대한산업의학회지 제 16 권 제 1 호 (2004년 3월)
Korean J Occup Environ Med, 2003;16(1):70-81

직무스트레스, 심박동수 변이 및 대사증후군

연세대학교 원주의과대학 예방의학교실 및 직업의학연구소, 대우의료재단 대우병원 산업의학과[1], 인제대학교 서울백병원 신경정신과[2], 산재의료관리원 태백병원 산업의학과[3]

장세진 · 고상백 · 최홍열[1] · 우종민[2] · 차봉석 · 박종구 · 천용희[3] · 정호근[1]

— **Abstract** —

Job Stress, Heart Rate Variability and Metabolic Syndrome

Sei Jin Chang, Sang Baek Koh, Hong Ryul Choi[1], Jong Min Woo[2],
Bong Suk Cha, Jong Ku Park, Yong Hee Chen[3], Ho Keun Chung[1]

Department of Preventive Medicine and Institute of Occupational Medicine, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Department of Occupational Medicine, Daewoo Hospital[1], Department of Neuropsychiatry, Inje University Seoul Paik Hospital[2], Department of Occupational Medicine, Taebaek Choongang Hospital[3]

Objective: A growing body of literature has documented that job stress is associated with the development of cardiovascular disease. Nevertheless, the pathophysiological mechanism of this association remains unclear. Therefore, we tried to elucidate the relationship between job stress, heart rate variability and metabolic syndrome.

Method: The study design was cross-sectional, and 169 industrial workers were recruited. A structured-questionnaire was used to assess the general characteristics and job characteristics (work demand, decision latitude). Heart rate variability (HRV) was recorded using SA-2000 (medi-core). HRV was assessed by time-domain and by frequency-domain analyses. Time domain analysis was performed for SDNN (Standard Deviation of NN interval), and spectral analysis for low-frequency (LF), high-frequency (HF) and total frequency power. Metabolic syndrome was defined on the basis of clustering of risk factors, when three or more of the following cardiovascular risk factors were included in the fifth quintile: glucose, systolic blood pressure, HDL-cholesterol (bottom quintile), triglyceride and waist-hip ratio.

Results: The results showed that job characteristics were not associated with cardiovascular risk factors. The high strain group had a less favorable cardiovascular risk profile with higher levels of blood pressure, glucose, homocysteine, and clotting factor than the lower strain group (low strain+passive+active group), but the difference was not statistically significant. The SDNN of HRV was significantly lower in the high strain group than in the low strain group. The prevalence of metabolic syndrome in the low strain, passive, active and high strain groups was 9.7%, 13.9%, 14.9% and 23.8%, respectively. In the high strain group, the metabolic syndrome was significantly related to a decreased SDNN. However, we could not find a significant association in LF/HF ratio.

Conclusion: This result suggests that decreased HRV does not play a role in the development of disease; however, it can induce cardiovascular abnormalities or dysfunctions related to the onset of heart disease among high risk groups.

Key Words: Stress, Heart rate variability, Metabolic syndrome

<접수일: 2003년 12월 26일, 채택일: 2004년 2월 10일>

교신저자: 고 상 백 (Tel: 033-741-0345) E-mail: kohhj@chol.net

* 이 논문은 2003년도 연세대학교 원주의과대학 직업의학연구소와 한국산업안전공단 산업안전보건연구원 연구비 일부 지원에 의해 수행되었음

서 론

현대사회가 점차 전문화, 다원화되어감에 따라, 한 사회성원으로서 개인들은 예전과는 다른 사회적, 문화적, 경제적, 심리적 변화에 직면하게 되었으며, 생활양식 및 인간관계의 변화는 인간의 건강수준과 제반 보건문제들의 변화를 초래하였다. 산업사회에서 인간이 경험하게 되는 다양한 사건이나 작업조건, 교대근무, 직무과중, 물리적 위험 등과 같은 직무 내재적 요인, 그리고 유기용제, 화학물질, 중금속, 소음, 분진, 진동 등과 같은 작업환경 요인 등으로 인해 발생하게 되는 직무 스트레스가 근로자들의 정신적, 육체적 건강을 위협하고 있다(Thoits, 1983; Cooper와 Davidson, 1987). 새로운 작업조직의 변화, 기계화 및 사무자동화로 인한 근로자의 비인간화, 역할수행의 변화 등으로 인해 누적되는 직무 스트레스는 사고나 상해, 직무만족도 상실, 결근율 증가를 초래하고 있으며, 심혈관계 질환, 근골격계 질환, 암, 정신질환 등과 같은 직업성 질환의 위험인자로 인식되고 있다(Seward, 1990). 이는 근로자 개인에게는 건강에 위해한 위험요인으로, 사업장의 차원에서는 생산성 저하와 같은 경제적 손실의 주요인으로, 그리고 국가적으로는 국민의 삶의 질 향상의 저해 요인으로 작용하고 있다.

이 중 심혈관계 질환은 유병률과 사망률이 높은 질병 중의 하나이며, 스트레스-질병 연구에서 주요한 건강문제로 제기되어 왔다. 스트레스는 심혈관계 질병을 일으키는 방아쇠 역할을 하며(Krantz와 Manuck, 1984; Rozanski 등, 1988), 동맥경화를 진행시키는 위험요인으로 작용한다(Manuck 등, 1986). 특히 직무 스트레스는 심혈관 질환의 발생과 연관성이 높으며(Threorell, 1992), 고긴장집단의 근로자가 심혈관계 질환의 위험요인을 더 많이 가지고 있음이 여러 연구에 의해 보고된 바 있다(Karasek 등, 1988; Ishizaki 등, 1996). 그러나 직무 스트레스와 심혈관계 질환의 발생간의 관련성에 관한 병태생리 기전은 아직도 확실하지 않다.

