

## Ergonomic Evaluation and Improvement Measures for Shiftwork Systems of Large Scale Manufacturing Enterprises in Korea

Dohyung Kee<sup>1</sup>, Hyunjoo Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, Daegu, 42601

<sup>2</sup>Department of Occupational and Environmental Medicine, Ewha Womans University Medical Center, Seoul, 07985

### 우리나라 대기업 제조업 교대근무제의 인간공학적 평가 및 개선 방안

기도형<sup>1</sup>, 김현주<sup>2</sup>

<sup>1</sup>계명대학교 경영공학과

<sup>2</sup>이화여자대학교 의료원 직업환경의학과

#### Corresponding Author

Dohyung Kee

Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, Daegu, 42601

Mobile: +82-10-5656-1260

Email: dhkee@kmu.ac.kr

Received: November 27, 2017

Revised: November 28, 2017

Accepted: December 01, 2017

Copyright©2017 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

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

**Objective:** The aims of this study are to survey shiftwork systems performed in large scale manufacturing enterprises of Korea, to evaluate the shift systems from the ergonomics viewpoint, and to propose some measures for improving the shift systems.

**Background:** Existing studies on the shiftwork systems have focused on health effects such as cardiovascular diseases, gastrointestinal disorders, metabolic syndrome, psychological well-being, sleep, etc., and occupational accidents. Although the shift systems should be ergonomically designed in order to reduce effects on health, circadian rhythm, sleep, accidents, etc., there has been no research on ergonomic evaluation for the shift systems performed in Korea.

**Method:** The shiftwork systems were surveyed for ten large manufacturing companies (three electronics, three automotive, two chemical and two steel companies) through personal communication, literature survey, search through portal web sites and Apps. Ergonomic evaluations for the ten companies' shift systems were conducted by 16 ergonomic recommendations proposed by Knauth (1997), Knauth and Hornberger (2003).

**Results:** The results showed that the shift system of 3 team 3 shift without periodic duty-off days was still adopted in an electronics manufacturing company. The shift cycles for most companies surveyed were longer than four days, which resulted in slow rotation with four or more days' consecutive duty-on days. Four-out-of-ten companies investigated did not adopt the forward rotation ergonomically recommended, but the direction of rotation such as morning-night-evening. In addition, except for three automotive companies, seven companies violated ergonomic recommendations of avoiding work on weekends or having some free weekends with at least two consecutive days off. Based on these results, two alternatives with periodic days off on weekend and forward rotation were proposed.

**Conclusion:** The shift systems for the ten companies have several problems in light of existing ergonomics recommendations.

**Application:** The results of this study might help to improve the current shift systems performed in companies of Korea.

**Keywords:** Shiftwork, Ergonomic evaluation, Improvement measure, Large enterprise

## 1. Introduction

교대근무는 인간이 지니고 있는 일주기 리듬(circadian rhythm)에 어긋나 완벽한 순응은 불가능하며, 수면 방해, 위장질환, 유방암, 심혈관증후군, 대사증후군, 유산, 저체중, 우울증 등을 유발하거나 나쁜 영향을 미친다(KOSHA, 2017). 2012년 고용노동부 조사 자료에 의하면 전체 노동인구의 33.6%가 교대근무제에 노출되어 있으며, 업종별로는 전기·가스·수도업(54.3%), 제조업(39.2%), 30인 이상 서비스업(28.0%)이 높게 나타났다. 규모별로는 100~299인 기업이 49.2%로 가장 높았고 전반적으로 규모가 커질수록 교대근무제를 실시하는 비율이 높았다. 교대제 실시 기업 가운데 가장 높은 비율을 차지하는 교대제는 2조 2교대제였다. 교대제 실시 기업 중 60.8%가 2조 2교대제를 실시하고 있었고, 그 다음이 2조격일제 14.6%, 3조 2교대제 12.8%, 주간 2교대제 6.6%, 3조 3교대제 5.7%, 4조 3교대제 4.2% 순이었다. 30인 이상의 기업의 경우 2조 2교대제 62.0%, 2조격일제 15.6%, 3조 3교대제 6.7%, 4조 3교대제가 5.3%로 전체 기업에 비하여 4조 3교대제가 약간 올라간 반면 3조 2교대제가 10.1%로 낮아졌다(Bae et al., 2013).

