

제강소 장기근무자의 소음 노출 및 청력손실과 혈압과의 관계에 관한 연구

경북대학교 의과대학 예방의학교실

하명화 · 김두희

=Abstract=

Long term noise exposure of steel mill workers, hearing loss and blood pressure

Myung Wha Ha, Doohee Kim

Department of Preventive Medicine and Public Health
School of Medicine, Kyungpook national University

A cross-sectional study was conducted to investigate the effect of long term noise exposure on blood pressure among steel mill workers. The workers participated in periodic medical examinations performed from August 27 to September 6 in 1990. Examined were 1,034 workers with high-level noise exposure(average 91.8 ± 5.2 dB(A)) and 390 workers with low-level noise exposure(average 75.2 ± 4.6 dB(A)). No significant difference was found in systolic or diastolic blood pressure between the two exposure groups. Prevalence of hypertension (≥ 160 mmHg systolic or ≥ 100 mmHg diastolic) was higher in a younger age group (≤ 40 years old) of high-level noise exposure than of low-level noise exposure. However, the difference was not statistically significant. Furthermore, in younger ages, prevalence of hypertension appeared to be higher in the hearing loss group (≥ 25 dB at 1000Hz or ≥ 40 dB at 4000Hz in at least one ear) than in the normal hearing group. From multiple regression analysis, hearing loss, body mass index, age, alcohol and family history of hypertension were proven to be predictors of diastolic blood pressure ($p < 0.02$). When regression was performed for each age group, hearing loss was a strong predictor of diastolic pressure in the younger age group ($p < 0.01$).

Key words: steel mill, noise, hearing loss, hypertension, diastolic pressure.

I. 서 론

소음은 우리 주변의 일상 생활에서 뿐만 아니라 여러 종류의 산업장에서 많은 사람들이 노출되어 청력 손실을 초래하는 외에도 심장 및 순환기계, 내분비계, 신경계 및

소화기계 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Anti-caglia와 Cohen, 1970). 특히 소음에 노출되고 있는 동안에는 뇌하수체 호르몬이 분비되고 부신피질 자극 호르몬이 항진되어 혈관 내의 epinephrine과 norepinephrine의 작용이 증가하여 혈압이 상승하게 되는데 장기간 동안의 소음폭로가 호르몬 분비에 어떤 영향을 미치는 지에 대해서는 잘

알려지지 않고 있다(Last, ed, 1986). 단시간 동안의 소음 폭로에 의해서 혈압이 상승하는 것은 비교적 잘 밝혀져 있는 반면에(Moskov 등, 1977; Andren 등, 1981; 이종영, 1984; Eggertsen 등, 1987), 장기간의 소음폭로가 고혈압을 유발시키는지에 대해서는 아직까지도 논란의 대상이 되고 있다.

즉, Peterson 등(1981)은 윈송이에게 장기간의 소음폭로를 주어 혈압이 상승되었음을 보고하였으나, Borg와 Muller(1978, 1982)는 쥐의 일생 동안에 소음에 폭로시켰으나 혈압의 상승을 관찰하지 못하였다고 보고하였다.

Parvizpoor(1976), Manninen과 Aro(1979), Singh 등(1982), Yiming 등(1985)과 Wu 등(1987)은 작업장에서의 소음폭로로 고혈압 유병률이 증가되거나 혈압이 상승된 것을 보고하였다. 그러나 Lees와 Roberts(1979)는 퇴행성 심장 순환계의 상태와 고혈압은 노인성 난청의 시작과 더불어 그 정도와 관계가 있는 것이라고 하였으며, 산업장 소음의 폭로가 고혈압 유발과 관계가 있는지에 대해서는 분명치 않다고 하였다. 한편 Malchaire와 Mullier(1979)는 작업장 소음의 노출이 고혈압 유병률을 증가시키지 않았다는 후향성 연구의 결과를 보고하였다.

소음 폭로 자체보다는 이로 인한 청력손실 여부가 혈압 상승 및 고혈압 유병률에 차이를 보이는데 대해 연구한 결과에 의하면 Jonsson과 Hansson(1977)은 유의한 증가를 보인다고 하였으나, Hedstrand 등(1977) 및 Takala 등(1977)은 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다.