심혈관계 질환의 발생과 직무 스트레스의 관련성을 볼 때, 작업관련 심혈관계 질환을 예방하기 위해서는 심혈관계 질환의 위험요인을 찾아내고 이를 직무 스트레스와 연관시켜 그 관련성을 분석해 보아야 할 것이다. 이점에 주목하여 여러 연구자가 직무 스트레스와 고혈압, 고지혈, 흡연 등의 전통적인 심혈관계 위험요인과의 관계를 조사하였다(Green과 Johnson, 1990; Piper 등, 1989; Schnell 등, 1992). 최근에 연구 보고에 의하면, 직무 스트레스와 혈장내 응고인자(Factor VII, Factor VIII)간에는 유의한 관련성이 존재함이 보고되었으며(Frimerman 등, 1997; Chang 등, 2002), 혈장내 섬유소원(fibrinogen) 농도, tissue plasminogen activator(t-PA)와 같은 혈액응고와 섬유소 용해(fibrinolysis) 등의 매개변수가 심혈관계 질환과 관련해서 평가되었으며, 직무 스트레스와 유의한 관련성을 보였다(Harlan과 Manolio, 1992; Ishizaki 등, 1996). 또한 동맥내 혈종의 형성에 중요한 역할을 하는 혈장 총 호모시스테인도 심혈관 질환의 독립적인 위험요인으로 보고되고 있으며, 이에 관여하는 기전에 대해서는 혈소판의 손상된 혈관에 응혈, 응집을 촉진시키고, 항응고인자의 작용을 저하시켜 혈관의 동맥경화 및 혈전형성을 촉진하는 것으로 알려져 있다(차봉석 등, 1998; Alfthan 등, 1994; Lolin 등, 1996).

최근 연구 결과에 의하면 앞서 보고된 심혈관계 질환의 위험인자는 스트레스에 기인한 교감신경계의 과반응(overactivity)과도 관련성이 높다. 즉, 심장은 뇌 및 자율신경계의 조절을 받으며, 환경에 의한 스트레스는 뇌의 인식을 통해 자율신경계를 자극함으로써 심혈관계의 반응을 가져오게 된다는 것이다(Wolf, 2000). 이러한 변화를 측정하는 지표 중 하나가 심박동수 변이(HRV; heart rate variability)이다. 심박동수 변이란 이러한 생리적인 심박동수의 변동이 얼마나 잘 나타나는가 하는 변동 정도를 나타내는 것으로 자율신경계의 정상적인 상호작용을 의미한다. 일반적으로 스트레스가 높은 군에서 교감신경계의 과반응에 의해 심박동수 변이가 감소하며, 다른 위험인자와 함께 심장질환의 예측지표로 유의하다고 알려져 있다. 임상적으로는 심근 경색을 경험한 환자에서 심박동수의 정상적인 변이가 감소하는 경우는 사망의 위험도가 증가하는 것으로 알려져 있다(Bosner와 Kleiger, 1995).

또한 직무 스트레스는 수축기혈압, 혈당, 중성지방, 고밀도콜레스테롤, 허리 엉덩이 둘레비 중 세가지 이상이 각 요인의 상위 1/5(고밀도콜레스테롤은

하위 1/5)에 속하는 것으로 정의(Brunner 등, 1997)되는 대사증후군(metabolic syndrome)과 관련성이 높다고 보고되었다. 예를 들면, Gardell 등(1983)은 업무에 의한 스트레스는 대사증후군의 구성성분인 혈압, 혈당, 중성지방 등을 증가시키며, 이들에게서 카테콜아민이 높은 수준을 유지하고 있음을 확인하였다. 이는 교감신경계의 과반응이 심박출양의 증가 등을 유발하며 말초혈관의 저항을 증가시키고, 혈액의 점도를 높일 뿐만 아니라 대사호르몬과 직·간접적으로 관련성이 있는 것으로 보인다(Belkic, 2000). 더구나 최근 정상적인 혈압을 유지하거나 심각한 질병이 없는 근로자가 갑자기 업무 중 심혈관계 질환이 발생하는 경우가 보고되고 있어, 스트레스가 높은 군에서 여러 위험요인의 분포를 기초로 개념화된 대사증후군과 같은 잠재적 위험군에 대한 심혈관계 질환 발생기전에 대한 접근은 직무스트레스와 심혈관질환간의 관련성을 규명하는데 기여할 수 있을 것으로 보인다.

따라서 직무스트레스 영역에서 심혈관계 질환의 기전을 파악하기 위하여 대사증후군과 자율신경계의 활동을 반영하는 지표인 심박동수 변이와의 상관관계를 파악하는 것은 중요한 의의를 가진다. 이에 이 연구에서는 Karasek의 직업성 긴장 모델에 따라 직무스트레스를 평가하여 심박동수 변이의 차이를 알아보았으며, 직업성 긴장 수준을 대사증후군에 따라 층화하여 심박동수 변이의 관련성을 알아보고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상 및 자료수집방법

이 연구는 영남지역에 위치한 일개 제조업체를 대상으로 2003년 8월 1일부터 10월 30일 까지 종합건강진단에 참여한 40세 이후의 남자 근로자들을 연구대상으로 하였다. 연구대상자는 169명이었고, 검사 전 연구의 취지를 설명하고 동의를 구한 후 구조화된 설문지를 이용하여 사회인구학적 변수, 직업적 특성 등을 조사하였다.

조사대상자는 심박동수 변이 측정을 위해 측정 전날 음주를 하지 않도록 하였고, 검사 당일 검사 30분 전에는 흡연을 하지 않도록 협조를 구하였다. 심박동수 변이 측정은 SA-2000E(medi-core, 2002)를 이용하였고, 참여자를 의자에 앉힌 상태에서 좌측과 우측 손목과 좌측 발목 부분에 각각 전극을 부착시킨 후 안정상태에서 5분간 측정하였다. 혈액검사 및 기타검사는 심박동수 변이를 측정하고, 설문지 응답 후 검사실에서 시행하였다.