현재까지 교대근무제에 대한 연구는 교대근무가 건강에 미치는 영향, 관련 질병 발생 확률, 가면, 교대근무 순환방향 등의 교대근무제 개선 방안, 산업재해, 교대근무제 형태 비교와 유한킴벌리, POSCO, 삼정피앤아이 등의 기업에서의 교대근무제 변경 사례(Buxton, 2003; Caldwell et al., 2009; Härma, 2006; Kang et al., 2017; Lee, 2012; Lee and Lee, 2014; Ryu et al., 2017; Sallinen et al., 1998; Smith-Coggins, 2006; Whiting, 2012) 등에 초점이 맞추어져 왔다. Kim et al. (2006)은 원자력발전소 교대근무제 휴리스틱 일정관리 기법을 제안하였고, Kim and Park (2007)은 제조업에 종사하는 2교대 교대근무 작업자 109명을 대상으로 직무만족도를 조사하였다. Knauth (1997), Knauth and Hornberger (2003)은 교대 순서에 관한 8가지, 작업 시간과 그 분포에 관한 3가지, 작업 시간 위치에 관한 5가지, 기존 교대근무제의 단기 변경(short-term deviation from the set shift system)에 관한 4가지 등 20가지 교대근무제에 대한 인간공학적 권고사항(recommendation)을 제안하였다.

교대근무제가 건강에 미치는 영향, 수면, 산업재해 등을 줄이기 위해서는 교대근무제가 인간공학적으로 설계되어야 한다. 앞서 살펴본 바와 같이 우리나라 기업에서 다양한 형태의 교대근무제가 시행되고 있으나 인간공학적 관점에서 평가한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 대표적 대기업의 교대근무 형태를 조사하고, 이를 Knauth (1997) 및 Knauth and Hornberger (2003)가 제안한 인간공학적 권고사항 관점에서 평가하고, 그 개선 방안을 제안한다. 본 연구의 결과는 우리나라 기업에서 시행되고 있는 교대근무제 개선방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. Method

### 2.1 Types of shift systems

본 연구에서 우리나라 대규모 제조 기업 교대근무제는 개인적 통신, 관련 논문 검색(Lee, 2012; Lee and Lee, 2014), 네이버, 구글 등의 포털사이트 검색과 교대근무제 관련 앱을 이용하여 조사하였다. 포털사이트 검색에서는 '교대근무', '교대근무제', '기업명+교대근무(제)' 등의 검색어를 사용하였다. 조사 대상 대기업은 근로자 수가 1,000명 이상이거나 그룹 계열사 중 교대근무제가 이루어지고 있는 전자 3개, 자동차 3개, 화학 2개, 철강 2개 기업을 중심으로 10개 기업을 선정하였다. 전자 및 화학 기업의 경우 공장이 2곳 이상에 있을 경우 특정 공장 한 곳에 대하여 조사하였다.

### 2.2 Ergonomic evaluations for shift systems

교대근무제에 대한 인간공학적 평가는 Knauth (1997) 및 Knauth and Hornberger (2003)가 제안한 다음과 같은 20가지 권고사항을 바

탕으로 하였다. 20가지 권고사항 중 기설정된 교대근무제에 대한 단기 변경과 관련된 4가지 사항은 교대근무제에 관한 기본적인 특성이 아니고, 각 기업 내부 문제로 파악이 어려워 본 연구의 평가에서는 제외하였다.

#### 교대근무 순서(sequence of shift)에 관한 권고사항

1. 연속 야간 근무(night shift)는 최대 3일 이내
2. 영구적으로 야간 근무만 하는 것은 피함
3. 연속 아침 근무(morning shift)는 최대 3일 이내
4. 연속 저녁 근무는 최대 3일 이내
5. 전방 순환(forward rotation)(예: 아침->저녁->야간 근무)
6. 야간 근무 후에는 적어도 2일 이상 휴무
7. N (night shift)-N과 같은 교대제 순서는 피함
8. 휴무일 사이에 하루 근무일을 두는 형태는 피함

