

3교대 근로자에서 교대근무기간과 혈압 및 심박수 변동성

단국대학교 의과대학 예방의학교실, 한국보건사회연구원 보건정책팀¹⁾
한국산업안전공단 산업안전보건연구원²⁾

하미나 · 김재용¹⁾ · 박정선²⁾ · 정호근²⁾

— Abstract —

Influence of Shiftwork Duration on Blood Pressure and Heart Rate Variability in Short Rotating 8-hour Shiftworkers

Mina Ha, Jaiyoung Kim¹⁾, Jungsun Park²⁾, Ho Keun Chung²⁾

*Department of Preventive Medicine, Dankook University College of Medicine,
Korea Institute For Health and Social Affairs¹⁾,
Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency²⁾*

Objectives : This study was performed to investigate the chronic health effect of shiftwork on cardiovascular system.

Methods : We checked blood pressure(BP) and heart rate variability(HRV) at every shift on 134 male workers whose shift type was 8-hour and short rotating of 3 days shift interval. As confoundings, job stress was measured by Karasek's JCQ 49 items questionnaire and circadian type was assessed by morningness-eveningness questionnaire. Smoking and alcohol drinking habit, marital status and past medical history were also acquired. We used the method of repeated measured data analysis with mixed model to show the association between shiftwork duration and BP or HRV.

Results : Average age of workers was 29 years olds(range 25~44). Among them, 77.9 % were current smokers, 50 % were the passive type of job strain in Karasek's model. Mean shiftwork duration was 5.21 years(range 5.4 months~10 years). In circadian type, no one was definitely morning type or definitely evening type.

In multivariate analyses adjusted by age, job strain, shift, circadian rhythm and smoking, blood pressure were showed significantly increasing trends according to shiftwork duration in both systolic and diastolic($p < 0.05$). Heart rate variability were also showed significantly decreasing trends according to shiftwork duration in both parasympathetic and sympathetic functions($p < 0.05$).

Conclusions : The results of this studs suggests the chronic negative health effect of shiftwork on cardiovascular system.

Key Words : Shiftwork, Chronic health effect, Blood pressure, Heart rate variability

<접수일 : 2001년 4월 7일, 채택일 : 2001년 5월 28일>

교신저자 : 하 미 나(Tel : 041-550-3854) E-mail : minaha@anseo.dankook.ac.kr

* 이 연구는 1999년 한국산업안전공단 산업안전보건연구원 산업보건위생연구실의 연구과제로서 연구비지원을 받아 공동 수행된 연구임.

서 론

교대작업형태는 현대의 산업공정이 다양화됨에 따라 점점 그 비중이 증가하고 있다. 핀란드의 경우는 교대작업을 하는 작업장이 전체의 25 %를 차지하며 (Harma, 1998), 미국의 경우는 전체 노동력의 20 %가 이 제도를 따르고 있으며 (Monk, 1994), 우리나라의 경우도 제조업근로자의 25 % 정도가 교대작업을 하는 것으로 보고 되었다 (박정선 등, 1994).

밤근무는 인체에 피로감, 졸림 및 수면장애를 유발하고, 이는 사고성재해의 발생율을 증가시키고 산업 안전을 저해하는 주요요인으로 지적되어 왔다 (Hanecke 등, 1998). 뿐만 아니라 교대작업은 만성적으로는 심혈관계 질환과 소화기계 질환의 유병율을 증가시킨다고 지적되고 있다 (Steenland and Fine, 1996; Tenkanen 등, 1997). 교대근무 작업자에서 심장질환의 발생율에 관해서는 많은 보고가 있으며 대부분의 연구에서 양의 연관성을 나타내었다 (Steenland and Fine, 1996). 또 교대 근무력이 길수록 위험도는 더 증가하였다 (Knustsson et al, 1986). 비교적 최근 보고에 따르면 교대근무의 관상동맥성 질환에 대한 상대위험도는 1.5 정도로 비교적 낮은 값을 보였으나, 교대근무의 빈도가 20 % 이상으로 매우 높아 전체 관상동맥성 질환에 미치는 기여 위험도 (population attributable risk)는 7 %나 되는 것으로 추산되었다 (Akerstedt et al, 1997). 그러나 교대근무가 어떠한 기전으로 심혈관계 질환의 발생에 영향을 미치는 지에 대한 것은 아직 확실치 않다. 또한, 교대근무의 특수한 유형들, 즉 영구적 밤근무와 교대 밤근무, 간헐적 교대근무와 규칙적 교대근무, 장 순환주기와 단 순환주기, 시계방향과 시계역방향의 순환 등등에 있어서의 심혈관계 질환 위험도에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 미진한 실정이다.