2. 변수의 측정

1) 직무 스트레스 (직업성 긴장)

Karasek 등(1988)의 고용 특성에 관한 연구(US Quality of Employment Survey)에서 사용된 직무내용 설문지(Job Content Questionnaire: JCQ)를 우리 나라의 근무 환경에 맞게 번역하여 타당도가 검증된 설문지를 사용하였다(장세진 등, 2001). 직무 요구도는 5개 문항, 직무자율성은 의사결정 권한(decision authority)(3문항)과 기량의 활용성(skill discretion)(6문항)의 9개 문항 총 14개의 문항에 대해 '항상 그렇다', '자주 그렇다', '가끔 그렇다', 그리고 '전혀 그렇지 않다'로 4점 척도로 응답하게 하였으며, 각각에 대해 0-1-2-3점을 부여하였고 Karasek 등의 점수 산정 방식에 따라 직무 요구도, 직무 자율성 사회적지지를 산정하였다. 따라서 직무요구도 점수가 높으면 직무에 대한 심리적 부담정도가 높음을 의미하고, 직무자율성 점수가 높으면 직무에 대한 의사결정의 권한이 높고 자신의 기량 활용성이 높음을 의미한다.

2) 심박동수 변이

이 연구에서는 심박동수 변이를 크게 시간 영역과 주파수 영역으로 나누어 분석하였다.

(1) 시간 영역 분석 (Time domain analysis)
- ① SDNN (Standard Deviation of NN interval); 전체 RR 간격의 표준편차이다.
- ② RMSSD (the square Root of the Mean Squared Differences of successive NN interval); 인접한 RR간격의 차이를 제곱한 값의 평균 제곱근

(2) 주파수 영역 분석 (Frequency domain analysis)

HRV 신호는 고주파 성분(High Frequency

component, 이하 HF 성분), 저주파 성분(Low Frequency component, 이하 LF 성분), 초저주파 성분(Very Low Frequency, 이하 VLF 성분)이 일반적으로 세 가지 주기 성분이 있으며(Fig.2), 이 연구에서는 로그치환하여 활용하였다. 또한 VLF, LF, HF을 포함한 전체 대역 성분으로서 전체 심박수변동성을 알 수 있는 TP (total power)도 분석에 이용하였다. 5분 분석의 경우, 시간적 한계를 보정하기 위해 Normalized LF 와 normalized HF, LF / HF ratio 등을 구하였다.

3) 대사증후군 (metabolic syndrom)

과거 전통적인 연구에서는 심혈관계 위험인자를 각각 독립적으로 평가하여 왔다. 그러나 최근 들어 여러 위험요인의 분포를 기초로 재구성하여 정의된 대사증후군이 심혈관계 질환에 대해 설명력이 높다는 연구들이 보고되고 있다(Davey Smith 등, 1996). 이런 맥락에서 이 연구에서도 개별적인 위험인자에 대한 평가보다는 위험요인의 분포를 기초로 재구성한 대사증후군을 평가하였다. 대사증후군이란 Brunner 등(1997)이 제시한 방식대로 수축기 혈압, 혈당, 중성지방, 고밀도(HDL)콜레스테롤, 허리-엉덩이 둘레비 중 3가지 이상이 위험도가 높은 상위 5 분위수에 포함될 경우로 정의하였다.

3. 통계분석

직업적 특성에 따른 심혈관계 위험인자의 차이를 보기 위하여 직무요구도와 직무자율성을 중앙값을 기준으로 높은 집단과 낮은 집단으로 구분하여 t 검정을 시행하였다. 직업성 긴장은 Karasek의 연구모델에 따라 직무요구도가 높고 직무자율성이 낮은 집단을 고긴장집단으로 나머지 저긴장, 수동적, 활동적 집단을 기타 집단으로 구분하여 t 검정을 시행하였다.심박동수 변이를 나타내는 지표들간의 상관관계를 보았으며, 주파수 범위지표들은 양의 방향으로 치우치는 우향왜곡의 비대칭 분포를 보이므로 로그치환을 하여 분석하였다. 직업성긴장 수준에 따른 대사증후군의 분포는 교차비와 95% 신뢰구간을 구하였고, 직업성 긴장 수준을 대사증후군과 같은 잠재적 위험군에 따라 층화하여 분산분석을 이용하여 심박동수 변이를 차이를 알아보았다.

연구결과

1. 연구대상자의 사회 · 인구학적 특성 및 직업적 특성

연구대상자는 모두 40세 이후의 성인 남자근로자

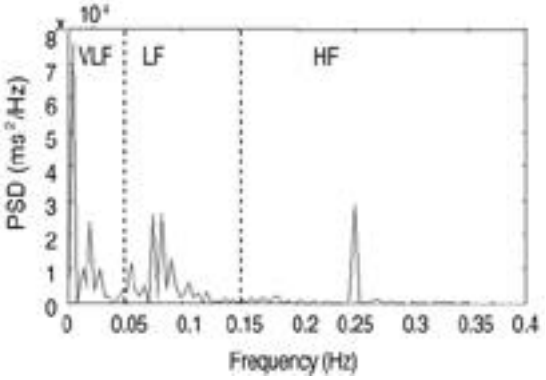

Fig. 2. Power Spectrum of HRV

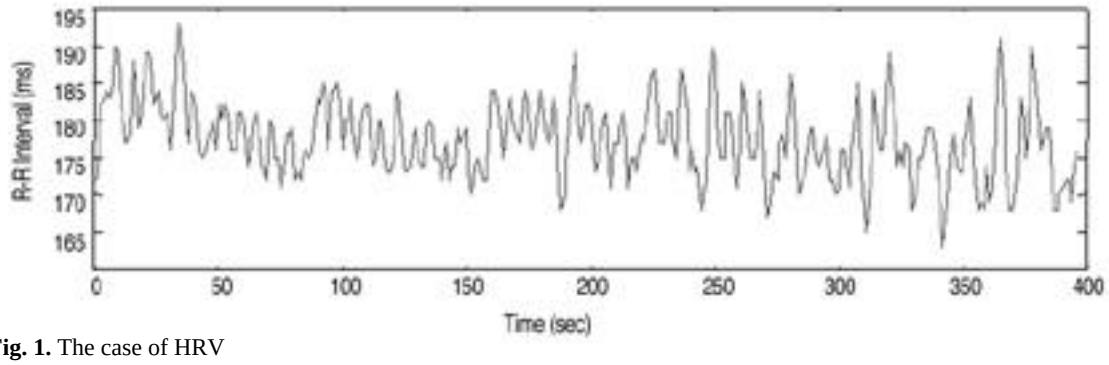

Fig. 1. The case of HRV

로 평균 연령은 46.7세였고, 연령분포는 40~44세가 26.9%, 45~49세가 50.3%, 50~54세가 19.2%, 55세 이상이 3.6%였다. 학력은 중졸이 17.1%, 고졸이 61.0%, 대졸이 21.9%였다. 직종은 127명(67.2%)이 생산직 근로자였고, 이중 직장 6명, 반장 19명, 조장 9명이었으며, 나머지는 현장 사원이었다. 41명(21.7%)은 사무직 근로자였으며, 이중 부·차장이 29명, 과장 11명, 대리 2명이었다.

