수 있으므로 업무 강도를 적정 수준으로 유지하기 위한 기계 도입이나 환경 개선 등의 노력 또한 지속되어야 할 것이다. 특히 손, 손목의 작업 자세가 나빠지는 것은 작업물과 거치대를 대상으로 개선을 위한 노력이 필요하다는 것을 의미한다.

추적 연구를 진행하기 위해서 일개 사업장을 대상으로 진행된 만큼 이번 연구 결과의 의미를 전체 교대 작업자를 대상으로 적용하기에는 다소 무리가 있다. 하지만 주간 연속 2교대 도입에 따른 영향과 변화의 경향을 잘 설명하는 결과를 도출한 것에 이 연구의 의의가 있다고 판단된다.

References

- Akerstedt, T., Kecklund, G. and Knutsson, A., Spectral analysis of sleep electroencephalography in rotating three-shift work, *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 175(5), 330-336, 1991.
- Akerstedt, T., Alfredsson, L., Westerholm, P. and Kecklund, G., Sleep and sleepiness: impact of entering or leaving shiftwork - a prospective study. *Chronobiology International*, 27(5), 987-996, 2010.
- Bae, G.S., Park, T.J., Lee, M.H., Lee, Y.H., Kim, J.J., Chung, S.G. and Kim, I.A., Shift system and labor hour, Korea Labor Institute, 2013.
- Bastien, C.H., Vallieres, A. and Morin, C.M., Validation of the insomnia severity index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Medicine*, 2(4), 297-307, 2001.
- Buysse, D.J., Reynolds, C.F. 3rd, Monk, T.H., Berman, S.R. and Kupfer, D.J., The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research, *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213, 1989.
- ILO, C171 - Night Work Convention, 1990 (No. 171), https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:-P12100_INSTRUMENT_ID:312316 accessed 2019 July.
- Ha, M.N., Noh, S.C. and Park, J.S., Shiftwork Duration and Metabolic Risk Factors of Cardiovascular Disease. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 15(2), 132-139, 2003.
- Health and Safety Executive, Further development of the usability and validity of the Quick Exposure Check (QEC), HSE Books, Merseyside, United Kingdom, 2004.
- Jacklitsch, B., Williams, W.J., Musolin, K., Coca, A., Kim, J.H. and Turner, N., NIOSH. Criteria for a recommended standard occupational

exposure to heat and hot environments (Revised Criteria 2016), U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, *National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication*, 2016.

Jang, T., Kim, H.R., Lee, H.E., Myong, J.P., Koo, J.W., Ye, B.J. and Won, J.U., Overwork and cerebrocardiovascular disease in Korean adult workers. *Journal of Occupational Health*, 57(1), 51-57, 2015.

Jung, M.C. and Lee, K.S., Investigation of Work Load and Work Ability by Aging of Automobile Assembly Workers, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 38(6), 445-455, 2019.

Kee, D. and Kim, H., Ergonomic Evaluation and Improvement Measures for Shiftwork Systems of Large Scale Manufacturing Enterprises in Korea, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 36(6), 795-803, 2017.

Knauth, P., Changing schedules: Shiftwork, *Chronobiology International*, 14(2), 159-171, 1997.

Knauth, P. and Hornberger, S., Preventive and compensatory measures for shift works, *Occupational Medicine*, 53, 109-116, 2003.

Kuntsson, A., Jonsson, B., Akerstedt, T. and Orth-Gomer, K., Increased risk of ischaemic heart disease in shift workers, *Lancet*, 328(8498), 89-92, 1986.

Lee, S.H., Study of a development of the contents and diagnostic methods of the special health examination for night-shift workers. *Occupational Safety & Health Research Institute*, 2011.

Woo, J.H., Kang, D.M., Shin, Y.C., Kim, M.O., Son, M.J., Kim, B.W., Cho, B.M. and Lee, S.I., Energy Expenditure of Male Blue Collar Workers. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(2), 183-192, 2006.

Wu, H.C. and Wang, M.J., Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*, 45(4), 280-289, 2002.

Yim, J.S., Heo, Y.R., Jeong, E. and Lee, J.J., Effect of working patterns on eating habits in manufacturing workers of Gwangju area. *Journal of Nutrition and Health*, 49(6), 495-505, 2016.

Author listings

Byoung Hoon Kim: rk-dldk@hanmail.net

Highest degree: ME, Department of Safety & Health Engineering Converse, Soongsil University

Position title: Professional Engineer Ergonomics, EHS Eeum Scientists and Professionals Coop

Areas of interest: Ergonomics, Workload Evaluation, Occupational Safety and Health

Taezoon Park: tzpark@soongsil.ac.kr

Highest degree: PhD, School of Industrial Engineering, Purdue University

Position title: Professor, Department of Industrial & Information Systems Engineering, Soongsil University

Areas of interest: Human Error, Patient Safety, Safety Engineering