

산업장 소음에 노출된 근로자들의 활동 중 혈압과 심박동수

고신대학교 복음병원 산업의학과, 내과학교실*

김영기 · 차태준* · 변주현 · 고광욱 · 이용환

— Abstract —

Ambulatory Blood Pressure and Heart Rate of the Workers Exposed to Industrial Noise

Young Kee Kim, Tae Joon Cha*, Joo Hyun Byun, Kwang Ook Koh, Yong Hwan Lee

Department of Occupational Medicine, and Department of Internal Medicine
Kosin University Gospel Hospital*

Objectives : This study was carried out to evaluate the effects of industrial noise on blood pressure and heart rate.

Methods : Resting blood pressure, hearing loss, and general characteristics of the 102 subjects who were engaged in a factory in Pusan were measured from March to June for two years, in 1998 and 1999. With noise dosimeter, noise exposure level was measured from 8 A.M. to 4 P.M. Ambulatory blood pressure and heart rate were also measured every 30 minutes from 8 A.M. to 10 P.M.

Results : Controlling for age, smoking, and Quetelet's index, in subjects of under 40 years old exposed to higher than 85dBA, noise exposure and systolic blood pressure had a statistically significant correlation, and the same result was obtained in all subjects. The daily variability of ambulatory blood pressure and heart rate were observed in older than 40 years old group, but only heart rate in under 40 years old.

Conclusions : The blood pressure and heart rate would be elevated when the workers exposed to noise. And in under 40 years old, the systolic blood pressure was elevated to the workers exposed to higher than 85dBA.

Key Words : Noise exposure, Ambulatory blood pressure, Heart rate

서 론

지속적 소음 노출에 의한 소음성 난청은 우리나라에서 가장 흔한 직업성 질환중의 하나로서, 1998년도 작업환경측정 결과 노출기준을 초과한 유해인자의 공정별 분포에서 소음이 전체의 81.8%를 차지할 정도로 많은 근로자들이 과도한 소음에 노출되고 있는 실정이다. 실제로 직업성으로 소음에 노출되어 특수건강진단을 받는 근로자수도 전체 대상자 중 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 건강진단 결과 직업병자로 인정된 근로자수는 1998년에 전체 직업병자 1,288명의 18.0%인 232명을 차지하고 있다(노동부, 1999).

과다한 소음에 노출시 나타나는 청력장애 외의 비청각기 계통에 대한 장애로는 심혈관계에 대한 영향이 주로 연구되고 있으며(Dijk 등, 1987), 특히 장기간에 걸친 소음노출이 혈압에 미치는 영향에 관하여서는 많은 역학적 연구가 국내외적으로 시행되었으나(이종영, 1984; 김종화와 이충렬, 1987; Milkovic'-Kraus, 1990; Talbott 등, 1990; Tarter와 Robins, 1990; 하명화와 김두희, 1991; 김복연 등, 1996) 그 결과는 일정하지 않았다. 실험실 조건하에서는 소음에 노출된 후 혈압의 급성증가를 발견하였지만(Andren 등, 1982), 장기간 소음 노출과 혈압간의 관계에 대한 연구에서는 어떤 연구자는 혈압의 증가를(Andren 등, 1980; Andren 등, 1983; Fouriad 등, 1985; Verbeek 등, 1987), 또 다른 연구자들은 아무런 영향이 없었음을 보고하였다(Cartwright와 Thomson, 1975; Malchaire와 Mullier, 1979; Sanden과 Axelsson, 1981; Belli 등, 1984; Talbott 등, 1985).

소음이 고혈압을 유발시킬 것이란 이론적 근거는 스트레스 반응에 의한 것으로 소음에 노출시 부신피질 호르몬과 교감신경흥분 매개 물질이 분비됨으로써 심박동수가 빨라지고 결국은 혈압이 증가하게 된다는 것이다(McCunney와 Meyer, 1998).

일반적으로 혈압에 대한 산업장 소음의 영향은 안정시 혈압(resting blood pressure)을 측정하는 방법으로 연구되어 왔으나(Jonsson과 Hansson, 1977; Malchaire와 Mullier, 1979; Delin, 1984; Fouriad 등, 1985; Talbott 등, 1985; Verbeek

등, 1987; Kristensen, 1989), 혈압은 하루 중에도 그 변화가 아주 다양하여서 수 회의 혈압측정으로 정확한 평균혈압이라고 하기에는 무리가 있었다.

활동 중 혈압(ambulatory blood pressure)은 대상자들이 24시간동안 일상활동을 하게 하면서 비침습적이고 반복적으로 혈압을 측정하여 하루 중 혈압의 다양한 변화를 관찰 할 수가 있으며, 당뇨병자, 심장과 신장이식환자, 이차성 고혈압 환자에서 유용하게 사용할 수 있다(Reeves, 1991). 고혈압이 있는 환자들에서 평균 혈압에 대해 안정 시 혈압측정보다 활동 중 혈압측정이 더 정확하게 파악할 수 있을 것이라고 연구자들은 밝히고 있는데(Perloff 등, 1983; Pickering 등, 1985), 안정 시 혈압과 활동 중 혈압간에는 상관관계가 거의 없으며, 활동 중 혈압이 고혈압의 조기 진단에 도움이 되고, 특히 적절한 치료만 하면 가역적 단계로 회복시킬 수 있는 경우에는 더욱 유용하였다(Phillips 등, 1989).

본 연구는 일개 산업장을 대상으로 근로자의 활동 중 혈압 및 심박동수와 근무 중 작업환경의 소음수준을 모니터함으로써 산업장 소음노출이 근로자 혈압과 심박동수에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었다.