본 연구는 교대근무가 심혈관계 기능에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 3교대 단 순환주기의 근로자에서 총 교대근무기간에 따른 혈압 및 심박수 변동성의 변화유무를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

천안시 소재 1개 제조업체의 남성 근로자 134명을 그 대상으로 하였다. 이들의 교대형태는 4조 3교대였으며, 비교적 빠른 순환형태인 3일근무 1일 휴무 후에 교대순환을 하는 방식이었다. 교대순환의 방향은 밤근무에서 낮근무로 다시 아침근무로 하는 시계역방향의 순환을 하고 있었다. 이들의 평균연령은 29세이었고, 최소 25세에서 최고 44세까지의 범위를 보였으며 대부분 35세 이하이었으며, 134명 중 1명이 38세, 2명은 44세이었다.

2. 조사방법

1) 참여 근로자 및 조사요원 교육

교대작업을 하는 제조업체 사업장 중 보건관리자가 조사의 의의를 이해하고 조사 협조에 동의하는 사업장 1곳을 선정하여, 사업장 관리자 및 생산라인 조장들 총 20명을 대상으로 조사의 내용과 의의, 조사 방법에 대한 설명회를 가지고, 구체적인 조사일정 및 방법에 대하여 토론하여 연구에 참여할 근로자들에게 안내문을 작성 배포하였다.

사업장 보건관리자를 포함한 총 6명의 조사요원을 모집하여, 조사 방법에 관하여 교육하고 1~2회에 걸친 현장실습을 실시하였다.

2) 혈압 및 심박수 변동성

혈압 및 심박수 변동은 각 근로자에서 아침, 오후, 밤 교대근무대 별로 3회에 걸쳐 측정하였다. 각 3일근무 1일 휴무의 교대 근무 기간 중 교대가 바뀐 첫날을 제외한 2번째 혹은 3번째 날을 선택하여 측정하였다.

(1) 혈압

혈압은 참여 근로자 전원에 대하여 각 교대근무별로 작업시간 중의 휴식시간에 순간혈압을 자동혈압계 (TM2541 hemodynamometer, A&D Company, Limited, Japan)를 이용하여 연속 2회씩 측정하였다. 순간혈압은 근로자가 자리에 앉아 5분 정도 휴식을 취한 다음, 안정상태가 된 후에 측정하였다.

(2) 심박수 변동성 (Heart rate variability)

심박수 변동성은 심박계 (LRR-03, GMS Com-

pany, Limited, Japan)로 측정하였으며, 앉은 자세로 약 5분 정도 안정상태를 취한 후 혈압을 재고 난 다음 5분 동안 측정하였다. 심박수 변동성의 분석을 위해 MemCalc/BP analyzer 프로그램(Suwa Trust Co., Japan)을 사용하였으며, 규칙적인 호흡(0.2 Hz)을 기준으로 하기 위하여, 총 5분 중 가운데 3분간의 측정자료를 분석하여 이용하였다. 이 분석 프로그램에서는 자동으로 RR signal들을 필터 하여 이상유무를 검출하는데, RR signal의 90 % 이상이 정상인 참여자들만을 선택하였다. 정상적인 QRS complex의 이윳하는 간격인 normal-to-normal (NN) interval을 구하고 fast-Fourier transformation에 의해 개인별로 power spectral density curve를 구하였다. power spectral density curve에서 0.04~0.15 Hz의 영역을 저주파 구역(low frequency band)로, 0.15~0.3 Hz의 영역을 고주파(high frequency band)로 잡아 각 주파수 범위내의 spectral power를 계산하였다.

3) 수면유형, 직무스트레스 및 교란변수

(1) 수면유형

수면유형은 Horne과 Ostberg의 아침형-저녁형 척도(Horne 과 Ostberg, 1976; 윤진상 등, 1994)를 우리말로 번역하고 약간의 변형을 가하여 사용하였다. 측정결과 극단적인 아침형이나 극단적인 저녁형은 분석대상에서 제외하였다. 수면유형은 각 문항을 점수화하여, 아침형(morningness)-저녁형(eveningness)을 크게 5개의 범주로 나누었다. 본 조사에 사용한 문항은 총 13개 문항으로서, 점수는 최소 10에서 최대 61점까지 가능하며, 점수가 낮을수록 저녁형이며, 점수가 높을수록 아침형이 되도록 하였다.

(2) 직무스트레스

Job Content questionnaire(JCQ) 49문항을 이용하여 직무스트레스를 측정하였다(Karasek, 1985). 이 설문은 Job-demand 및 Decision latitude model에 따라 만들어진 설문이다. 직무스트레스 수준에 관한 분석은, 직무재량도(decision latitude), 정신적 직무요구도(psychological job demand), 사회적 지지(social support) 및 직업 불안정성(job insecurity)의 4개 항목에 따라 점수를 산출하였다. 산출방법은 JCQ center에서 개발한 점

수화 방법에 따랐다(Karasek 등, 1998). Karasek (1990)의 연구 모델에 따라 직무재량도와 정신적 직무요구도의 중앙값을 기준으로 하여 4개의 집단-Low strain group, Passive group, Active group, High strain group-으로 나누었다.