#### 작업 시간(working time)의 지속 시간(duration) 및 분포에 관한 권고사항

9. 연속 근무일 수는 최대 5~7일 이내(권고사항 10 참조)
10. 8시간 이상 교대근무 시간은 다음 경우에만 허용
  - 작업과 작업 부하가 적절함
  - 충분한 휴식이 주어짐
  - 교대근무제가 피로 누적을 최소화할 목적으로 설계됨
  - 결근을 적절하게 커버함
  - 잔업 없음
  - 유해요인 노출이 제한적임
  - 작업 후 완전한 피로 회복시간이 주어짐
11. 두 교대근무 간 11시간 이상의 휴식 시간

#### 작업 시간의 위치(position)에 관한 권고사항

12. 아침 근무 시작 시간은 너무 이르지 않게(예: 06:00보다는 06:30, 05:00보다는 06:00이 좋음)
13. 저녁 근무 종료 시간은 너무 늦지 않게(예: 23:00보다는 22:00, 24:00보다는 23:00가 좋음)
  - 특별한 경우에 매우 이른 시간에 종료됨(예: 토요일은 18:00에 종료)
14. 야간 근무 종료 시간은 가능하면 이른 시간에 종료하는 것이 좋음
15. 주말 근무는 피함
16. 적어도 2일 연속 휴무가 있는 주말이 있음(권고사항 15가 만족되지 않을 경우)

#### 기설정된 교대근무제의 단기 변경에 관한 권고사항

17. 단기 변경은 피함
18. 사전 공지(advance notice) 및 보상(compensation)에 관한 게임의 법칙 준수
19. 작업자 그룹에 관한 위임함, 즉 작업자 그룹은 작업을 완수할 것을 보장하고 작업을 언제 누가 할 것인 지를 스스로 정함(시간 자율적 그룹(time autonomous group))
20. 작업자에게 유연성을 부여(예: 유연한 작업 시작 및 종료 시간, 교대 변경, 시간 창(time window), 시간 자율적 그룹)

## 3. Results

### 3.1 Shift systems by company

조사 대상 10개 기업에 대한 교대근무제 형태, 주기(shift cycle), 순환방향(direction of rotation) 등에 대한 정보는 Table 1에 정리되어 있

다. 전자산업 두 곳(A, B 기업)은 4조 3교대제, 전방 순환(forward rotation, 예: 아침-저녁-야간)을 하고 있으며, 5일 혹은 6일 근무 후 1, 2 혹은 4일 휴무하고 있다. 교대근무 주기는 21~23일을 보였다. 전자산업 C기업은 3조 3교대제를 시행하고 일주일 단위로 아침-야간-저녁 근무 순으로 순환하고 있다. C기업은 전방 순환도 후방 순환(야간-저녁-아침)도 아닌 순환 형태를 보였다. 본 연구에서 조사한 완성 자동차 기업은 세 곳 모두 주중 5일 근무하고 주말 2일을 쉬는 주 5일 단위 주간 및 저녁 2교대제를 시행하고 있으며, 야간 근무는 없다. 화학 업종 두 기업은 4조 3교대제를 아침-야간-저녁 순으로 순환하는 근무제를 채택하고 있다. 4일 근무 후 1 혹은 2일 휴무하는 근무 일정을 취하고 있었다. 철강 기업 I에서는 4조 2교대제로 주중-휴휴-야야-휴휴 순으로 순환하고 있으며, 한 근무 형태에서 12시간을 근무하고 있다. 다른 철강 기업 J에서는 4조 3교대, 아침-야간-저녁 순으로 순환하는 근무제를 채택하고 있다. 또한, 근무조에 따라 5일 근무 후 1, 2 혹은 6일 휴무 혹은 2, 3 혹은 5일 근무 후 1, 2 혹은 4일 휴무하는 근무 일정을 채택하고 있다.