대상 및 방법

1. 연구대상

부산시 사상공단 소재 한 주물공장 근무 근로자 183명 중 소음으로 특수건강진단을 받고 있는 사람 146명을 대상으로 하였으며, 이 중 고혈압으로 치료 중인 5명, 혈압과 심박동수에 영향을 줄 수 있는 약물을 섭취하는 사람 3명과 고혈압으로 치료를 받지 않았지만 특수건강진단상 고혈압 요주의자와 고혈압 질환자로 분류된 13명을 제외한 125명이 조사 대상이었고 모두 남자 근로자들이었다. 이들 전원에 대해 활동 중 혈압과 심박동수 측정을 시행하였으며 측정 거부자는 한 명도 없었다.

2. 연구기간

작업장에서 작업 시작전인 오전 7-8시 사이에 1998년 3-6월, 1999년 3-6월에 걸쳐 토요일을 제외한 매일 1명씩 조사되었다. 활동 중 혈압과 심박동수 측정시 계절적 차이(Giaconi 등, 1988;

Kristal-Boneh 등, 1997)를 배제하기 위하여 측정 시기를 3-6월로 제한하였고, 1998년에 69명, 1999년에 56명을 조사하였다.

안정 시와 활동 중의 혈압 및 심박동수의 측정과 noise dosimeter의 착용은 조사자가 직접하였고, 청력 검사는 잘 숙련된 간호사 1인이, 일반적 특성에 대한 조사는 의사 1인이 연구기간 동안 계속해서 실시하였다.

3. 일반적 특성

작업 시작전에 혈압과 심박동수를 2회는 서 있는 자세로, 1회는 앉은 자세에서 측정하여 그 평균값을 안정 시 혈압과 심박동수로 하였으며, 혈압의 측정은 수은 혈압계로 수축기 혈압은 Korotkoff phase I, 이완기 혈압은 Korotkoff phase IV를 측정하였다. 청력손실 정도의 측정은 American National Standard Institute(ANSI) 기준에 준하여 검사전 14시간이상 소음노출이 없는 것을 확인하고 배경소음이 40dBA이하인 조용한 장소에서 순음 청력검사계(Belton GS 109, USA)를 사용하여 좌, 우측 귀에 대하여 1,000Hz, 4,000Hz에서의 청력손실치를 구하였다. 청력손실은 소음 특수건강진단의 2차건강진단대상자 선별기준(노동부, 1994)에 의거 청력검사상 최소한 한쪽귀가 1,000Hz에서 30dBA이상, 혹은 4,000Hz에서 40dBA이상의 청력손실이 있는 경우로 정의하였다.

일반적인 특성에 대해서는 미리 준비된 양식의 조사지에 연령과 근무년수, 근무부서, 과거질환 유무, 귀마개 착용 여부, 약물복용 여부, 흡연력에 대해 근로자가 직접 기입하게 한 후 미비한 부분에 대해서는 조사자가 근로자에게 직접 질문하여 보충 기입하였다. 조사 대상 근로자들은 모두 근무 중 귀마개를 착용한다고 응답하였으며, body mass index는 Quetelet's index(weight in kg/(height in meters)²)가 사용되었다.

4. 소음수준의 측정

근무 중 근로자들의 소음노출 정도를 파악하기 위하여 personal noise dosimeter(Quest M-28 Q100 Noise Logging Dosimeter)로 작업시간 동안 계속해서 측정하였다. 소음수준은 오전 8시-오후 4시까지 8시간동안 근무시간 내내 1분 단위로 측정이 되

었고, 그 평균값을 8시간 시간 가중 평균치(Time Weighted Average, TWA)로 사용하였으며, 산업안전보건법(노동부, 1998)에 의하면 산업장 소음수준이 85dBA이상인 경우 해당 부서 근로자들을 특수건강진단 대상으로 지정하도록 되어 있으므로 본 연구에서는 85dBA를 기준으로 고소음 노출군과 저소음 노출군으로 구분하였다.

5. 활동 중 혈압의 측정

활동 중 혈압과 심박동수는 ambulatory blood pressure monitoring system(TM- 2020, A&D, Japan)을 이용하여 각 대상자에 대해 측정되었다. 측정방법은 혈압계의 cuff가 왼쪽 상완부에 위치하도록 하여 활동 중 흘러 내리지 않도록 하고, processor는 오른쪽 허리에 착용시켰고, 혈압과 심박동수가 측정될 때에는 팔을 아래로 내리고 작업을 일시 중지하도록 하였다. ambulatory blood pressure에 의한 혈압과 심박동수의 측정은 24시간 측정하는 것이 더욱 정확하겠으나 근로자들의 연구 참여 협조를 얻기 위하여 오전 8시-오후 10시까지만 하였으며, 30분 단위로 혈압과 심박동수가 측정되도록 프로그래밍하였다. 30분 단위로 측정된 총 28회의 기록 가능한 회수의 혈압과 심박동수에서 최소 75%이상이 이용 가능한 경우에만 분석에 사용되었으며 활동 중 혈압계는 매주 수은 혈압계로 보정되었다.

6. 자료의 분석

연구 대상자 125명중 2명은 소음에 대한 측정 잘못으로 제외되었고, 21명은 활동 중 혈압과 심박동수 측정시 기록이 75%미만이어서 제외되어 최종적으로 분석에 이용된 것은 102명이었다.

혈압에 대한 연령의 영향을 배제하기 위하여 20-39세, 40-59세의 연령군에 대한 자료를 분리하여 분석하였고, 얻어진 자료는 SPSS/PC(version 8.0) 프로그램을 사용하여 통계분석 하였다. 안정 시와 활동 중의 혈압과 심박동수의 비교에서는 paired t-검정을, 각 연령군별 활동 중 혈압과 심박동수의 소음수준에 따른 비교시에는 unpaired t-검정을 실시하였고, 활동 중 혈압에 영향을 미치는 제변수에 대해서는 Pearson 상관계수를 구하였다. 연령과 흡연, 신체비만지수를 통제했을 때 혈압과 심박동수에 미치는 근무기간, 청력손실(어느 쪽 귀이

던지 4,000Hz에서의 청력손실 정도가 큰 값을 분석 모델에 포함시킴), 소음노출 수준에 미치는 영향은 부분상관분석을 하여 구하였다.