(3) 기타 교란변수

근로자들의 인구학적 사항 및 근무력, 과거병력, 가족구성 및 흡연, 음주력 등에 관한 사항은 설문조사와 회사의 의무실에서 보관하고 있는 사원건강관리에 관한 자료를 이용하여 얻었다. 흡연력은 6 개월이상 담배를 피운 경험이 없는 경우를 비흡연자로 분류하였고, 음주력의 경우는 전혀 마시지 않는다, 간혹 특별한 경우만 마신다, 남들과 비슷하게 보통정도로 마신다, 자주 즐겨 마신다 등의 주관적인 판단을 기준으로 분류하였다.

4) 통계 분석

연구대상자의 일반적 특징, 수면유형과 직무스트레스 수준에 대해서 기술 통계적인 분석을 시행하였다.

교대근무에 따른 혈압 및 심박수 변동성의 영향을 보기 위하여, 각 교대근무별로 평균값을 구하고, 그 차이를 살펴보기 위해 반복측정 자료에 적용할 수 있는 혼합모형(mixed model)을 이용하여 검정하였다.

교대근무의 순환기능에 대한 만성적 건강영향을 살펴보기 위해 혈압(이완기 혈압 및 수축기 혈압) 및 심박수 변동성(고주파 변동성 및 저주파 변동성)을 종속 변수로 하고 교대근무기간을 독립변수로 하는 회귀분석을 시행하였는데, 근무시간대(shift)별로 3회 반복 측정된 효과를 보정하기 위하여 혼합 모형을 이용하였다.

교대근무를 하는 근로자에서 혈압 및 심박수 변동성에 영향을 미치는 위험 인자를 살펴보기 위하여 다양한 교란변수들을 모두 포함한 다변량 분석을 시행하였다. 여기서 교대근무시간대(shift)는 인체의 일주기 리듬의 영향으로 해석하기 위함이며, 그 외 기존의 심혈관 기능에 영향을 미치는 것으로 알려진 연령, 흡연, 수면유형, 직무스트레스를 포함하였다. 심박수 변동성에 대한 분석에서 연령 및 교대근무 기간의 교호작용(interaction) 변수가 유의하여 이를 모형에 포함하였으며, 수면유형은 통계학적 모형의 적합성이 이유로 제외하였다.

결 과

1. 연구대상자의 특징(Table 1)

연구대상자들의 교대근무를 한 총 기간은 평균 1877.15일(약 5.14년)이었으며, 최소 163일(5.43개월)에서 최고 10년까지의 분포를 보였다. 60 % 가량이 기혼이었으며, 과거에 질병을 진단받은 경우는 총 16명이었는데, 질병의 유형에는 고혈압이 3명, 천식 및 비염이 2명, 십이지장 궤양이 2명이었고, 결핵, 신장질환, 고지혈증, 장염, 만성피로, 위염, 급성 부고환염, 요로결석 전립선염, 골수염이 각각 1명씩이었다. 이들 과거 질병자들은 분석대상에서 제외하였다.

흡연상태는 77.9 %의 근로자가 현재도 흡연을 하고 있었다. 음주도 60 %이상의 근로자가 보통 이상

의 과음을 하는 것으로 나타났다. 수면유형에서 극단적인 아침형 혹은 극단적인 저녁형에 속하는 사람은 없었고, 70.9 %가 어느 유형에도 들지 않는 유형이었고, 아침형으로 구분될 수 있는 사람은 20.4 %, 저녁형으로 구분될 수 있는 사람은 8.7 %이었다.

직무스트레스의 점수를 4개의 군으로 나누어 보았을 때, 수동적 집단(passive)에 속하는 사람이 가장 많아 50.6 %를 차지하였고, 고긴장 집단(high strain)이 20 %, 저긴장 집단(low strain)이 15.6 %, 능동적 집단(active)이 13.8 %를 차지하였다.

2. 교대근무별 혈압 및 심박수 변동성-일주기 리듬 (Table 2)

혈압은 수축기 및 이완기 혈압 모두에서, 아침반이 가장 높고, 오후반-밤반의 순이었다. 심박수 변동성 지표에서, 주로 교감신경의 활동성을 반영하는 것으

Table 1. General characteristics of study subjects

Variables		
Total no. of workers		134
Age(year)	Mean(Range)	29.09(25~44)
Shift work duration(day)	Mean(Range)	1877.15(163~3650)
		No(%)
Marital status	Non-married	56(41.8)
	Married	77(57.5)
	Bereaved	1(0.7)
Past medical history	No	106(86.9)
	Yes	16(13.1)
Smoking	Non-smoker.	18(13.7)
	Ex-smoker	11(8.4)
	Current-smoker	102(77.9)
Drinking	Never-drinker	7(5.4)
	A little	40(31.0)
	Moderate	54(41.9)
	Heavy-drinker	28(21.7)
Morningness-eveningness	Definitely morning type	0(0)
	Moderately morning type	59(20.4)
	Neither type	105(70.9)
	Moderately evening type	25(8.7)
	Definitely evening type	0(0)
Job stress group	Low strain	25(15.6)
	Passive	81(50.6)
	Active	22(13.8)
	High strain	32(20.0)