연구대상자의 직업적 특성은 설문조사결과 직무요구도의 경우 높은 집단이 57.1%, 직무자율성이 낮은 집단이 50.9% 이었다. 직업성긴장 수준에 따라 저긴장집단, 수동적집단, 활동적집단, 고긴장집단은 각각 32명(19.2%), 50명(29.9%), 39명(29.4%), 46명(27.5%)이었다(Table 1).

2. 심박동수 변이 지표간의 상관성

일반적으로 심박동수 변이를 분석할 경우 시간 영역 분석과 주파수 영역 분석은 상관관계가 매우 좋으므로 어느 방법을 사용해도 결과 분석에는 별 문제가 없는 것으로 알려져 있다. 이 연구에서도 시간영역 분석지표간의 SDNN과 RMSSD간의 상관성은 매우 높았다. 주파수 영역분석 지표에서 TP (total power)는 VLF, LF, HF을 포함한 전체 대역 성분으로서 전체 심박수변동성을 알 수 있는데 이 또한 SDNN과 상관성이 높았다. 한편 5분 분석의 경우, 시간적 한계를 보정하기 위해 Normalized LF 와 normalized HF, LF / HF ratio 등을 구하는데 교감신경계의 활성도를 반영하는 Normalized LF와, LF / HF 비는 SDNN과 음의 상관관계를 보였다(Table 2).

Table 1. General characteristics and job characteristics of study subjects

Variables	Number	%
Age(year)		
40~44	45	26.9
45~49	84	50.3
50~54	32	19.2
≥55	6	3.6
Occupation		
Field worker	127	67.2
Office worker	41	21.7
Job demand		
Low	72	42.9
High	96	57.1
Decision latitude		
Low	85	50.9
High	82	49.1
Social support		
Low	70	41.9
High	97	58.1
Job strain		
Low strain group	32	19.2
Passive group	50	29.9
Active group	39	23.4
High strain group	46	27.5

3. 직업성 긴장수준과 심혈관계 위험인자

직업성 긴장수준에 따른 위험인자의 분포는 다른 집단에 비해 고긴장집단이 혈당, 호모시스테인, 혈액응고인자, 혈압 등이 높았으나 통계적으로 유의하지 않았고, 이완기 혈압은 고긴장집단이 가장 높았으며 경계적으로 유의한 차이를 보였다. 심박동수 변이는 고긴장 집단에서 SDNN이 유의한 감소를 보였고, 주파수 영역의 분석지표는 감소하였으나 유의하지 않았다. 교감신경 활동의 지표인 LF/HF 비가 고긴장집단에서 증가하였으나 유의하지는 않았다(Table 3).

4. 직업적 특성과 대사증후군

직무요구도의 경우 대사증후군은 낮은 집단(11.8%)에 비해 높은 집단(19.4%)에서 높았으나, 유의하지 않았다(OR; 1.77, 95% CI; 0.72-4.38). 직무자율성의 경우 낮은 집단(19.2%)에 비해 높은 집단(12.8%)에서 낮았으나, 유의하지 않았다(OR; 0.62, 95% CI; 0.26-1.48). 직업성긴장수준의 경우 대사증후군은 저긴장, 수동적, 활동적 및 고긴장집단이 각각 9.7%, 13.9%, 14.9%, 23.8%로 고긴장집단의 경우 저긴장집단에 비해 높았으나 유의한 차이는 발견되지 않았다(OR; 2.92, 95% CI; 0.73-11.67)(Table 4).

5. 직업성 긴장수준, 대사증후군 및 심박동수 변이 지표

잠재적인 대사증후군이 있는 집단에서 심박동수 변이는 시간분석영역 지표인 SDNN이 감소하는 경향을 보였으며, total power와 저주파, 고주파 영역이 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. LF/HF 비는 잠재적인 대사증후군에서 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5).

직업성 긴장 수준을 대사증후군 여부로 층화하여 심박동수 변이의 차이를 알아보았다. 그 결과 저긴장집단 정상군에 비해 고긴장집단 대사증후군이 있는 위험군에서 심박동수 변이 SDNN이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 주파수 분석영역 지표에서는 LF/HF 비가 높아 자율신경계가 과반응 양상을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 6).

Table 2. Correlation coefficients among the time and frequency domain of heart rate variability

	SDNN*	RMSSD	TP	VLF	LF	HF	LFNorm	HFNorm	LF/HF	log(Tp)	log(Vlf)	log(Lf)
RMSSD†	0.74*											
TP‡	0.85*	0.60*										
VLF§	0.70*	0.34*	0.89*									
LF‖	0.67*	0.47*	0.78*	0.48*								
HF¶	0.71*	0.86*	0.67*	0.35*	0.54*							
LFNorm**	0.13	0.50*	0.01	0.04	0.29*	0.45*						
HFNorm††	0.13	0.50*	0.01	0.04	0.29*	0.45*	1.00*					
LF/HF§§	0.12	0.38*	0.01	0.03	0.30*	0.31*	0.76*	0.76*				
log(Tp)‖‖	0.87*	0.58*	0.90*	0.81*	0.71*	0.54*	0.07	0.07	0.06			
log(Vlf)	0.74*	0.38*	0.81*	0.89*	0.48*	0.33*	0.08	0.08	0.01	0.90*		
log(lf)	0.64*	0.44*	0.66*	0.41*	0.87*	0.42*	0.42*	0.42*	0.36*	0.76*	0.49*	
log(Hf)	0.70	0.87*	0.59*	0.34*	0.47*	0.79*	0.58*	0.58*	0.51*	0.61*	0.37*	0.48*

*SDNN; Standard deviation of all NN interval,

†RMSSD; The square roote of the mean of the sum of squares of differences between adjacent, NN intervals

‡TP; Total power, §VLF; Very low frequency, ‖LF; Low frequency, ¶HF; High frequency,

**LF Norm; Normalized low frequency(LF/LF+HF), ††HF Norm; Normalized high frequency(HF/LF+HF),

§§LF/HF; index of cardiac sympathetic activity, ‖‖log; log transformation

Table 3. Mean values of cardiovascular risk factors by job strain

mean (S.D.)