결 과

1. 일반적 특성

조사대상자들의 연령은 23-59세의 범위에 있었으며 40세를 기준으로 20-39세군, 40-59세군으로 분류하였다. 또한 소음 노출수준에 따라 85dBA이상은 고소음군으로, 85dBA미만은 저소음군으로 구분하여 분석하였으며 그에 따른 특성은 Table 1과 같다. 두 연령군에 있어서 85dBA이상과 미만군간의

안정시 혈압과 심박동수는 유의한 차이가 없었으며, 근무기간은 40-59세군에서 더 길었고, 청력손실정도는 두 연령군 모두 85dBA이상의 소음에 노출되는 군에서 더 높은 비율을 나타내었으나 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$). 흡연자의 비율은 40세 미만군의 저소음 노출군에서 42.9%, 85dBA이상의 고소음 노출군에서는 70.0%이었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 40세이상군에서도 각각 56.3%, 65.4%로서 역시 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

2. 혈압과 심박동수의 변화

시간에 따른 활동 중 수축기 혈압의 20-39세군에서의 소음수준별 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같았다.

Table 1. Characteristics of the subjects undergoing ambulatory blood pressure and heart rate monitoring by age groups and intensity of noise exposure

	Mean±SE			
	20-39 years old		40-59 years old	
	<85dB	85dB≤	<85dB	85dB≤
Number	14	20	16	52
Age	34.3±1.3	35.2±0.7	46.8±1.0	45.9±0.6
Work duration	8.9±1.2	7.2±0.9	15.4±1.4	14.4±1.0
Resting SBP*	122.6±1.0	123.7±1.0	124.8±1.9	125.2±1.1
Resting DBP†	81.1±1.8	80.2±1.3	83.6±1.4	81.1±0.6
Resting HR‡	75.7±2.3	80.9±2.0	78.9±1.4	77.7±1.0
Quetelet s index	22.4±0.6	21.6±0.5	22.6±0.5	21.0±0.3
Hearing loss	64.3%	85.0%	81.3%	92.3%
Smokers	42.9%	70.0%	56.3%	65.4%

* Systolic blood pressure in mmHg, †Diastolic blood pressure in mmHg, ‡Heart rate in beats per minute
There were no statistically significant differences between each groups in all variables.

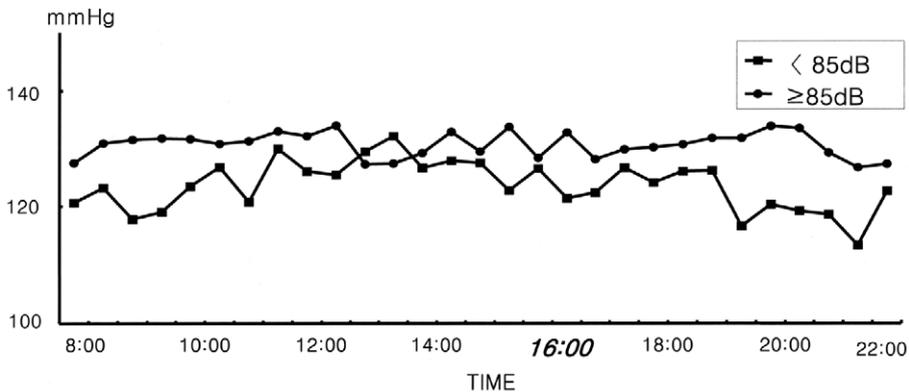


Fig. 1. Ambulatory systolic blood pressure of the subjects under 40 years old according to noise level by time of day.

전체적으로 근무후 보다는 근무중에서 조금 높았고 근무후에는 낮아지는 경향이 있었다. 85dBA이상의 고소음에 노출되는 군에서 저소음군보다 전반적으로 높은 혈압값을 나타내어 85dBA이상의 소음에 노출되는 근로자의 평균 수축기 혈압은 130.6 ± 2.3 mmHg로서 85dBA미만의 소음에 노출되는 근로자의 124.1 ± 3.2 mmHg보다 높았지만 통계적 유의성은 없었다 ($p > 0.05$, Table 2). 이완기 혈압의 경우는 근무중과 근무후의 혈압에서 큰 변화를 발견할 수 없었으며, 전반적으로 고소음군에서 저소음군보다 높은 혈압을 나타내었고, 그 평균값은 각각 78.4mmHg, 81.5mmHg로서 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$, Fig. 2). 40세미만의 저연령군의 심박동수에서는 근무 중에 더 높은 경향을 보이고 있었고, 85dBA이상의 고소음 노출군에서 평균 심박동수가 82.0회/분로서 저소음 노출군의 75.7회/분 보다 통계적으로 유의하게 더 높

은 값을 보이고 있었다($p < 0.05$, Fig. 3).

40-59세 군의 수축기 혈압은 85dBA이상과 85dBA미만군 모두에서 근무중에 더 높은 경향을 보였지만, 이완기 혈압에서는 현저하지 않았다(Fig. 4, 5). 심박동수에서는 저연령군에서와 같이 작업 후에 현저히 낮아지는 경향이 나타났다(Fig. 6). 고소음군과 저소음군간의 비교에서는 수축기 혈압, 이완기 혈압, 그리고 심박동수에서 모두 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

3. 제 변수간의 상관분석

모든 조사 대상자들에서의 소음노출과 연령, 근무기간, 청력손실, 흡연, 비만도의 활동 중 혈압 및 심박동수과의 단순상관관계는 Table 3과 같았다. 수축기 혈압이 소음노출 수준과 유의한 양의 상관관계가 있었고($p < 0.05$), 이완기 혈압은 연령과 비만