Table 2. Blood pressure and heart rate variability by shift

Outcome	Least square mean (S.E)			P-value ¹⁾
	1(morning)	2(afternoon)	3(night)	
Blood pressure				
Systolic	130.00(1.43)**†	126.81(1.38)*	125.76(1.41)†	0.0131
Diastolic	77.94(1.21)	77.61(1.16)	76.33(1.18)	0.4455
Heart rate variability				
ln(LF power)	9.21(0.10)	9.01(0.10)†	9.29(0.10)†	0.1261
ln(HF power)	6.95(0.11)*	6.59(0.11)**	7.00(0.11)†	0.0215

1) p-value on the fixed effect of the shift by repeated measured data analysis with mixed model.

*, †, ‡, : statistically significant by pairwise comparison.

Table 3. Effects of shift work duration on blood pressure and heart rate variability

Outcome		Parameter estimate of shift work duration ¹⁾	P-value*
Blood Pressure	Systolic	0.1443	0.1042
	Diastolic	0.2560	0.0044
Heart rate variability	Ln(LF)	-0.0146	0.0296
	Ln(HF)	-0.0131	0.0964

1) The unit of shift work duration is the month.

* p<0.05 by repeated measured data analysis with mixed model solution including the variable of shift to adjusting the variation of daily circadian rhythm.

로 되어 있는 저주파 영역 및 부교감 신경의 활동성을 반영하는 고주파의 spectral power는 모두 밤반-아침반-오후반 순으로 높았다.

3. 교대근무기간과 혈압 및 심박수 변동성

먼저, 혈압과 교대근무기간과의 관련성을 보기 위한 혼합모형 회귀분석에서는, 일주기리듬을 보정하기 위해 교대근무대(shift)를 반복 변수로 넣어 보정하였는데, 수축기 혈압에서 교대근무기간이 증가함에 따라 혈압이 증가하는 양상을 보였으나, 통계적으로 유의하진 않았다. 이완기 혈압은 통계적으로 유의한 증가양상을 보였다(Table 3). Table 4에서와 같이 다른 잠재적 위험인자들을 모형에 넣어 보정한 분석에서도 유사한 양상을 보였으며, 수축기 및 이완기 혈압 모두에서 통계적으로 유의한 증가 양상을 보였다.

심박수 변동성에 대해서는 교감신경의 활동성을 반영하는 저주파 영역에서 교대근무기간이 증가함에 따라 통계적으로 유의한 감소를 보였고, 부교감신경의 활동성을 반영하는 고주파 영역에서는 경계적 유의성

을 보였다(Table 3). 심박수 변동성에서는 혈압에서와는 달리 연령과 교대근무기간의 교호작용이 유의하였다(Table 5). 31세 이상의 근로자들은 30세 이하의 근로자에 비하여 심박수 변동성의 감소폭이 현저하게 더 컸고, 이는 저주파 영역 및 고주파 영역 모두에서 그러하였다(Fig. 1).

4. 혈압 및 심박수 변동성에 대한 위험 인자

먼저 혈압에 영향을 미치는 다른 변수들의 영향을 보기 위하여 기존의 알려진 여러 위험인자들을 포함한 다변량 분석의 결과에서는, 연령의 경우 이완기 혈압에서는 연령증가에 따라 혈압이 증가하는 경향을 보였으나, 수축기 혈압에서는 오히려 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 직무 스트레스는 수축기 혈압이 고긴장 집단(high strain) 및 능동적 집단(active)에서 수동적 집단(passive)에 비하여 증가하는 경향이 있었으나 통계적인 유의성은 없었다. 이완기 혈압은 고긴장 집단 및 능동적 집단이 수동적 집단 및 저긴장 집단에 비하여 혈압이 오히려 더 낮은 경향을 보였다.