Variables	Job strain		
	Lower strain group*	High strain	p value
Age	46.5 (3.8)	47.2 (4.0)	0.32
Body mass index	23.6 (2.6)	23.7 (2.8)	0.76
Glucose	96.1 (24.7)	99.1 (24.4)	0.49
Hemoglobin	14.8 (0.8)	14.7 (0.9)	0.63
Total cholesterol	186.2 (36.4)	186.7 (33.8)	0.92
HDL cholesterol	49.7 (10.4)	48.0 (10.3)	0.35
LDL cholesterol	112.7 (32.3)	115.7 (32.3)	0.59
Triglyceride	117.7 (72.0)	114.6 (55.8)	0.80
Homocystein	10.8 (5.0)	11.2 (5.5)	0.69
Coagulation factor VII	110.7 (21.8)	110.4 (12.7)	0.93
Coagulation factor VIII	76.0 (25.5)	78.8 (40.1)	0.60
Systolic blood pressure	119.5 (12.7)	123.1 (16.5)	0.15
Diastolic blood pressure	78.9 (8.9)	81.9 (9.3)	0.06
SDNN†	38.4 (11.3)	34.6 (9.5)	0.06
log(Tp‡)	6.9 (0.6)	6.7 (0.5)	0.12
log(Vlf§)	6.3 (0.7)	6.1 (0.7)	0.07
log(Lf‖)	5.6 (0.8)	5.5 (0.7)	0.72
log(Hf¶)	4.9 (0.9)	4.7 (0.7)	0.24
LF/HF ratio**	2.5 (2.9)	2.9 (2.4)	0.63

*Lower strain group; low strain+passive group+Active group

†SDNN; Standard deviation of all NN interval,

‡TP; Total power, §VLF; Very low frequency, ‖LF; Low frequency, ¶HF; High frequency,

**LF/HF; index of cardiac sympathetic activity, log; log transformation

Table 4. Odds ratios and 95% confidence intervals for metabolic syndrome by job strain

Variables	Metabolic syndrome			OR
	No	Yes	p value	(95% C.I.)
Job demand				
Low	60 (88.2)	8 (11.8)	0.21	1.00
High	72 (80.9)	17 (19.4)		1.77 (0.72~ 4.38)
Decision latitute				
Low	63 (80.8)	15 (19.2)	0.27	1.00
High	68 (87.2)	10 (12.8)		0.62 (0.26~ 1.48)
Job strain				
Low strain group	28 (90.3)	3 (9.7)	0.12	1.00
Passive group	31 (86.1)	5 (13.9)		1.51 (0.39~ 6.87)
Active group	40 (85.1)	7 (14.9)		1.63 (0.33~ 6.88)
High strain group	32 (76.2)	10 (23.8)		2.92 (0.73~11.67)

고 찰

직무스트레스가 심혈관질환에 영향을 준다는 점은 여러 연구를 통해 입증되어 왔다. 특히 Karasek의 직업성 긴장모델은 단면조사뿐만 아니라 환자대조군 연구, 코호트 연구에서도 업무 요구도가 높거나 업무 자율도가 낮은 경우 심혈관질환의 위험성이 높음이 보고되었다. 그러나 직무스트레스와 심혈관계 질환간에 연관성이 존재한다고 하더라도, 그 관계를 설명하는 병태생리학적 기전은 아직 불확실하다. 따라서 직무스트레스와 심혈관질환 사이에서 관여하는 일련의 과정을 확인하고 이해해야 하며, 임상적 사건 또는 질병의 발생보다는 임상전기(preclinical stage)에 초점을 맞추어야 한다(Schulte, 1993). 즉, 심혈관계 질환의 위험요인을 조기에 밝혀냄으로써 심혈관 질환 발생 위험군에서 발현될 수 있는 질병을 일차예방 할 수 있다는 것이다. 이에 이 연구에서는 직무스트레스를 대사증후군과 심박동수 변이에 초점을 두어 조사하고 평가하였다.

그 동안 심장의 자율신경계 반응의 변화와 심혈관계질환 및 심장돌연사의 관계는 그 기전이 비교적 잘 설명되었고, 심장의 자율신경계 활동을 측정할

Table 5. Mean values of heart rate variability by metabolic syndrome

mean(S.D.)

Variables	Metabolic syndrome		
	No	Yes	p value
SDNN*	38.3 (11.0)	33.6 (9.6)	0.08
log(Tp†)	6.9 (0.6)	6.7 (0.5)	0.12
log(Vlf‡)	6.3 (0.7)	6.0 (0.6)	0.06
log(Lf§)	5.6 (0.8)	5.5 (0.5)	0.62
log(Hf‖)	4.9 (0.9)	4.7 (0.8)	0.44
LF/HF ratio¶	2.7 (3.0)	2.9 (2.6)	0.31

*SDNN; Standard deviation of all NN interval,
†TP; Total power, ‡VLF; Very low frequency,
§LF; Low frequency, ‖HF; High frequency,
¶LF/HF; index of cardiac sympathetic activity, log; log transformation

Table 6. Relationships between job strain, metabolic syndrome and heart rate variability

mean (S.D.)