**Table 1.** Shift systems by company

Industry	Company	Shift system	Shift cycle (days)	Direction of rotation	Others
Electronics	A	4 teams 3 shifts	21 or 23	Forward	1, 2 or 4 days off after 5 or 6 working days'
	B	4 teams 3 shifts	22 or 23	Forward	1 or 2 days off after 5 or 6 working days'
	C	3 teams 3 shifts	21	M-N-E	7 working days
Automotive	D	2 teams 2 shifts	7	5 Ms-2 days off-5 Es or 5 Es-2 days off	No night shift
	E	2 teams 2 shifts	7	5 Ms-2 days off-5 Es or 5 Es-2 days off	No night shift
	F	2 teams 2 shifts	7	5 Ms-2 days off-5 Es or 5 Es-2 days off	No night shift
Chemical	G	4 teams 3 shifts	16	M-N-E	1 or 2 days off after 4 working days
	H	4 teams 3 shifts	18	M-N-E	1 or 2 days off after 4 working days
Steel	I	4 teams 2 shifts	4	DD-N <sub>1</sub> N <sub>1</sub> or N <sub>1</sub> N <sub>1</sub> -DD	Work duration of 12 hours/shift
	J	4 teams 3 shifts	23	M-N-E	1, 2 or 6 days off after 5 working days or 1, 2 or 4 days off after 2, 3, 5 working days

\*M: morning (AM 6 or 7~PM 2 or 3), E: evening (PM 2 or 3~PM 10 or 11), N: night (PM 10 or 11~AM 6 or 7), D: day (AM 7~PM 7), N<sub>1</sub>: night (PM 7~AM 7)

### 3.2 Ergonomic evaluations of shift systems

Knauth (1997) 및 Knauth and Hornberger (2003)는 교대근무제에 대한 20가지 인간공학적 권고사항을 제시하였으나, 기설정된 교대근무제의 단기 변경에 관한 4가지 사항은 전체적인 교대근무제 설계에 관한 것이라기 보다는 실무적 차원에서의 고려사항으로 보여 본 연구의 평가에서는 제외하였다. 나머지 16개 권고사항에 대한 조사 대상 10개 기업에 대한 평가 내용은 다음 Table 2에 정리하였다. Table 2에서 권고사항 번호는 2.2절에서의 교대근무제에 대한 인간공학적 권고사항 번호와 같고, 기업명은 Table 1에 나오는 것과 같다.

연속 야간 근무는 최대 3일 이내로 하라는 권고사항은 주간 및 저녁 근무만 하는 자동차산업과 4조 3교대제를 시행하고 있는 철강산

업 I를 제외하고는 모두 따르지 않았다. 아침 및 저녁 근무는 최대 3일 이내로 규정한 권고사항은 철강산업 I만 만족하고 모두 4일 이상의 연속 근무일을 갖는 형태를 취하고 있었다. 주말 근무는 교대근무 특성상 주 5일 근무만 하는 자동차산업을 제외하고는 모두 지키지 못하고 있었고, 4조 2교대제를 실시하는 철강산업 I는 4조 중 2개조는 항상 주말에 1일 혹은 2일 휴무일을 가질 수 있게 된다. 전자산업 C는 3조 3교대제를 실시하여 야간 근무 후 2일 이상 휴무일을 부여하고, 두 교대근무 간 11시간 이상의 휴식 시간을 주는 것이 좋다는 권고사항을 만족하지 못하고 있었다. 화학산업 G, H도 4조 3교대제를 실시하고 있으나 야간 근무 후 2일 이상의 휴무일을 주지 않는 경우도 있었다. 전자산업 C, 화학산업 G, H, 철강산업 J는 교대근무제 순환 형태를 아침-야간-저녁으로 하고 있어 인간공학 적 권고사항인 전방 순환이 아닌 형태를 취하고 있었다.

**Table 2.** Ergonomic evaluations for shift systems of investigated companies and recommended systems

Recommendation #	Investigated company										Recommended systems	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1. Few night shifts in succession	X	X	X	O	O	O	X	X	O	X	O	O
2. Avoid permanent night work	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3. Few morning shifts in succession	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	O	O
4. Few evening shifts in succession	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	O	O
5. Forward rotation	O	O	X	O	O	O	X	X	O	X	O	O
6. At least 2 days off after last night shift	O	O	X	O	O	O	X	X	O	O	△	O
7. Avoid N-N	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8. Avoid single working days between days off	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9. Maximum of 5~7 working days	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
10. Extended shifts (>8h) are only acceptable in some limited situations	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
11. Adequate resting time (>11h) between two shifts	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O
12. Not too early start of morning shift	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
13. Not too late end of evening shift	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
14. As early as possible end of night shift	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
15. Avoid work on weekends	X	X	X	O	O	O	X	X	X	X	X	X
16. Some free weekends with at least 2 consecutive days off	X	X	X	O	O	O	X	X	O	X	O	O

\*O: satisfies, X: unsatisfied, I: 4 teams 2 shifts with fast rotation, K: 5 teams 3 shifts (1), L: 5 teams 3 shifts (2)

### 4. Improving Measures

Table 2에서 우리나라 대규모 제조업의 교대근무제의 문제점으로 나타난 한 근무 형태의 4일 이상 지속, 정기적 주말 휴무가 부여되지 않음 등을 개선하는 두 가지 안을 제안한다. 두 가지 안은 먼저 한 근무 형태가 3일 이내가 되도록 하고, 다음으로 정기적 주말 휴무가 배정되도록 하였다.