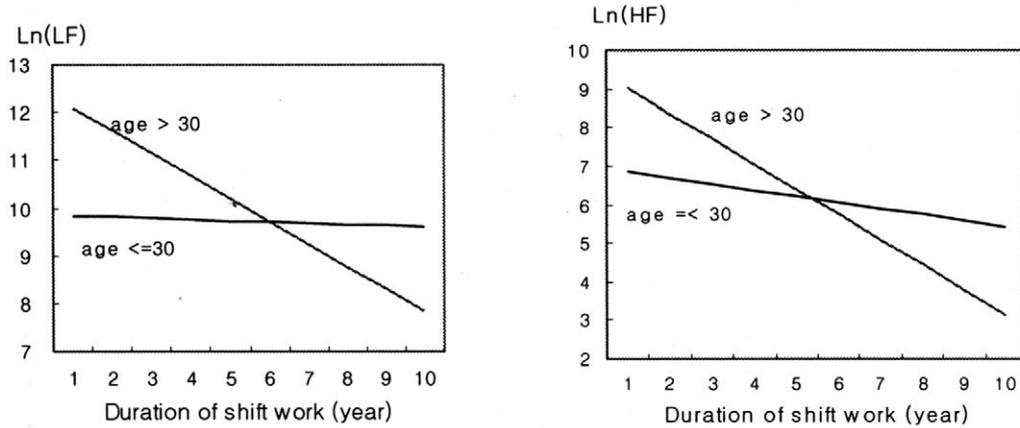


Fig. 1. Interaction effect of age and shift work duration on heart rate variability. In subgroup of age 30, the regression equations were $\text{Ln(LF)}=9.8456-0.0022 \times \text{Duration}+\text{Covariates}$ and $\text{Ln(HF)}=6.8559-0.0394 \times \text{Duration}+\text{Covariates}$ and $\text{Ln(HF)}=9.0192-0.0545 \times \text{Duration}+\text{Covariates}$. All parameter of duration(of shift work) were statistically significant.

Table 4. Blood pressure and related risk factors in shift workers¹⁾

Variables		Parameter estimates	
		Systolic BP	Diastolic BP
Age(year)	≥30	-	-
	≤31	-5.0290+	1.9898
Shift work duration(month)		0.1602*	0.2096*
Job stress	Passive	-	-
	Low strain	0.2330	4.3699*
	High strain	0.8846	-1.0755
	Active	3.1323	-1.0209
Smoking	Never smoker	-	-
	Ex-smoker	-9.2945*	-3.2541
	Current smoker	-5.4736*	-2.9822
Morningness-eveningness	Morning type	-	-
	Neither type	-4.1383	-
	Evening type	-9.7556*	-
Shift	Night	-	-
	Day	1.5185	0.4492
	Morning	5.8497*	0.9510

* $p < 0.05$ by repeated measured data analysis with mixed model solutions.

+ $p < 0.10$.

1) The including variables were shift, shiftwork duration, age, smoking, job stress and sleep type. In the analysis of the diastolic pressure, the sleep type was not included for the fitness of the model

Table 5. Heart rate variability and related risk factors in shift workers¹⁾

Variables	Parameter estimates		
	Ln(LF)	Ln(HF)	
Age	≥30	-	
	≤31	2.2481*	
Shift work duration(month)	-0.0022*	-0.0132+	
Shiftwork duration *age	≥age 30	-	
	≤age 31	-0.0372*	-0.0413*
Job stress	Passive	-	
	Low strain	-0.0602	-0.2926
	Hight strain	0.4873*	0.0491
	Active	-0.0706	-0.0001
Smoking	Never smoker	-	
	Ex-smoker	-0.3011	-0.0506
	Current smoker	-0.7915*	-0.5848*
Shift	Night	-	
	Day	-0.2272	-0.3250+
	Morning	-0.0535	-0.0613

* p < 0.05 by repeated measured data analysis with mixed model solutions. + p < 0.10.

1) The including variables were shift, shift work duration, age, smoking, job stress and the interaction term of age and shift work duration.

흡연의 경우 비흡연자에 비하여 과거흡연자가 혈압이 더 낮고, 현재도 흡연하는 사람은 이보다 더욱 낮았으며, 수축기 혈압에서는 통계적인 유의성을 보였다. 수면유형의 경우, 아침형은 저녁형에 비하여 수축기 혈압이 통계적으로 유의하게 높았다(Table 4).

심박수 변동성에서는 고긴장 집단에서 저주파의 변동성(교감신경의 활동성)이 유의하게 증가하는 특징적인 현상을 나타내었다. 흡연의 경우 비흡연자에 비하여 과거흡연자 및 현재흡연자로 갈수록 저주파 및 고주파 영역의 변동성이 감소하였는데, 현재흡연자에서는 통계적으로도 유의하였다(Table 5).