Variables	Lower strain* +Normal	Lower strain +metabolic syndrome	High strain +Normal	High strain +metabolic syndrome	p value
SDNN†	39.6 (11.3)	35.9 (10.2)	35.1 (9.8)	31.1 (8.4)	0.04
log(Tp‡)	7.0 (6.1)	6.8 (0.4)	6.7 (0.6)	6.6 (0.5)	0.09
log(Vlf‡)	6.4 (0.6)	6.1 (0.5)	6.1 (0.6)	5.9 (0.7)	0.04
log(Lf§)	5.6 (0.7)	5.5 (0.6)	5.5 (0.7)	5.5 (0.4)	0.87
log(Hf‖)	4.9 (0.8)	4.9 (0.9)	4.8 (0.8)	4.4 (0.4)	0.45
LF/HF ratio¶	2.4 (3.1)	2.8 (1.6)	2.9 (2.9)	2.9 (0.7)	0.21

*Lower strain group; low strain+passive group+Active group
†SDNN; Standard deviation of all NN interval,
‡TP; Total power, §VLF; Very low frequency, ‖LF; Low frequency, ¶HF; High frequency,
**LF/HF; index of cardiac sympathetic activity, log; log transformationLower strain group;

수 있는 저렴하고 비침습적이며, 정량화가 가능한 방법의 개발에 많은 관심이 기울어져 왔다. 이 중 심박동수 변이가 대표적인 방법이며, 심장리듬의 박동간 변이는 고유한 심박동기의 자율신경계의 조절에 의해 결정된다는 것을 반영한 것이다. 즉, HRV가 낮다는 것은 지나친 교감신경계의 반응 또는 부교감신경계의 저하가 심장에 작용한다는 것을 의미하며, HRV의 저하는 최근에 심근경색이 있었던 환자, 안정적인 관상동맥질환, 울혈성 심부전 환자의 사망률에 대한 독립적인 예측인자이며, 당뇨병, 비만자들의 심혈관계 질환에 관여하는 지표로 알려져 왔다(Kleiger 등, 1987, Rich 등, 1988, Frey 등, 1993).

일반적으로 심박동수 변이는 시간 영역 분석과 주파수 영역 분석의 상관관계가 매우 좋으므로 어느 방법을 사용해도 결과 분석에는 별 문제가 없다. 이 연구에서는 시간영역 분석 지표로 SDNN을 사용하였고, 주파수 범위지표들은 양의 방향으로 꼬리를 가지는 비대칭 분포를 보이므로 로그치환을 하였고 교감신경 활동의 지표인 LF/HF 비(ratio)를 분석에 이용하였다. 분석에 앞서 HRV 각 지표의 상관성을 알아보았다. 시간영역 분석지표인 SDNN과 RMSSD 간의 높은 상관관계를 유지하고 있었고, 특히 RMSSD는 인접한 RR간격의 차이를 제곱한 값의 평균의 제곱근으로 심장에 대한 부교감신경 신경의 활동을 평가하는 지표이며, 교감신경 활동의 지표인 LF/HF 비(ratio)와 반비례를 잘 유지하고 있다. 또한 SDNN은 주파수 영역지표인 total power, HF, LF와도 좋은 상관성을 유지하고 있다. 주파수 영역에서도 교감신경 활동 영역지표와 부교감신경 활동영역 지표간의 반비례 상관성도 발견할 수 있었다. 이러한 결과는 외국의 다른 연구결과와도 일치하는 결과로, 심혈관계 지표로 활용하는데 타당성이 있다고 판단되고 있다(Dishman 등, 2000; Task Force, 1996).

직무 스트레스에 의한 심박동수 변이에 대한 연구보고는 많지 않으나, 대체로 심박동수 변이의 감소를 보고하고 있다. 예를 들면, van Amelsvoort 등(2000)의 연구에 의하면 교대근무자에게서 SDNN이 감소하였고, 고긴장집단이나 고소음에 의한 물리적 환경에 노출된 고위험군에서 교감신경 활동의 지표인 %LF가 증가하였다. Dishman 등(2000)은 건강한 사람들을 대상으로 하여 주관적 스트레스가 심할수록 HRV가 낮으며, 이런 소견은 나이, 성별, 심박수, 심폐의 상태, 혈압, 호흡률 등과 무관하게 나타난다고 하였으며, 또한 많은 스트레스와 피로를 호소하는 환자들 대부분에게서 LF의 감소와 HF의 감소를 보고하였다. Kageyama 등(1998)은 장시간 근무에 의한 직무스트레스는 심박동수 변이를 감소시키고, 교감신경계 활동을 증가시키고 부교감신경계 활동이 감소한다고 하였다. Vrijkotte 등(2000)은 사무직 근로자의 경우 스트레스가 높은 집단에서 부교감신경 상태를 반영하는 심박수 변동지표인 RMSSD가 전반적으로 감소되어 있는 것으로 보고하였다. 이러한 감소는 근무중에 보다 두드러지게 보였으나 근무외 시간에도 감소상태가 완전히 회복되지 않는 것으로 나타났다. 이 연구에서도 직업성 긴장 수준에 따른 심박동수 변이의 경우 고긴장집단에서 감소하는 경향을 보였으며, 교감신경 활동의 지표인 LF/HF 비(ratio)가 유의하지 않지만 증가하는 경향을 보여 다른 연구결과와 일치하였다.

또한 만성스트레스로 인해 취약성을 가진 개인들은 비정상적인 대사증후군 유형에 빠지게 된다. 즉, 중심부 비만, 당 불내성, 인슐린 저항성, 지단백이상, 섬유소 분해 감소 등이 신경내분비 경로를 통하여 이항상성 부하의 형태로 신체를 병적인 상태로 몰고 갈 수 있다(Reaven, 1993; McEwen, 1998). 대사증후군은 과거의 전통적인 연구에서 위험인자를 독립적으로 평가하던 방식에서 진일보 한 것으로, 혈압, 중성지방, 혈당, 고밀도지단백 콜레스테롤, 허리-엉덩이 둘레비를 위험요인의 분포를 기초로 3가지 이상 좋지 못한 5분위수 안에 들 경우로 정의하여 이항상성 부하의 형태를 평가하고자 하였다(Brunner 등, 1997). 최근 유럽에서는 총콜레스테롤이나 혈압에서 뚜렷한 차이가 없는 점을 대사증후군을 통하여 관상동맥질환이 발생하는 것을 설명하고 있다(Davey Smith 등, 1996). 이 연구에서는 직업성긴장수준의 경우 대사증후군은 저긴장, 수동적, 활동적 및 고긴장 집단이 각각 9.7%, 13.9%, 14.9%, 23.8%로 고긴장집단의 경우 저긴장집단에 비해 높은 비율을 차지하고 있었다. 대사증후군과 심박동수 변이의 관계는 앞서 살펴본 직업성긴장수준에 따른 심박동수 변이의 연장선에서 고긴장 집단을 대사증후군으로 층화하였을 때, 더 두드러짐을 확인하였다. 즉, 저긴장집단 정상군에 비해 고긴장