Talbott 등(1985)은 소음폭로가 비만도지수(body mass index), 음주, 고혈압 가족력 등의 혼란요인을 배제한 후에 수축기 및 이완기 혈압의 상승을 유발시키지 않았으나, 청력 손실이 은 군에서 고혈압의 유병률이 통계적으로 유의하게 증가한 것을 보여 주었다. 김종화와 이충렬(1987)의 연구 조사에서는 고소음 작업장과 저소음 작업장 근로자 사이에 고혈압 유병률에는 차이가 없었으나 청력 손실 정도와 이완기 혈압과 유의한 관계를 보였다.

이와 같이 소음의 노출 또는 청력 손실과 고혈압과의 관계를 본 연구들에서 일정치 않은 결과를 보여주고 있다. 소음의 노출이 혈압을 상승시킨다거나 청력 손실이 혈압을 상승시킬 것이라는 가설은 전향성 연구가 아니면 정확한 인과관계를 보기가 어려울 것이나 실제로 작업장 근로자들에게서 이 결과를 관찰하기란 쉽지 않다. 특히 혈압은 연령이 많아짐에 따라 상승하므로 연령을 고려하지 않는다면 소음폭로 기간이 길어진다는 것은 연령이 많아짐을 의미하

므로 마치 소음의 폭로가 혈압을 상승시키는 것처럼 보일 수 있다. 이외에도 혈압을 상승시키는 요인으로 흡연, 음주, 비만 및 고혈압 가족력 등이 있어 이들 요인에 의한 영향을 배제하여야 순수하게 소음의 폭로 또는 소음폭로로 인한 청력손실과 혈압과의 관계를 밝힐 수 있을 것이다.

본 연구는 단면적 연구방법으로 연령, 흡연, 음주, 비만도 지수, 고혈압 가족력, 사격폭로 여부 및 이질환 등의 혼란 요인을 고려하여 소음폭로의 정도가 심한 작업장 근로자와 소음이 그리 심하지 않은 작업장 근로자사이의 혈압이 차이가 나는지 비교하고, 혹은 고주파 영역의 청력 손실과 고혈압 유병률 상승과 관계가 있는지를 조사하여, 실제 작업장에서 소음에 노출되는 근로자들의 건강관리에 도움이 되는 자료를 제공하고저 하였다.

II. 대상 및 방법

대상은 모 철강 공장에 근무하는 근로자로 총수는 2,300 명이었으며, 1990년 8월 27일부터 9월 6일까지 정기 특수 건강진단을 실시하였다. 그 중 미리 제시된 설문지에 답한 1,996명의 근로자들을 조사대상으로 하였다. 이들은 기능직, 기능 행정직 및 일반 관리직으로 구성되어 있으며, 기능직 근로자는 소음의 평균이 $91.8 \pm 5.2 \text{dB(A)}$ (min 81.5, max 103.5)인 고소음부서와 평균 $75.2 \pm 4.6 \text{dB(A)}$ (min 65.1, max 78.6)인 저소음부서로 나누었다.

소음측정은 NA-24 소음측정기(RION Co., LTD, Tokyo Japan)를 사용하였다.

이 공장은 1968년에 설립된 이후 근로자들의 근무부서 간의 이동은 작업의 특성상 극히 제한되었으며, 드물게 같은 부서내에서의 이동이 이루어져 왔다. 소음부서에 근무하는 대부분의 근로자들은 청력보호구 착용을 소홀히 하다가 3년전부터 산업장 보건교육을 시행한 이후 착용하기 시작하였다. 현재 고소음부서 근로자의 73.5%가 청력보호구를 착용한다고 답하였으며 평균 착용 연수는 3년(± 2.6 년)이었다.

건강진단 항목으로는 신장, 몸무게, 혈압측정 및 청력 검사를 실시하였으며, 별도 설문지를 통하여 연령, 과거 및 현재 병력, 고혈압 가족력, 음주, 흡연, 군병력, 사격 폭로 여부와 정도, 과거 및 현재의 소음작업 경력, 귀마개 착용 여부 등을 자세히 조사하였다.