24시간 가동하여야 하는 기업에서 교대근무제를 시행할 경우 근로자가 모든 주말에 쉴 수 있도록 하는 것은 불가능하다. 그러나, 교대근무제 설계 시 가능하면 주말에 휴무일을 가질 수 있도록 고려하는 것은 가능하다. 예를 들어, 철강산업 1에서와 같이 빠른 순환을 하는 4조 2교대제를 할 경우 2개조는 항상 주말에 1일 혹은 2일 휴무가 가능하다. 4조 3교대제 중 3근 1휴 혹은 4근 1휴제는 교대근무 간 휴일이 하루만 배정되어 주말 2일을 모두 쉬게 할 수는 없다. 또, 4조 3교대제 중 5근 2휴제는 주기가 20일이 되어 주말 휴무 배정이 어렵게 된다. 즉, 4조 3교대제로는 주말에 연속 휴무를 배정하기는 어렵게 되어, 주말 휴무 배정을 위해서는 5조 3교대제 도입이 필요하게 된다. 5조 3교대제의 근무 교대를 다음 Table 3과 같이 하게 되면 주말에 1개조는 2일 휴무, 2개조는 1일 휴무를 할 수 있게 된다(Table 2에서 K). Table 3과 같은 근무 형태를 작업조별로 돌아가면서 취하면 순환 주기가 5주가 되어 5주에 한번 모든 작업조가 주말 휴무를 가질 수 있다.

**Table 3.** Recommended shift system 1 with 5 teams 3 shifts

	Sequence of shifts						
	Mon	Tues	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
A	M	M	OFF	E	E	OFF	OFF
B	OFF	OFF	M	M	OFF	E	E
C	E	OFF	N	N	OFF	OFF	M
D	N	N	OFF	OFF	M	M	OFF
E	OFF	E	E	OFF	N	N	N

\*M: morning, E: evening, N: night

다른 안으로 순환 주기가 10주인 다음 Table 4와 같은 5조 3교대제를 취할 수 있다(Table 2에서 L이 이에 해당함). 이 경우도 1개조 혹은 2개조가 1일 혹은 2일의 주무를 휴무를 즐길 수 있다.

**Table 4.** Recommended shift system 2 with 5 teams 3 shifts

	Sequence of shifts													
	Mon	Tus	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tus	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
A	M	M	E	E	N	N	OFF	OFF	OFF	OFF	M	M	E	E
B	N	N	OFF	OFF	OFF	OFF	M	M	E	E	N	N	OFF	OFF
C	OFF	OFF	M	M	E	E	N	N	OFF	OFF	OFF	OFF	M	M
D	E	E	N	N	OFF	OFF	OFF	OFF	M	M	E	E	N	N
E	OFF	OFF	OFF	OFF	M	M	E	E	N	N	OFF	OFF	OFF	OFF

\*M: morning, E: evening, N: night

위 교대근무제 개선안에 대한 인간공학적 평가 결과는 Table 2에 나와 있으며, Table 2에서 보는 바와 같이 매 주말 근무를 하지 말라(권고사항 15번)는 인간공학적 권고사항을 제외하고는 대부분 만족하는 것으로 나타나 인간공학적 관점에서 바람직한 개선안으로 볼 수 있다. Table 3과 같은 개선안(Table 2에서 K)은 E조의 경우 3일 야간 근무 후 하루 휴무가 배정되어 야간 근무 후에는 2일 이상의 휴무를 배정하라는 권고사항을 만족하지 못하고 있다. 그러나, 나머지 4개 작업조는 이 권고사항을 충족하고 있다.