고 찰

혈압은 수축기 및 이완기 혈압 모두에서, 아침반이 가장 높고, 오후반-밤반의 순이었다. 이것은 정상적인 혈압의 일주기 리듬을 반영하는 것으로 보인다(윤인영, 1999). 밤근무 작업자에 대해서는 아침 6시-8시경에 혈압을 측정하였고, 아침 근무 작업자는 낮 2시~4시경에, 오후 근무 작업자는 밤 9시~12시경에 혈

압을 측정하였는데, 정상적인 인체 혈압의 일주기 리듬은 아침 5~7시 사이에 가장 낮으며, 낮에 가장 높고, 오후가 되면서 떨어지다가 아침 7시 이후에 다시 높아지는 cosine 곡선을 그리게 되는데, 본 연구에서 측정된 혈압은 이와 일치하는 소견이라 할 수 있다. 이러한 생체에 내재적인 일주기 리듬의 효과를 배제하고(혹은 통제하고)나서, 교대근무로 인한 혈압의 변화를 보기 위해서는 혈압의 연속적인 측정에 관한 자료를 이용하여, 정상적인 주간근무만을 할 경우의 연속적인 혈압과 비교를 하는 것으로써 정확하게 평가할 수가 있다. 본 연구에서는 반복 측정 자료에 적용하는 혼합 모형을 이용한 다변량 분석으로 이러한 시간대별 변화(shift)-일주기 리듬의 효과를 통제하고자 하였다. 이러한 혼합 모형을 이용하여, 일주거리듬의 효과 및 혈압에 영향을 미치는 기타의 교란변수들, 즉 연령, 수면유형 및 직무스트레스를 모두 보정한 다변량 분석의 결과, 교대근무기간이 증가할수록 수축기 및 이완기 혈압이 유의하게 증가하였다. 이는 교대근무기간이 길어질수록 즉, 교대근무의 만성적인 건강영향 중의 하나로서, 혈압의 상승이 발생한다는 것

을 말하는 것이다. 이는 교대근무가 관상동맥성 질환을 발생시키는 위험요인이라는 기존의 보고(Tenkanen et al., 1997)와 함께, 교대근무가 순환기능에 만성적인 영향을 미친다는 견해를 지지하는 소견으로 볼 수 있다. 그러나 본 연구대상자에서 연령과 교대근무기간 사이에 유의한 교호작용은 없었는데, 이는 본 연구 대상자 연령의 분포가 대부분 25세에서 35세 사이로 비교적 젊은 연령폭을 가지고 있어, 연령 증가에 따른 혈압의 상승효과가 뚜렷하게 나타나지 않은 것에서 비롯된 것으로 보인다.

심박수변동성은 심박수의 변화를 power 스펙트럼 분석(spectrum analysis)함으로써 심혈관계의 조절에 관여하는 교감신경계, 부교감신경계, renin-angiotensin계 등을 양적으로, 비관혈적(noninvasive)으로 분석하는 방법이다(Akselord et al., 1981). power spectrum은 주파수에 따라 4가지 영역으로 구분된다. 0.15~0.4 Hz의 고주파영역(High frequency, HF)은 기본적으로 호흡운동을 반영하며 부교감신경계와 연관되고 0.04~0.15 Hz의 저주파영역(Low frequency, LF)은 압력수용체(baroreceptor)의 변동에 영향을 받고 교감신경계와 연관된다. 따라서 LF/HF는 교감신경계와 부교감신경계의 균형상태(sympathovagal balance)를 반영하는 것으로 생각된다(Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996; Stein et al., 1994). 이러한 심박수 변동성은 심근경색이 있었던 환자에서 돌연사를 예측하는 유의한 지표로 알려져 있다. 즉, 급성 심근 경색증에서 교감신경의 활동성이 증가하고 미주신경의 활동성이 감소한다든지, 교감 및 미주신경의 활동성 모두가 감소하는 경우에 특히 심박수 변화지수의 감소가 클수록 사망률이 증가한다고 보고하였다(Kleiger et al., 1987; Martin et al., 1987; 이호순 등, 1997). 본 연구 결과에서 저주파 영역 및 고주파의 spectral power 모두 밤반-아침반-오후반 순으로 높았다. 일반적으로는 부교감신경의 활동도가 밤에 가장 높고, 교감신경의 활동도는 새벽(아침)에 가장 높은 것으로 되어 있는데, 본 연구에서 조사시간대가 밤근무반의 경우 새벽시간이므로, 이 심박수 변동성(교감신경) 역시 인체의 일주기 리듬을 반영한 것으로 보인다. 이러한 일주기 리듬을 교대근무대(shift)의 변수로서 보정한 후에

심박수 변동성은 교대근무기간이 증가할수록 교감 신경 및 부교감 신경의 활동성이 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 혈압에서와는 달리 심박수 변동성에 대해서는 연령과 교대근무기간 사이에 유의한 교호작용(interaction)이 존재하였다. 본 연구 대상자의 연령을 30세를 전후로 나누었을 때 30세 이하의 근로자에 비하여 31세 이상의 근로자들에서는 심박수 변동성의 감소폭은 현저히 더 커서, 교대근무기간과 연령이 심박수변동성의 감소에 상승적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있었다.