Table 2. Ambulatory blood pressure and heart rate of workday by noise exposure

	<85dBA	85dBA≤	Mean±SE
			P-value
20-39 years old			
SBP(mmHg)	124.1 ± 3.2	130.6 ± 2.3	0.100
DBP(mmHg)	78.4 ± 1.6	81.5 ± 1.8	0.288
HR(beats per minute)	75.7 ± 2.3	82.0 ± 1.5	0.022
40-59 years old			
SBP(mmHg)	129.5 ± 2.9	130.0 ± 1.5	0.877
DBP(mmHg)	84.6 ± 1.8	83.8 ± 1.1	0.714
HR(beats per minute)	81.8 ± 2.3	80.8 ± 1.1	0.683

SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, HR : Heart rate

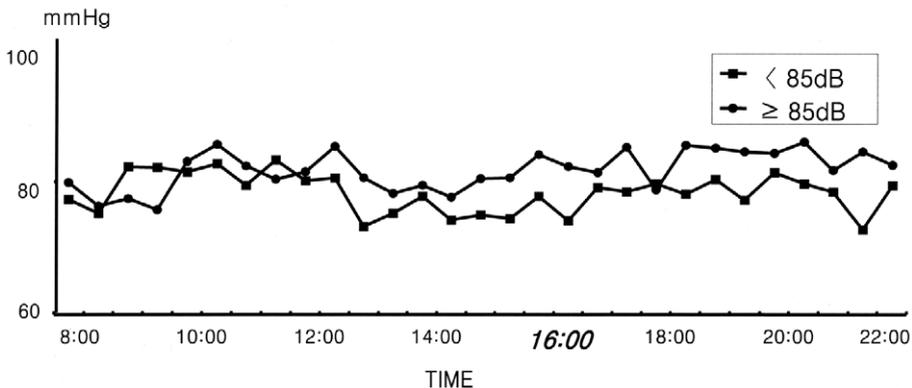


Fig. 2. Ambulatory diastolic blood pressure of the subjects under 40 years according to noise level by time of day.

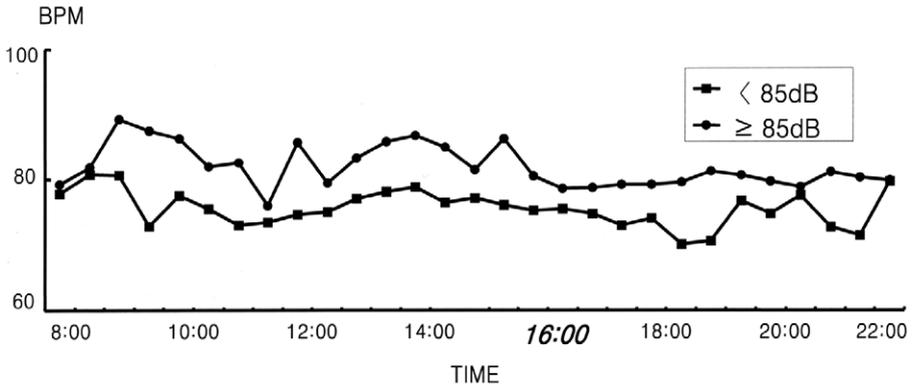


Fig. 3. Ambulatory heart rate in subjects under 40 years old according to noise level by time of day. BPM : beats per minute

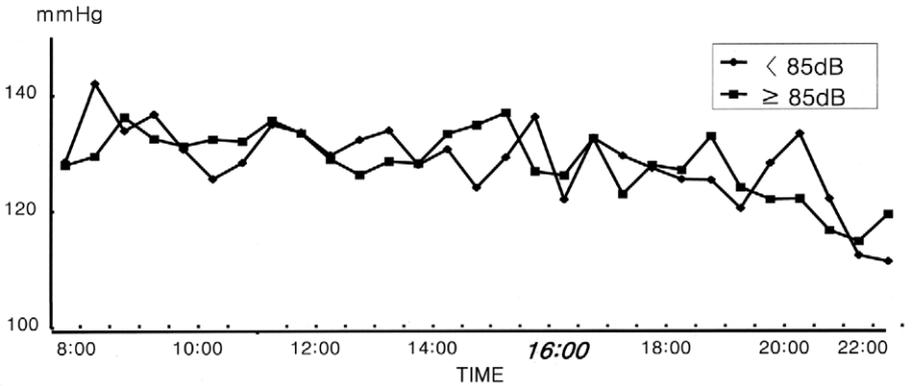


Fig. 4. Ambulatory systolic blood pressure of the subjects older than 40 years old according to noise level by time of day.

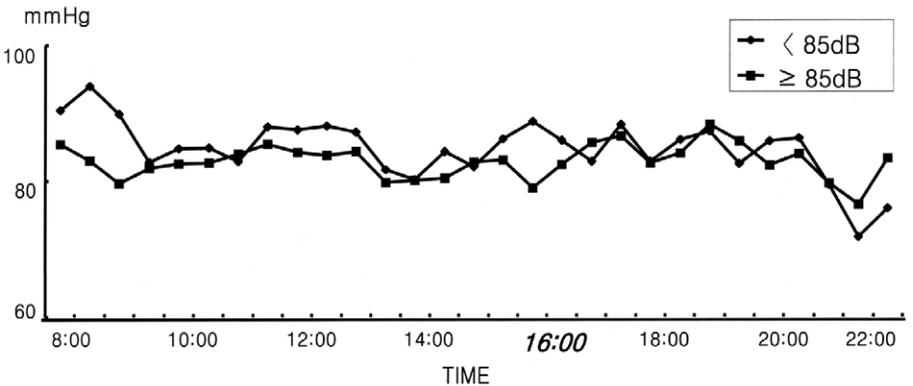


Fig. 5. Ambulatory diastolic blood pressure of the subjects older than 40 years old according to noise level by time of day.