입사 연월일, 근무부서 및 소음작업 여부는 회사 기록 카드를 참고하였으며, 의무실 개인건강기록부에 보관되어

있는 채용 신체검사표에서 입사시의 혈압, 청력상태 및 기타 건강상태를 알 수 있었다.

혈압은 피검자가 검사장에 도착하여 15분 이상 휴식 후 숙련된 정규 간호사 2명에 의해서 수은혈압계를 이용하여 좌위에서 측정하였다. 고혈압의 기준은 노동부의 근로자 건강진단실시규정(1990)에 의해 수축기 혈압이 160mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 100mmHg 이상인 경우를 고혈압으로 하고, 수축기 혈압이 150mmHg 내지 159mmHg 이거나 이완기 혈압이 95mmHg 내지 99mmHg인 경우를 고혈압 주의로, 그 이하를 정상으로 하였다.

청력검사는 훈련된 정규 간호사 2명에 의해 전조사 대상자에게서 소음폭로에 대한 특수건강진단 일차 검사 해당 내용인 주파수 1,000 및 4,000Hz에서의 청력 측정을 양측이에서 시행하였다(노동부, 1989). 청력검사실은 주파수 500, 1,000, 2,000, 4,000 및 8,000Hz에서 음압이 각각 40, 40, 47, 57 및 62dB을 초과해서는 안 되는 국제적 규정(Code of Federal Regulations, 1983)에 맞는 것이어야 하나 청력검사가 사업장에서 이루어져 버스에 설치되어 있는 청력검사에서 실시되었기 때문에 이 기준에서 다소 초과되어 청력검사 결과의 실측치에서 5dB씩을 보정하였다. 또한 소음폭로 근로자 특수건강진단시 소음성 난청 의심으로 정밀검사 대상이 되는 선별 기준은 1,000Hz에서 30dB 이상 또는 4,000Hz에서 40dB이상으로 정해져 있으며(노동부, 1989), ISO 기준(International Organization for Standardization, 1971)은 500, 1,000, 2,000Hz의 영역에서 평균 청력손실이 25dB이 있을 때에 조용한 환경에서 일상회화에 장애를 가져오기 시작한다고 하여 본 연구에서는 이 기준들을 참고로 하여 청력손실의 정의를 최소 가청치가 어느 한쪽이 1,000Hz에서 25dBA 이상이거나 4000Hz에서 40dBA 이상인 경우로 정의하였다.

자료의 분석은 고소음부서와 저소음부서 사이의 평균 혹은 분포 차이를 보기 위해 X^2 -검정 및 t-검정을 하였으며, 고혈압과 관계 있을 것으로 예측되는 인자들의 독립적인 관련성을 보기 위해 중회귀 분석을 실시하였다.

III. 성 적

조사 대상자 1,996명 중 여자 62명과 과거 또는 현재에 이질환(耳疾患)을 앓은 경험이 있거나 두부 외상 또는 양이의 외상이 있어 청력에 영향 받을 수 있는 188명과 연령의 분포, 흡연상태, 교육 정도 및 근무기간 등의 일반적인 특성

이 기능직 근로자와 차이가 있는 기능 행정직 59명 및 일반 관리직 263명은 분석에서 제외하였다.

고소음부서의 남자 기능직 근로자는 1,034명이었고, 저소음부서의 기능직 근로자는 390명이었다.

고소음부서 근로자와 저소음부서 근로자의 일반적인 특성은 표 1과 같다.

평균 연령은 고소음부서 근로자가 37.0 ± 7.4 세이었고, 저소음부서 근로자는 35.7 ± 6.3 세로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 연령군에 따른 분포도 두 부서 사이에 차이를 보였다($p < 0.01$).