한편 기존의 많은 연구들에서 순환하는 교대근무를 하는 근로자들에서 심장질환의 발생율이 높음을 보고하고 있다(Angersbach et al., 1980; Taylor and pocock, 1972; Kolloacer, 1983; Alfredsson et al., 1982; Knutsson et al., 1986). 교대근무 근로자에서 심혈관계에 미치는 영향에 대한 해석은 크게 3가지로 분류될 수 있는데, 그 첫째는 일주기 리듬(circadian rhythm)이 교란되고 이에 따라 심장 박동과 혈압, 그리고 교감신경계통(sympathoadrenomedullary system)의 일주기 리듬이 교란되는 것에서 설명하는 것이다. 둘째는 순환하는 교대근무 근로자들은 순환하지 않는 근무자들에 비하여 심리적인 업무부하량이 많고 업무재량도가 더 낮으면서 오는 심리적 스트레스 요인으로 설명하는 것이다. 세 번째는, 교대근무자들의 생활습관이 영향을 받는 것에서 설명하는 것인데, 즉, 흡연량이 늘고, 섭취하는 음식의 특성 등에서 그 이유를 찾는 것이다. 두 번째 해석의 경우, 교대근무 작업자는 보통 과중한 업무를 하고 있다고 느끼며, 스트레스를 더 많이 받고, 업무에 대한 권한이 적고, 낮근무 작업자에 비하여 교육수준이 낮은 경우가 흔하므로, 이러한 가설을 타당성 있는 것처럼 보이게 한다. 그러나 최근에 이루어진 보고에 따르면(Tenkanen et al., 1997) 스트레스나 스트레인(strain)이라기보다는 교대근무 자체가 독립적으로 심혈관계의 위험도에 영향을 미친다고 하였다. 세 번째 해석 중 하나는, 교대근무 작업자가 먹는 음식의 유형과 관련짓는 것인데, 이것은 생리적 일주기 리듬에 따라서 섭취한 음식물의 대사반응이 영향을 받을 것이라는 생각에서 근거한 것이지만, 아직 설득력 있는 증거를 얻지는 못했다(Lennernas M, et al., 1995). 또 흡연의 경우, 심혈관계 질환 발생율의 증가를 보고하는 대부분의 연구에서 흡연의 효과를 보

정하고 있다.

본 연구의 결과는, 이러한 교대근무가 심혈관계 질환을 유발하는 기전과 관련하여서, 생체의 일주기 리듬의 위상 이동에 따른 혈압 및 자율신경계의 미치는 영향에 의한 해석을 지지하는 소견으로 생각될 수 있다. 또한 기존에 제기되었던 심혈관계 기능에 영향을 미치는 다른 주요한 교란변수들, 즉 직무스트레스와 흡연, 연령 등을 보정한 이후에도 교대근무기간이 유의한 위험인자로 분석된 것은, 두 번째와 세 번째의 설명기전을 배제할 수 있는 근거로 생각될 수 있다. 즉, 본 연구의 결과는 교대근무 자체가 심혈관계 질환에 대한 독자적인 위험인자임을 보여주고 있다. 이러한 교대근무가 초래하는 일주기 리듬의 교란 및 인체의 교감신경계통의 교란과 관련되어 심혈관계 기능에 영향을 미친다는 해석에 대하여는 향후 생체의 일주기 리듬의 위상이동에 대한 보다 정밀한 측정과 더불어 순환하는 교대근무와 비교대 근무간 비교연구를 통해 규명되어야 할 것이다.

요 약

목적 : 교대근무가 심혈관계에 미치는 만성적인 영향을 살펴보기 위하여 본 연구를 수행하였다.

방법 : 4조 3교대의 빠른 순환주기의 교대근무를 하는 1개 제조업체 남성근로자 134명을 대상으로 교대근무마다 혈압 및 심박수 변동성을 측정하였다. 교란변수로서 Karasek의 직무긴장도 모델에 의거한 49항목의 직무스트레스설문지를 이용하여 직무스트레스를 측정하였고, 수면유형과 흡연, 음주력 및 과거병력 등의 사항에 관한 설문조사를 실시하였다. 반복측정 자료의 분석을 위해 mixed model을 이용한 다변량 회귀분석을 수행하여, 교대근무기간과 혈압 및 심박수 변동성과의 관련성을 살펴보았다.

결과 : 대상 근로자의 평균연령은 29 세였다(범위 25~44). 이들 중 77.9 % 는 현재도 흡연을 하고 있었고, 50 % 는 직무긴장도 모형에서 수동형이었다. 평균 총 교대근무기간은 5.21 년(범위 5.4 개월~10년)이었다. 수면유형검사에서는, 극단적인 아침형이나 극단적인 저녁형은 없었다. 연령, 직무스트레스, 수면유형 및 흡연을 보정한 다변량 분석에서, 혈압은 총 교대근무기간이 증가함에 따라 통계학적으로 유의하게 증가하는 소견을 보였다(p<0.05). 심박수 변동

성은 저주파 및 고주파 영역 모두에서 총 교대근무기간이 증가함에 따라 유의한 감소양상을 나타냈다(p<0.05).