## 5. Discussions

본 연구에서는 근로자 수 1,000명 이상인 대기업 혹은 화학산업은 대기업 그룹 계열사를 대상으로 10개 기업을 조사하는 등, 대기업 혹은 선도 기업을 대상으로 교대근무제 형태를 조사하였다. 조사 결과 1개 기업이 3조 3교대제, 5개 기업이 4조 3교대제, 3개 기업이 2조 2교대제, 그리고 1개 기업이 4조 2교대제를 취하고 있었다. 3조 3교대제는 근무 형태 특징 상 교대근무 간 휴무일을 따로 둘 수 없고, 교대근무 간 근무 시작 시간의 차이만큼만 쉴 수 있는 힘든 근무제이나(야간 근무 후 2일 이상 휴무 및 교대근무 간 11시간 이상 휴식 권고사항 불충족), 전자산업 분야의 대기업인 C기업에서 실시하고 있는 것으로 조사되었다. 일본에서는 1970년대 초반에 이미 3조 3교대제에서 4조 3교대제로 전환되었고, 현재는 많은 기업에서 5조 3교대제를 실시하고 있는 점을 고려하면 최소한 4조 3교대제로의 전환이 요구된다(Labor Administration Research Institute, 1993). 우리나라 전체적으로도 2012년 현재 교대근무제를 실시하고 있는 기업 중 5.7%가 3조3교대제를 채택하고 있어 이에 대한 개선이 있어야 할 것으로 판단된다(Bae et al., 2013).

교대근무는 생리적 리듬에 영향을 미치며 교대근무에의 완벽한 순응은 불가능하여, 이러한 부정적 영향을 최소화할 수 있도록 인간공학적으로 설계되어야 한다. 인간공학적 설계 요소 중 하나인 교대제 순환방향은 아침-저녁-밤 근무를 하는 전방 순환(forward rotation)이 생체 리듬 순응에 도움이 되는 등 바람직한 것으로 알려져 있다(Whiting, 2012). 그러나 교대제 순환과 관련이 거의 없는 2조 2교대제, 4조 2교대제를 실시하는 4개 기업을 제외한 6개 기업 중 4개 기업에서 전방 순환이 아닌 아침-야간-저녁 근무 순서로 순환하고 있었다. 이는 교대근무제 조사를 위한 H기업 담당자와의 통화에서 '노사가 합의하면 어떤 형태든 가능한 것 아니냐'는 데서 볼 수 있듯, 교대근무제 자체 특히, 순환방향이 인체의 일주기 리듬(circadian rhythm)에 미치는 영향에 대한 인식이 거의 없는 결과인 것으로 보인다. 또, 이러한 순환방향은 과거에 시행하였던 3조 3교대제의 영향인 것으로 추정된다. 즉, 3조 3교대제에서 전방 순환을 할 경우 근무제 교대 시 야간 근무 후 바로 아침 근무로 이어져 16시간 연속 근무를 하여야 하기 때문에, 근무 형태 교대 시 휴식 시간 확보를 위하여 아침-야간-저녁과 같은 순환방향이 실행되었을 것으로 보인다. 이와 같은 3조 3교대제 순환방향이 4조 3교대제로 변경된 후에도 그대로 시행되고 있다고 볼 수 있다.

4조 2교대제를 실시하고 있는 철강산업 1기업을 제외하고는 모두 4~7일을 연속 아침, 저녁 또는 야간 근무를 하는 느린 순환(slow rotation, 같은 근무 형태를 4~10회 반복하는 순환 형태)을 하고 있는 것으로 조사되었다. 느린 순환은 교대제가 바뀌는 시점에 일주기 리듬에의 순응이 발생할 수 있고, 수면 부족의 누적, 야간 근무 시 작업수행도 감소 등의 문제가 있으나, 빠른 순환(fast rotation, 같은 근무 형태를 3회까지 반복하는 순환 형태)은 일주기 리듬에 미치는 영향이 크지 않다(Whiting, 2012). 이러한 관점에서 볼 때 우리나라 대기업에서 실시하고 있는 교대근무제 순환 주기는 가장 좋지 않은 일정계획이라 할 수 있다. 따라서 우리나라 교대근무제는 일주기 리듬에의 영향을 고려하여 전방 순환과 빠른 순환 형태를 취하는 방향으로 개선되어야 할 것으로 판단된다. 빠른 순환을 할 경우 직장과 가정 일 간의 양립 문제가 발생할 수 있으므로, 이를 완화할 수 있는 충분한 휴무일 보장 등의 방안이 같이 강구되어야 한다.