집단 대사증후군이 있는 위험군에서 심박동수 변이 SDNN이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 주파수 분석영역 지표에서는 LF/HF 비가 높아 자율신경계가 과반응을 보이는 것을 시사하였다. 따라서 스트레스가 높은 군에서 잠재적인 대사증후군이 많다고 생각되며, 이는 교감신경계에 의해 매개된다고 생각된다. 즉, 교감신경계의 활동의 증가와 부교감신경계의 활동감소가 심혈관계 위험군의 심계항진, 심방세동, 심장돌연사의 소인이 된다고 추정할 수 있다(Podrid 등, 1990). 이러한 고긴장집단의 대사증후군에서의 교감신경계 활성도의 증가와 심박동수의 변이 감소는 질병의 직접적인 지표라고 말할 수는 없으나, 심혈관계의 기능장애를 유발하거나 위험신호로 받아들일수 있다고 판단된다.

이 연구는 심박동수 변이 측정을 24시간 측정하지 않고 5분 측정함에 따라 VLF 분석에 한계가 있으며, 일부 지역의 근로자를 대상으로 한 단면연구라는 제한점을 가지고 있다. 향후 연구에서 보완할 필요가 있다. 그러나 그동안 직무스트레스와 심혈관계 지표를 본 연구가 드물기 때문에 스트레스 연구의 지평을 넓히는데 기여할 것으로 보여진다. 특히 이 연구는 무증상의 근로자를 대상으로 심혈관계질환 발병 위험도를 평가하고 심혈관 질환을 예방할 수 있는 발판을 마련하였다는 점에서 의의를 가지고 있다.

요 약

목적: 이 연구는 Karasek의 직업성 긴장 모델에 따라 직무스트레스에 따른 심박동수 변이의 차이를 알아보았으며, 직업성 긴장 수준을 대사증후군에 따라 층화하여 심박동수 변이의 관련성을 알아보고자 하였다.

방법: 이 연구는 영남지역에 위치한 일개 제조업체를 대상으로 2003년 8월 1일부터 10월 30일 까지 종합건강진단에 참여한 40세 이후의 남자 근로자들을 연구대상으로 하였다. 연구대상자는 169명이었고, 구조화된 설문지를 이용하여 사회인구학적 변수, 직업적 특성 등을 조사하였다. 심박동수 변이 측정은 SA-2000E(medi-core)를 이용하였고, 크게 시간 영역과 주파수 영역으로 나누어 분석하였다. 시간영역 분석 지표로 SDNN을 사용하였고, 주파수 범위지표들은 LF, HF 및 total power 등을 사용하였다. 대사증후군은 수축기 혈압, 혈당, 중성지방, 고밀도(HDL)콜레스테롤, 허리-엉덩이 둘레비 중 세가지 이상이 위험도가 높은 상위 5분위 수에 포함될 경우로 정의하였다.

결과: 직업적 특성에 따른 심혈관계 위험요인의 차이를 알아본 결과, 통계적으로 유의한 차이를 보이는 변수는 없었다. 직업성 긴장수준에 따른 위험인자의 분포는 다른 집단에 비해 고긴장집단이 혈당, 호모시스테인, 혈액응고인자, 혈압 등이 높았으나 통계적으로 유의하지 않았고, 이완기 혈압은 고긴장집단이 가장 높았으며 경계적으로 유의한 차이를 보였다. 심박동수 변이는 고긴장 집단에서 SDNN이 유의한 감소를 보였고, 주파수 영역의 분석지표는 감소하였으나 유의하지 않았다. 직업성긴장수준의 경우 대사증후군은 저긴장, 수동적, 활동적 및 고긴장 집단이 각각 9.7%, 13.9%, 14.9%, 23.8%로 고긴장집단의 경우 저긴장집단에 비해 교차비 2.92로 높았으나 95% 신뢰구간 0.73~11.67로 유의하지 않았다. 직업성 긴장 수준을 대사증후군 여부로 층화하여 심박동수 변이의 차이를 알아보았다. 그 결과 저긴장집단 정상군에 비해 고긴장집단 대사증후군이 있는 위험군에서 심박동수 변이 SDNN이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 주파수 분석영역 지표에서는 LF/HF 비가 높아 자율신경계가 과반응을 보이는 것을 시사하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

결론: 고긴장집단에서의 심박동수의 변이 감소는 질병의 직접적인 지표라고 말할 수는 없으나, 심박동수 변이는 심혈관계의 기능장애를 유발하거나 위험신호로 받아들일수 있다고 판단된다.

참고문헌

장세진 등. 우리나라 직장인들의 스트레스 수준의 파악, 스트레스 감소프로그램의 개발 및 인프라 구축에 관한 연구. 보건복지부. 2001

차봉석, 고상백, 장세진. 직업적 특성, 사회심리적 스트레스 및 호모시스테인의 관련성. 예방 의학회지 1998; 31(4):719-27.