결론 : 본 연구의 결과는 교대근무가 혈압을 상승시키고 심박수 변동성을 감소시키는 것으로써 심혈관계 기능에 영향을 미침을 보여주었다.

감사의 글

본 연구가 가능하도록 협조해 주신 (주)한국피앤지 건강관리실 박용선 간호사와 Simon Martin 공장장, 임직원 여러분께 진심으로 감사드립니다. 또한 심박수 변동성 조사에 많은 도움을 주신 서울대학교 보건대학원 산업보건학교실의 전형준 선생님과 김상섭 선생님께 감사드립니다.

참고문헌

박정선, 백도명, 이기범, 이경용, 이관형. 우리나라 제조업체의 교대근무실태와 교대근무에 따른 상병결근 및 이직에 관한 연구. 예방의학회지 1994;27(3):475-486.

윤진상, 국승희, 신일선, 신만식, 최영, 이무석, 이형영 (1994): 아침형과 저녁형 사람에서 야간의 졸리움, 수행 및 체온의 비교. 수면정신생리 1994;1(1):47-59.

윤인영. 근무시간대가 빠르게 변하는 형태의 야간교대근무 일정 적응향상에 관여하는 항상성 요인과 일중 주기 요인의 적응효과에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문 1999.

윤인영. 생체시계. 생체 rhythm. 대한의사협회지 1999; 24(7):673-680

이호순, 최용석, 한성우, 박우정, 두영철, 오동진, 유구형, 이영. 급성 심근경색증에서 심박수변화지수에 관한 연구. 순환기 1997;27(11):1160-1168.

Akselord S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science 1981;213:220-222.

Alfredsson L, Karasek R, Theorell T. Myocardial infarction risk and psychosocial work environment: An analysis of the male Swedish working force. Soc Sci Med 1982;16:463-467.

Angersbach D, Knauth P, Loskant H, Karvonen M, Undeustch K, et al. A retrospective cohort study comparing complaints and disease in day and shift workers. Int Arch Occup Environ

- Health 1980;45:127-140.
- Harma MI, Ilmarinen J, Knauth P, Rutenfranz J, Hanninen O. Physical training intervention in female shift workers. I. The effects of intervention on fitness, fatigue, sleep, and psychosomatic symptoms. *Ergonomics* 1988;31:39-50.
- Harma MI, Ilmarinen J, Knauth P, Rutenfranz J, Hanninen O. Physical training intervention in female shift workers. II. The effects of intervention on the circadian rhythms on alertness, short-term memory, and body temperature. *Ergonomics* 1988;31:51-63.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996;93:1043-1065.
- Heneke K, Tiedemann S, Nachreiner F, Grzech-Sukalo H. Accident risk as a function of hour at work and time of day as determined from accident data and exposure models for the German working population. *Scand J Work Environ Health* 1998; 24 suppl 3:43-48.
- Horne JA, sbberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol* 1976;4:97-110.
- Karasek R, Brisson C, Kawakami N, Houtman I, Bongers P, Amick B. The Job Content Questionnaire(JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *J Occup Health Psychol* 1998;3:322-355.
- Karasek R, Theorell T. *Healthy work*. New York, NY: Basic Books, 1990.
- Karasek R. *Job Content Questionnaire and User's Guide*. University of Massachusetts at Lowell, Lowell. 1985.
- Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT, Moss AJ and The multicenter post-infarction research group. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1987;59:256-262.
- Knutsson A, Akerstedt T, Jonsson B, Orth-gomer K. Increased risk of ischemic heart disease in shift workers. *Lancet* 1986;8498:89-92.
- Kolloaer M. Health risk related to shift work. *Int Arch Occup Environ Health* 1983;53:59-75.
- Martin GJ, Magid NM, Myers G, Barnett PS, Schaad JW et al. Heart rate variability and sudden death secondary to coronary artery disease during ambulatory monitoring. *Am J Cardiol* 1987;60:86-89.
- McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. *Manual for the profile of mood states*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service, 1971
- Monk TH. Shift work : in *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 2nd ed, by Kryger MH, Roth T, Dement WC. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 2000 pp471-476.
- Steenland K and Fine L. Shift work, shift change, and risk of death from heart disease at work. *Am J Indust Med* 1996;29:278-281.
- Stein PK, Bosner MS, Kleiger RE, Conger BM. Heart rate variability: A measure of cardiac autonomic tone. *Am Heart J* 1994;127:1376-1381
- Taylor P, Pocock S. Mortality of shift and day workers. *Br J Ind Med* 1972;29:201-207.
- Tenkane L, Sjoblom T, Kalino T, alikoski T, Harma M. Shift work, occupation and coronary heart disease over a 6-years of follow up in the Helsinki Heart Study. *Scand J Work Environ Health* 1997; 23(4):257-65.