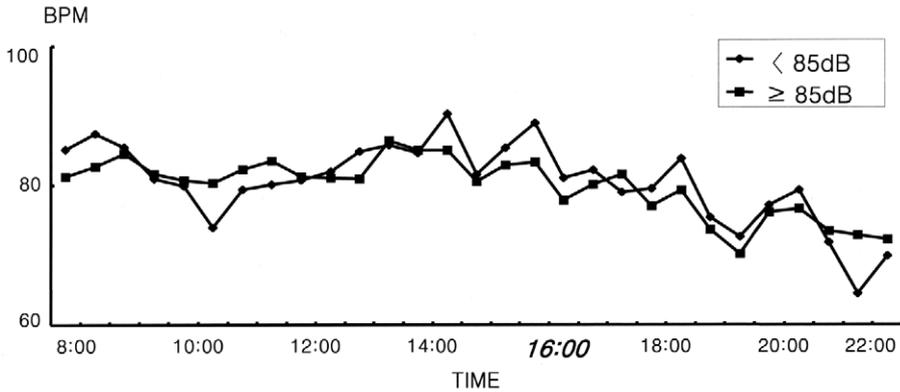


Fig. 6. Ambulatory heart rate in subjects older than 40 years old according to noise level by time of day. BPM : beats per minute

Table 3. Bivariate correlation coefficients among noise exposure, age, work duration, hearing loss, Quetelet's index and ambulatory blood pressure and heart rate in all subjects

Variables	NE	Age	WD	HL	Smoking	Quetelet	SBP	DBP
Age	.012							
WD	-.057	.531 [†]						
HL	.160	.371 [†]	.257 [†]					
Smoking	-.207	.141	.035	-.087				
Quetelet	-.049	.005	-.018	-.109	.134			
SBP	.239*	.070	.092	.162	-.123	.002		
DBP	.152	.303 [†]	.153	-.054	.043	.382 [†]	.417 [†]	
HR	.130	.127	.084	.170	-.149	-.137	.267 [†]	.322 [†]

NE : Noise exposure, WD : Work duration, HL : Hearing loss, SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, HR : Heart rate

*p<0.05, †p<0.01

도와 유의한 양의 상관관계가 있었다(p<0.01). 40세미만군에서는 수축기 혈압만이 소음노출 수준과 유의한 양의 상관관계가 있었고(p<0.05, Table 4), 40세이상군에서는 이완기 혈압이 신체 비만도와 유의한 양의 상관관계를 보였다(p<0.01, Table 5). 연령과 비만도, 흡연에 대해 통제된 후의 소음노출, 근무기간, 청력손실의 활동 중 혈압과 심박동수간의 부분상관계수는 Table 6과 같았다. 전체 대상자의 소음노출 수준과 수축기 혈압간에 유의한 양의 상관관계가 있었으며(p<0.05), 40세미만군에서도 소음노출 수준이 수축기 혈압과 유의한 상관성을 보이고 있었다(p<0.05). 그러나 40세 이상군에서는 상관성이 없었다.

고찰

고혈압이 있는 환자들의 평균혈압에 대해 안정 시 혈압 측정보다 활동 중 혈압 측정이 더 정확한 혈압을 파악할 수 있을 것이라고 연구자들은 밝히고 있으며(Perloff 등, 1983; Pickering 등, 1985), 이러한 비침습적 활동 중 혈압계의 도입으로 병원에서 혈압 측정시 고혈압으로 진단되었던 환자의 약 20%가 정상 혈압을 가진 것으로 나타났다고 한다(Pickering 등, 1996).

소음의 심혈관계에 대한 영향을 파악하기 위하여 역학적, 실험적 연구가 많이 수행되었으며, 소음은 말초혈관의 수축을 유발시킨다고 알려져 있지만, 문

Table 4. Bivariate correlation coefficients among noise exposure, age, work duration, hearing loss, Quetelet's index and ambulatory blood pressure and heart rate in 20-39 years old subjects

Variables	NE	Age	WD	HL	Smoking	Quetelet	SBP	DBP
Age	-.037							
WD	-.336	.585 [†]						
HL	.122	.197 [†]	-.057					
Smoking	-.413*	.113	.253	-.147				
Quetelet	-.155	.016	.180	.262	.072			
SBP	.394*	-.126	-.300	-.044	-.384*	-.147		
DBP	.107	.226	.075	-.098	-.014	.212	.440 [†]	
HR	.288	.080	-.134	.217	-.100	-.313	.119	.228

NE : Noise exposure, WD : Work duration, HL : Hearing loss, SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, HR : Heart rate
 *p<0.05, †p<0.01

Table 5. Bivariate correlation coefficients among noise exposure, age, work duration, hearing loss, Quetelet's index and ambulatory blood pressure and heart rate in 40-59 years old subjects

Variables	NE	Age	WD	HL	Smoking	Quetelet	SBP	DBP
Age	-.166							
WD	-.037	.246*						
HL	.162	.283*	.186					
Smoking	-.059	.353 [†]	.002	-.066				
Quetelet	.018	-.012	-.091	-.090	.165			
SBP	.124	.069	.177	.208	.016	.073		
DBP	.153	.192	.051	-.138	.088	.472 [†]	.397 [†]	
HR	.006	.079	.100	.141	-.168	-.054	.333 [†]	.348 [†]

NE : Noise exposure, WD : Work duration, HL : Hearing loss, SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, HR : Heart rate
 *p<0.05, †p<0.01

제는 이러한 변화가 소음에 의해 직접적으로 일어나는지, 사람의 적응 가능한 범위를 넘어서는지, 그리고 고혈압과 같은 심혈관계 장애를 유발시킬 수 있는지를 확인하는 것이다.