Alfthan G, Pekkanen J, Jauhiainen M. Relation of serum homocysteine and liporotein(a) concentration to atherosclerotic disease in a prospective Finnish population based study. Athrosclerosis

1994;106:9-19.
Belkic K. Evidence for mediating econeurocardiologic mechanisms. Occupational Medicine State of the Art Reviews 2000;15(1):117-62.
Bosner MS, Kleiger RE. Heart rate variability and risk stratification after myocardial infarction. In: Malik M, Camm AJ (eds.): Heart Rate Variability. Armonk, NY. Futura Publishing Co., 1995.
Brunner EJ, Marmot MG, Nanchahal K, Shipley MJ, Stansfeld SA, Juneia M, Alberti KGM. Social inequality in coronary risk; central obesity and the metabolic syndrom. Evidence from the Whithehall II study. Diabetoiogia 1997;40; 1341-9.
Chang SJ, Koh SB, Cha BS, Park JK. Job characteristics and blood coagulation factors in Korean male workers. JOEM 2002;44(11);997-1002.
Cooper CL, and Davison M. Sources of stress at work and their relation to stressors in non-working envioronments. in Kalimo R, El-Batawi MA, and Cooper CL(eds.) Psychological Factors at Work. WHO, 1987. 99-111.
Davey Smith G, Neaten JD, Wentworth D, Stamler R, Stamler J. Socioeconomic differentials in motality risk among men screened for the Multiple Risk Factor Intervention Trial I. White men. Am J Public Health 1996;86;486-96.
Dishman RK, Nakamura Y, Garcia ME, Thompson RW, Dunn AL, Blair SN. Heart rate variability, trait anxiety, and percived stress among physically fit men and women. Int J Psychophysiol 2000;37;121-33.
Frey B, Binder T, Teufelsbauser H. Heart rate variability and patient outcome in advanced bean failure. J Am Coll Cardiol 1993;21;286.
Frimerman A, Miller HI, Laniado S, keren G. Changes in hemostatic function at times of cyclic variation in occupational stress. Am J Cardiolology 1997;79:72-5.
Gardell B, Aronsson G, Barklof K. The working environment for local public transport personnel. Stockholm, The Swedish Work Environmental Fund. 1983.
Green KL, Johnson JV. The effects of psychosocial work organization on pattern s of cigarette smorking among male chemical plant employee. Am J Public Health 1990;80:1368-71.
Harlan WR, Manolio TA. Factors Associated with thrombosis and thrombolysis. In: Eliott P(eds) Coronary heart disease epidemiology. Oxford University Press. Oxpord. 1992, pp 120-1.
Ishizaki M, Tsuritani I, Noborisaka Y, Yamada Y, Tabata M, Nakagawa H. Relationship between job stress and plasma fibrinolytic activity in male Japanese workers. Int Arch Occup Environ Health 1996;68:315-20.
Kageyama T, Nishikido N, Kobayashi T, Kurokawa Y, Kaneko T, Kabuto M. Long commuting time, extensive over time, and sympathodominant state assessed in terms of short-term heart rate variability among male white collar workers in the Tokyo megalopolis. Industrial Health 1998;36;209-17.
Karasek RA, Theorell T, Schwartz JE, Schnall PL, Piper CF, Michcla JL. Job characteristics in relation to the prevalence of myocardial infarction in the US health examination survey(HES) and the health and nutrition examination survey(HANES). Am J Public Health 1988;78:910-8.
Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT, Moss AJ. Decreased heart rate variability and its association with mortality after myocardial infarction. Am J Cardiol 1987;113;256-62.
Krantz DS, Manuck SB. Acute psychophysiological reactivity and risk of cardiovascular disease; a review and methodological critique. Psychol Bull 1984;96:435-64.
Lolin YI, Sanderson JE, Cheng SK, Chan CF, Pand CP, Woo KS, Masarei JRL. Hyperhomocysteinemia and premature coronary artery disease in the Chinese. Heart 1996;76:117-22.
Manuck SB, Kaplan JR, Matthews KA. Behavioral antecedents of coronary heart disease and atherosclerosis. Atherosclerosis 1986;6:2-14.
McEwen BS. Protective and damagings effects of stress mediators. NEJM 1998;338;171-9.
Pieper C, LacCroix AZ, Karasek RA. The relation of psychological demansions of work with coronary heart disease risk factors: a meta-analysis of five United States data bases. Am J Epidemiol. 1989;129:483-94.
Podrid PJ, Fuchs T, Candians R. Role of the sympathetic nervous system in the genensis of ventricular arrhythmia. Circulation

1990;82(S1);103-10.

Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease(syndrome X): an expanded definition. Ann Rev Med 1993;44;121-31.

Rich MW, Saini JS, Kleiger RE, Carney RM, Freedland KE. Correlation of heart rate variability with clinical and angiographic variables and late mortality after coronary angiography. Am J Cardiol 1998;62;714-7.

Rozanski A, Bairey CN, Krantz DS. Mental stress and the induction of silent myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. N Eng J Med 1988;318:1005-13.

Schnall PL, Schwartz JE, Landsbergis PA, Warren K, Pickering TG. Relation between job strain, alcohol, and ambulatory blood pressure. Hypertension 1992;19:488-94.

Schulte PA. A conceptual and historical framework for molecular epidemiology. Schelte PA, Perera FP(eds), Molecular epidemiology principle and practices. Academic Press 1993;4-36.

Seward JP. Occupational stress. In LaDon J(ed.) Occupational Medicine. Prentice-Hall inc. 1990. pp 467-80.

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. European Heart Journal 1996;17;354-81.

Theorell T, Ahlberg-Hulten G, Jodko M, Sigala F, de la Torre B. Influence of job strain and emotion on blood pressure in female hospital personnel during workhours. Scand J Work Environ Health 1993;19:313-8.

Thoits PA. Dimensions of life events that influence psychological distress: an evaluation and synthesis of the literature. in Kaplan (ed.). Psychological Stress: Trends in Theory and Research. New York: Academic Press, 1983. pp. 33-103 .

van Amelsvoort LGPM, Schouten EG, Maan AC, Swenne CA, Kok FJ. Occupational determinants of heart rate variability. Int Arch Occup Environ Health 2000;73;255-62.

Vrijkotte TGM, van Doornen LJP, de Geus EJC. Effects of work stress on ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability. Hypertension 2000;35:880-6.

Wolf S. The environment-brain-heart connection: econeurocardiology. Occupational Medicine State of the Art Reviews 2000;15(1):107-9.