철강산업 1기업은 1992년 3조 3교대제에서 4조 3교대제로 전환하였고 2011년 사측의 제안으로 4조 2교대제(4일 근무 후 4일 휴무제: 주주-야야-휴휴휴휴)를 실시하였다(Lee and Lee, 2014). 이러한 근무제는 근무일 및 휴무일이 4일로 길어 근무 강도가 높고, 생산성, 현장 결속력, 업무 적응도 등이 감소하고 지역경제에 부정적 영향을 미치는 등의 문제를 나타내어, 현재는 같은 4조 2교대제이나 빠른 순환 즉, 주주-휴휴-야야-휴휴제를 취하고 있다(Kyungbook Ilbo, 2017). 앞서 언급한 바와 같이 현재 2일 주기로 근무 형태가 바뀌는 빠른 순환을 취하고 있어, 교대근무제가 일주기 리듬에 미치는 영향을 최소화하는 등 바람직한 방향으로 개선되었다 할 수 있다.

또 하나의 우리나라 기업 교대근무제의 문제점은 주말에 휴무일을 가질 수 있도록 하는 배려가 없다는 점이다. 대부분의 사회활동, 여가활동, 가족행사가 주말에 집중되어 있어 경제적 여유가 커질수록 이에 대한 요구가 커질 것으로 보인다. 따라서, 본 연구에서 제안한 두 가지 안(Table 2에서 K, L)에서와 같이 정기적 주말 휴무가 배정될 수 있는 교대근무제로의 전환이 요구된다.

앞서 살펴 본 바와 같이 본 연구에서 조사된 우리나라 대기업에서 현재 실시되고 있는 3조 3교대, 4조 3교대제는 여러 인간공학적 권고사항을 충족하지 못하고 있다. 따라서 제안한 바와 같이 빠른 순환을 하는 4조 2교대제 혹은 5조 3교대제를 도입·시행할 필요가 있다 할 수 있다. 4조 2교대제를 도입하여 시행하고 있는 우리나라 기업(유한킴벌리, POSCO, 삼성피앤아이 등)과 5조 3교대제를 도입한 한화종합화학(주), 일본 가네가후치화학공업 등에서 교대근무제 변경으로 인한 인건비 상승을 상쇄하는 생산성 향상, 품질 향상, 재해 감소, 원가절감, 성과 몰입도 향상, 직무 발명 증가, 일과 가정 양립, 봉사활동 증가 등의 효과를 보이고 있어, 비용 증가 등의 부정적 효과보다는 긍정적 효과가 크게 나타나 교대근무제 변경을 뒷받침하고 있다(Labor Administration Research Institute, 1993; Lee, 2012; Lee and Lee, 2014; News Rabbit, 2016).

## 6. Conclusion

본 연구는 우리나라 근로자 수 기준 대기업 혹은 그룹 계열사 10개 기업을 대상으로 현재 실시되고 있는 교대근무제를 Knauth (1997) 및 Knauth and Hornberger (2003)가 제안한 인간공학적 평가 사항 20개 중 평가가 가능한 16기준을 바탕으로 평가하였다. 인간공학적 관점에서 우리나라 대기업 교대근무제의 문제점은 다음과 같다. 첫째, 3조 3교대제와 같은 별도의 휴무일이 없어 작업 부하가 큰 교대근무제를 실시하고 있는 기업이 있다(전자기업 C). 둘째, 교대 주기가 4~23일로 아침, 저녁 및 야간 근무는 연속으로 3일 이내 실시하는 것이 좋다는 지침을 대부분 어기고 있다. 이로 인하여 일주기 리듬에의 영향이 상대적으로 작은 빠른 순환보다는 느린 순환을 채택하고 있다. 셋째, 권장되는 전방 순환보다는 많은 기업에서 아침-야간-저녁과 같은 순환을 하고 있다. 넷째, 주 5일 주야 2교대제의 자동차 기업을 제외하고는 대부분 기업이 정기적 주말 휴무가 없다. 따라서, 교대근무제로 인한 부하 및 문제점을 줄이기 위해서는 위의 관점에서 우선적으로 개선되어야 할 것으로 판단된다.