소음이 단독으로 혹은 여러 개의 자극원과 함께 작용하여 동물에 있어서 혈압의 상승을 일으킨다는 보고는 있지만 인간에 있어서는 주로 이완기 혈압과의 관련성에 대해 밝히고 있으며, 그 기전은 소음에 의해 말초 저항이 증가된다는 것이다. 소음수준 95dBA로 20분간 평균 26세의 15명의 남성에게 대해 자극을 가했을 때 이완기 혈압의 증가를 보고한 연구가 있었으며(Andren 등, 1982), 역시 평균 26세의 18명의 남성을 대상으로 실험실적 조건하에서 75, 85, 95dBA의 소음에 일정시간 노출시킨 후 혈압을

측정하였는데 95dBA의 소음에 노출시켰을 때 이완기 혈압에서 통계적으로 유의하게 증가하는 현상을 발견하였다는 보고가 있다(Andren 등, 1980).

지속적인 소음 노출이 심혈관계에 미치는 영향에 관한 연구들의 가장 흔한 목적은 영구적인 혈압상승을 초래하는 지의 여부를 평가하는 것이다(Kristensen, 1989). 본 연구에서 소음에 장기간 노출된 40세 미만의 남자 근로자들은 고강도의 소음에 노출될수록 수축기 혈압이 더 높아지는 경향이 있었으나, 40세 이상의 고연령층에서는 특별한 변화를 발견할 수 없었다. 직업성으로 소음에 노출되는 근로자에서 활동 중 혈압의 일시적 증가의 중요성은 분명하지 않으며, 혈압이 반복적으로 상승하는 것이 반드시 영구적인 고혈압을 초래하지는 않지만 심근에 악영향을 가져올 수 있으며

Table 6. Partial correlation coefficients among ambulatory blood pressure and heart rate and each variables controlling for age, smoking and Quetelet's index

	SBP		DBP		HR	
	β	P-value	β	P-value	β	P-value
All subjects						
Work duration	.065	.518	.000	.998	.016	.873
Hearing loss	.156	.122	-.154	.125	.119	.240
Noise exposure	.239	.017	.192	.056	.124	.219
20-39 years old						
Work duration	-.260	.151	-.123	.504	-.170	.353
Hearing loss	-.062	.736	-.097	.597	.132	.472
Noise exposure	.379	.032	.157	.391	.260	.151
40-59 years old						
Work duration	.173	.166	.054	.670	.079	.529
Hearing loss	.205	.099	-.185	.137	.120	.339
Noise exposure	.137	.274	.210	.091	.020	.875

SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure, HR : Heart rate

좌심실 비대를 초래할 수 있다는 연구 결과가 있다 (Devereux 등, 1983). 심혈관계 합병증의 심각성은 안정 시 혈압보다 활동 중 혈압의 평균값이 더 상관성이 있는 것으로 밝혀졌다(Sokolow 등, 1966; Rowlands 등, 1981; Perloff 등, 1983; Mann 등, 1985; Parati 등, 1987; Pickering과 Devereux, 1987; Phillips 등, 1989; White 등, 1989). 따라서 산업장 소음에 장기간 노출시 초래되는 활동 중 혈압의 증가는 영구적인 혈압상승을 필연적으로 반영하는 것은 아니지만 그 자체가 심혈관계에 영향을 미칠 수 있을 것이다.

산업장 소음에 대하여 40세미만의 저연령층에서 활동 중 혈압에 더욱 현저한 소견을 보인 이유를 명확히 설명하기는 어려우나, 정상인에서는 연령이 증가함에 따라 베타교감신경 자극에 대한 심혈관계의 반응이 감소하는 것으로 증명되었으므로(Rodeheffer 등, 1984), 이것이 고연령층에서 소음에 대해 활동 중 혈압의 변화가 덜 하다는 것의 가능한 설명이 될 수 있을 것이다. 다른 연구에서도 저연령층에서 활동 중 혈압과 심박동수의 변화가 더욱 현저하다는 보고가 있으며(Green 등, 1991), 본 연구 결과와도 거의 일치하고 있었다. 지금까지 우리나라의 특수건강진단 제도에서는 소음관련 건강진단은 청력에 대해서만 정밀 검사를 하도록 되어 있으나 본 연구 결과에서 볼 때 순환기계의 장애에 대한 검사도구가 더 필요할 것

으로 생각된다. 단순히 혈압 1-2회의 측정으로 고혈압 유무를 결정짓는 것은 상당히 위험한 일이며, 일단 소음 노출 근로자들은 고혈압 위험군으로 분류하여 정밀 검사를 실시하여야 할 것이다.

본 연구에서 활동 중 혈압과 심박동수가 모두 안정 시 보다 높게 나타났는데 안정시와 활동 중 혈압간에는 상관성이 거의 없으며, 일반적으로 안정시에 비해 활동 중 혈압 측정이 더 낮은 평균 혈압을 얻는다는 결과(Phillips 등, 1989; Khoury 등, 1992)와는 차이가 있었다. 그 이유는 다른 연구에서는 24시간 측정을 하였으나 본 연구에서는 오전 8시-오후 10시까지 측정하였기 때문에 얻어진 결과라고 생각된다.

혈압과 심박동수의 하루 중 측정값의 다양한 변화의 의미는 그것이 평균 혈압이나 심박동수 값만큼 표적 장기손상에 기여하느냐 하는 문제로서 아직 논란의 여지가 많이 있는 것 같다. 어떤 연구에서는 혈압의 하루 중 변화값과 표적장기 손상간에 유의한 상관관계를 발견 못하였지만(Sokolow 등, 1966; Rowlands 등, 1982), 상관성을 발견한 연구자도 있었다(Pessina 등, 1985). 따라서 현재까지는 활동 중 혈압과 심박동수의 평균값이 혈압과 심박동수의 다양한 변화값보다 더 중요한 의미를 지니는 것 같다. 그러나 혈압과 심박동수의 일중 변화가 다양하다는 것은 근로자 건강관리 시에 혈압 측정 시점을 언제로 하느냐 하는 측면에서 중요할 수 있다.