## References

- 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.
- Buxton, S., *Shift work: An occupational health and safety hazard*, Unpublished master thesis, Murdoch University, 2003.
- Caldwell, J.A., Mallis, M.M., Caldwell, J.L., Paul, M.A., Miller, J.C. and Neri, D.F., *Fatigue countermeasures in aviation*, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 80, 29-59, 2009.
- Härma, M., *Workhours in relation to work stress, recovery and health*, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 32, 502-514, 2006.
- Kang, M.Y., Kwon, H.J., Choi, K.H., Kang, C.W. and Kim, H., *The relationship between shift work and mental health among electronics workers in South Korea: A cross-sectional study*, *PLOS One*, November, 1-10, 2017.
- Kim, D.H., Yun, Y.S. and Lee, Y.H., *A heuristic approach to the shift-scheduling considering the balance of work-load in nuclear power plants*, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 25(4), 1-7, 2006.
- Kim, D.H. and Park, K.S., *Assessment of 12-hour shift-worker's job satisfaction in manufacturing industry*, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(1), 55-61, 2007.
- KOSHA (Korea Safety and Health Agency), *Guide to shift worker health management*, [http://www.google.co.uk/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewiPle2lspPPAhVKy2MKHSbkBnEQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kosha.or.kr%2Fcms%2Fboard%2FDownload.jsp%3FfileId%3D29816&usq=AFQjCNF8oOB8\\_O10cePk5GWspGSudOW7zw](http://www.google.co.uk/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewiPle2lspPPAhVKy2MKHSbkBnEQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kosha.or.kr%2Fcms%2Fboard%2FDownload.jsp%3FfileId%3D29816&usq=AFQjCNF8oOB8_O10cePk5GWspGSudOW7zw) (retrieved November 7, 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.

Kyungbook Ilbo, *POSCO, Rearrangement of shiftwork system from September 16*, <http://m.kyongbuk.co.kr/?mod=news&act=articleView&idxno=924418#05Gn> (retrieved November 27, 2017).

Labor Administration Research Institute, 5 teams 3 shifts of Kanegauchi Chemical Industry, *Labor Administration Times*, 3119, 2-8, 1993.

Lee, Y.H., Case study on shift system of steel industry: Samjung P&A and Dongbu Steel, *Monthly Labor Review*, 3, 58-72, 2012.

Lee, Y.H. and Lee, J.E., Enhancing corporate capability through changes in shift system, *Journal of the Korea Contents Association*, 14(3), 385-392, 2014.

New Rabbit, *Introduction of job sharing of Hahwa General Chemical Co.*, <http://newslabit.hankyung.com/article/2016082519161> (retrieved November 7, 2017).

Ryu, J., Jung-Choi, K., Choi, K.H., Kwon, H.J., Kang, C. and Kim, H., Associations of shift work and its duration with work-related injury among electronics factory workers in South Korea, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, 1-2, 2017.

Sallinen, M., Harma, M., Akerstedt, T., Rosa, R. and Lillqvist, O., Promoting alertness with a short nap during a night shift, *Journal of Sleep Research*, 7, 240-247, 1998.

Smith-Coggins, R., Howard, S.K., Mac, D.T., Wang, C., Kwan, S., Rosekind, M.R. and Gaba, D.M., Improving alertness and performance in emergency department physicians and nurses: The use of planned naps, *Annals of Emergency Medicine*, 48, 596-604, 2006.

Whiting, R., Shift work schedules, Shiftwork Interventions Symposium, Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2012.

## Author listings

**Dohyung Kee:** dhkee@kmu.ac.kr

**Highest degree:** Ph.D., Department of Industrial Engineering, POSTECH

**Position title:** Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University

**Areas of interest:** Systems ergonomics, Population stereotype, Product design, Posture classification scheme, Industrial safety, Musculoskeletal disorders

**Hyunjoo Kim:** hyunjoo@ewha.ac.kr

**Highest degree:** Ph.D., Department of Preventive Medicine, Hanyang University

**Position title:** Clinical Professor, Department of Occupational and Environmental Medicine, Ewha Womans University Medical Center

**Areas of interest:** Shift-work, Emotional labor, Musculoskeletal disorder