본 연구결과와 다른 연구에 따르면 오전 중에는 비교적 높고 오후로 갈수록 혈압이 하강한다고 하는데 혈압을 측정하는 시기에 따라 고혈압자로의 분류가 달라질 수 있는 것이다. 따라서 고혈압을 유발시킬 위험성이 있는 유해 인자에 노출되는 근로자에 대해서는 더 정확한 활동 중 혈압의 측정을 도입하는 것이 산업장 근로자들의 고혈압 예방에 도움이 될 것으로 판단된다.

청력손실이 있는 근로자의 경우 청력손실이 없는 근로자보다 안정시 혈압이 더 높고 고혈압 유병률도 더 많다는 연구(Jonsson과 Hansson, 1977)와, 아무런 차이도 발견하지 못하였다는 보고도 있지만(Malchaire와 Mullier, 1979; Delin, 1984) 본 연구에서는 아무런 연관성을 발견하지 못하였다. 활동 중 혈압의 측정은 소음에 대한 급성 심혈관계 반응을 알아내기 때문에 청력손실 후에는 이러한 반응이 감소될 가능성이 있다.

본 연구에서는 작업강도에 대한 보정을 위하여 일개 주물공장 근로자들을 대상으로 하였으므로 작업강도에서는 각 군간에 큰 차이가 없었을 것으로 생각되며, 또한 혈압이 일반적으로 여름보다는 겨울에 더 높다는 연구 결과(Kristal-Boneh 등, 1997)에 따라 계절적 차이를 없애기 위하여 2년에 걸쳐 동일 기간에 조사를 실시하였다. 음주에 대해서는 흡연과 달리 마시는 술의 종류와 음주 횟수가 각 개인별로 너무 다양하여 정확한 평균 음주력을 파악해 내기 어려운 점이 있어 분석에서는 제외시켰으며, 40세 미만과 40세 이상의 저소음군에서 대상자수가 40세 이상의 고소음군에 비해 다소 적었는데 앞으로 여기에 대한 추가 조사가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 40세 미만의 연령층에서 85dBA이상의 고소음에 지속적으로 노출될 경우 수축기 혈압이 증가될 수 있음을 확인한 본 연구 결과에 비추어 앞으로 이의 원인을 밝히기 위한 조사가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

목적 : 산업장 근무 근로자들에 있어서 소음 노출이 혈압과 심박동수에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

방법 : 부산시 소재 한 주물공장 근무 근로자로서

소음 작업장에 근무하는 102명에 대하여 1998년 3-6월, 1999년 3-6월에 걸쳐 안정시 혈압과 청력손실 정도, 일반적 특성이 조사되었다. 소음노출 정도는 noise dosimeter를 사용하여 오전 8시-오후 4시까지 8시간동안 측정하여 평가하였고, 활동 중 혈압과 심박동수는 ambulatory blood pressure로 오전 8시-오후 10시까지 30분 단위로 측정하였다.

결과 : 연령과 흡연, 신체비만지수의 영향을 고려하였을 때 저연령층에서 85dBA이상의 고소음에 노출된 군에서 소음과 수축기 혈압간에는 유의한 양의 상관관계가 있었으나, 이완기 혈압과 심박동수에서는 유의한 결과를 얻지 못하였다. 연령의 구분없이 상관관계를 구하였을 때에는 수축기 혈압에서만 소음수준과 유의한 상관성이 있었다.

오전 8시-오후 10시까지 측정된 활동 중 혈압과 심박동수의 일일 변화는 40세미만의 저연령층에서는 심박동수에서만 근무후의 오후시간부터 감소하는 양상이 있었고 수축기 혈압과 이완기 혈압에서는 뚜렷한 변화를 발견할 수 없었다. 40세이상군에서는 수축기혈압과 이완기 혈압, 심박동수 모두 근무 중에는 비교적 높은 값을 유지하다가 오후부터는 감소하는 추세를 보이고 있었다. 각 연령군별 소음노출수준에 따른 활동 중 혈압과 심박동수의 비교에서는 40세미만의 연령층에서만 85dBA이상의 고소음군에서 심박동수가 유의하게 더 높은 결과를 얻었다.

결론 : 저연령층인 40세미만에서 85dBA이상의 고소음에 지속적으로 노출될 경우 수축기 혈압이 증가되어 있을 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

김복연, 김천태, 이증정, 박홍진, 김창윤 등. 만성적 소음 폭로가 근로자의 혈압에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1996;8(1):43-58.

김종화, 이충렬. 소음성 청력손실이 혈압에 미치는 영향에 관한 조사 연구. 예방의학회지 1987;20(2): 205-215.

노동부. 특수건강진단방법 및 건강관리기준. 1994.

노동부. 산업안전보건법. 1998.

노동부. 노동백서. 1999.

이종영. 섬유공장의 소음이 근로자들의 혈압에 미치는 영향. 예방의학회지 1984;17(1):25-29.

하명화, 김두희. 제강소 장기 근무자의 소음 노출 및 청력손실과 혈압과의 관계에 관한 연구. 예방의학회지 1991;24(4):496-506.

- Andren L, Hansson L, Bjorkman M, Jonsson A. Noise as a contributory factor in the development of elevated arterial pressure. *Acta Med Scand* 1980;207:493-498.
- Andren L, Lindstedt G, Bjorkman M, Borg KO, Hansson L. Effect of noise on blood pressure and "stress" hormones. *Clin Sci* 1982;62:137-141.
- Andren L, Hansson L, Eggertsen R, Hedner T, Kalberg BE. Circulatory effect of noise. *Acta Med Scand* 1983;213:31-35.
- Belli S, Scarficcia G, Sorrentino R. Arterial hypertension and noise: a cross-sectional study. *Am J Ind Med* 1984;6:59-65.
- Cartwright LB, Thomson RN. The effect of noise on the cardiovascular system in normal resting adults. *Am Ind Hyg Assoc J* 1975;36:653-658.
- Delin CO. Noisy work and hypertension. *Lancet* 1984;2:931.
- Devereux RB, Pickering TG, Harshfield GA. Left ventricular hypertrophy in patients with hypertension: Importance of blood pressure response to regularly occurring stress. *Circulation* 1983;68:470-476.
- Dijk FJH, Souman AM, de Vries FF. Non-auditory effects of noise in industry. *Int Arch Occup Environ Health* 1987;59:133-145.
- Fouriad C, Jacquinet-Salord MC, Degoulet P, Françoise A, Thierry L, et al. Influence of socioprofessional conditions on blood pressure levels and hypertension control. *Am J Epidemiol* 1985;120:72-86.
- Giacconi S, Palombo C, Genovesi-Ebert A, Makabotti C, Volterrani D, et al. Long-term reproducibility and evaluation of seasonal influences on blood pressure monitoring. *J Hypertens* 1988;6(suppl 4):S64-66.
- Green MS, Schwartz K, Harari G, Najenson T. Industrial noise exposure and ambulatory blood pressure and heart rate. *JOM* 1991;33(8):879-883.
- Jonsson A, Hansson L. Prolonged exposure to a stressful stimulus(noise) as a cause of raised blood pressure in man. *Lancet* 1977;1:86-87.
- Khoury S, Yarows SA, O'Brien TK, Sowers JR. Ambulatory blood pressure monitoring in a nonacademic setting-effects of age and sex. *Am J Hypertens* 1992;5(9):616-623.
- Kristal-Boneh E, Harari G, Green MS. Seasonal change in 24-hour blood pressure and heart rate is greater among smokers than nonsmokers. *Hypertension* 1997;30(part 1):436-441.
- Kristensen TS. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical view of the epidemiologic literature on nonchemical factors. *Scand J Work Environ Health* 1989;15:165-179.
- Malchaire JB, Mullier MM. Occupational exposure to noise and hypertension: a retrospective study. *Ann Occup Hyg* 1979;22:63-66.
- Mann S, Millar-Craig MW, Raftery EB. Superiority of 24-hour measurement of blood pressure over clinic values in determining prognosis in hypertension. *Clin Exp Hypertens(A)* 1985;7: 279-289.
- McCunney RJ, Meyer JD. Occupational exposure to noise. *Environmental and occupational medicine*(ed. by WN Rom). New York : Lippincott-Raven Publishers, 1998.
- Milkovic-Kraus S. Noise-induced hearing loss and blood pressure. *Int Arch Occup Environ Health* 1990;62:259-260.
- Parati G, Pomidossi G, Allini F. Relationship of 24-hour blood pressure mean and variability to severity of target organ damage in hypertension. *J Hypertens* 1987;5:93-98.
- Perloff D, Sokolow M, Cowan R. The prognostic value of ambulatory blood pressure. *JAMA* 1983;249:2792-2798.
- Pessina AC, Palantini P, Sperti G, Cordone L, Libardoni M, et al. Evaluation of hypertension and related target organ damage by average day-time blood pressure. *Clin Exp Hypertension(A)* 1985;7:267-278.
- Phillips RA, Goldman ME, Eison HB, Krakoff LR. Noninvasive ambulatory blood pressure monitoring in patients with recently detected systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1989;64: 62F- 64F.
- Pickering TG, Harshfield GA, Devereux RB, Laragh JH. What is the role of ambulatory blood pressure monitoring in the management of hypertensive patients? *Hypertension* 1985;7: 171-177.
- Pickering TG, Devereux R. Ambulatory monitoring of blood pressure as a predictor of cardiovascular risk. *Am Heart J* 1987;114:925-928.
- Pickering TG, Kaplan NM, Krakoff L. American Society of Hypertension Expert Panel: conclusions and recommendations on the clinical uses

- of home(self) and ambulatory blood pressure monitoring. *Am J Hypertens* 1996;9:1-11.
- Reeves RA. Patient and environmental factors affecting ambulatory blood pressure monitoring. *Clin Invest Med* 1991;14(3):218-223.
- Rodeheffer RJ, Gerstenbluth G, Becker LC, Fleg JL, Weisfeldt ML, et al. Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: cardiac dilatation and increased stroke volume compensate for a diminished heart rate. *Circulation* 1984;69:203-216.
- Rowlands DB, Ireland MA, Glover DR. The relationship between ambulatory blood pressure and echocardiographically assessed left ventricular hypertrophy. *Clin Sci* 1981;61:101-103.
- Rowlands DB, Glover DR, Ireland MA, McLeay RAB, Stallard TH, et al. Assessment of left ventricular mass and its response to antihypertensive treatment. *Lancet* 1982;1:467-470.
- Sanden A, Axelsson A. Comparison of cardiovascular responses in noise-resistant and noise-sensitive workers. *Acta Otolaryngol* 1981;92:75-100.
- Sokolow M, Werdegar D, Kain HK, Hinman AT. Relationship between the level of blood pressure measured casually and by portable recorders and severity of complications in essential hypertension. *Circulation* 1966;34:279-298.
- Talbott E, Helmkamp J, Mathews K, Kuller L, Cottingham E, et al. Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss, and the epidemiology of high blood pressure. *Am J Epidemiol* 1985;121:501-514.
- Talbott OE, Findlay RC, Kuller LH, Lenkner LA, Matthews KA, et al. Noise-induced hearing loss: A possible marker for high blood pressure in older noise-exposed populations. *J Occup Med* 1990;32(8):690-697.
- Tarter SK, Robins TG. Chronic noise exposure, high-frequency hearing loss, hypertension among automotive assembly workers. *J Occup Med* 1990;32(8):685-689.
- Verbeek JHAM, van Dijk FJH, de Vries FF. Non-auditory effects of noise in industry. IV. A field study on industrial noise and blood pressure. *Int Arch Occup Environ Health* 1987;59:51-54.
- White WB, Schulman P, McCabe JE, Dey HM. Average daily blood pressure, not office pressure, determines cardiac function in patients with hypertension. *JAMA* 1989;261:873-877.