두 부서 간의 비만도 지수의 평균은 각각 22.8 ± 2.7 (kg / m^2)과 23.1 ± 2.6 (kg / m^2)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

흡연상태를 보면 현재 흡연자의 경우는 고소음부서 근로자가 69.4%, 저소음부서의 근로자가 69.7%를 보였으며, 과거 흡연자의 경우는 각각 13.7%와 13.3%로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

음주 습관은 고소음부서 근로자가 75.4%, 저소음부서 근로자가 72.1%를 나타내어 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

근무기간은 각각 평균 9.5년과 9.2년으로 두 부서 간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > 0.05$). 소음 노출기간은 전 대상자에게서 현재 뿐만 아니라 과거의 소음 작업장 근무 여부를 묻은 것으로 고소음부서가 평균 9.5년, 저소음부서가 5.1년으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

직계가족의 고혈압력은 부모, 형제 중 한 사람이라도 있다고 대답한 경우에 고혈압력이 있는 것으로 간주하여 각각 9.8%와 8.5%로 나타났으며 두 부서간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

청력손실의 분포는 고소음부서 근로자에서 80.9%, 저소음부서의 근로자가 70.3%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

고소음부서 근로자와 저소음부서 근로자 사이에 1,000 Hz 및 4,000Hz에서의 청력검사의 결과를 비교하면 1,000 Hz에서 보다도 4,000Hz에서 고소음부서 근로자의 청력손실이 저소음부서 근로자에 비해 통계적으로 유의하게 온 것으로 나타났으며($p < 0.01$), 4,000Hz에서의 최소가청치는 두 부서 모두 좌이(左耳)에서 더 높았다(표 2).

연령군에 따라 본 평균 혈압의 분포는 연령이 증가함에 따라 수축기 및 이완기 혈압이 증가함을 보였으며, 같은

Table 1. Comparison of general characteristics of workers in the noisy department and workers in the less noisy department

General characteristics	Workers in the noisy department n=1,034		Workers in the less noisy department n=390	
	No	%	No	%
Age group(years)**				
~29	177	17.1	60	15.4
30~39	471	45.6	227	58.2
40~49	319	30.9	92	23.6
50~	67	6.5	11	2.8
mean±S.D.	37.0(±7.4)**		35.7(±6.3)	
Body mass index (kg / m ² · mean±S.D.)	22.8(±2.7)*		23.1(±2.6)	
Smoking(%)				
Smoker	69.4		69.7	
Exsmoker	13.7		13.3	
Alcohol(%)	75.4		72.1	
Duration of employment (years, mean±S.D.)	9.5(±5.1)		9.2(±4.9)	
Duration of noise exposure(years, mean±S.D.)	9.5(±5.7)**		5.1(±5.8)	
Hearing loss(%) [†]	80.9**		70.3	

** p<0.01 by t-test or x²-test

* p<0.05 by t-test

+ defined as 25dBA at 1,000Hz or 40dBA at 4,000Hz in at least one ear

Table 2. Mean hearing levels in workers in the noisy department and workers in the less noisy department

Frequency (Hz)	Workers in the noisy department n=1,034		Workers in the less noisy department n=390	
	Mean(dBA)	S.D.	Mean(dBA)	S.D.
		Left ear		
1,000	23.1	± 6.6	22.8	± 5.8
4,000	27.9**	±17.5	19.6	±13.8
		Right ear		
1,000	23.5**	± 6.9	22.1	± 5.0
4,000	27.3**	±17.7	18.2	±12.9

** p<0.01 by t-test

Table 3. Comparison of mean systolic and diastolic pressures between workers in the noisy department and workers in the less noisy department

Age group (years)	Workers in the noisy department n=1,034			Workers in the less noisy department n=390		
	No	Mean(mmHg)	S.D.	No	Mean(mmHg)	S.D.
	Systolic pressure*					
~29	177	126.7	±13.6	60	128.3	±13.2
30~39	471	126.5	±15.1	227	125.6	±15.3
40~49	319	130.1	±16.7	92	130.5	±15.9
50~	67	135.4	±20.0	11	139.1	±19.2
	Diastolic pressure*					
~29	177	78.4	±10.7	60	79.8	±10.7
30~39	471	78.9	±10.9	227	79.8	±11.1
40~49	319	82.0	±11.7	92	82.2	±12.4
50~	67	86.3	±14.8	11	90.0	±12.6

* p>0.05 by t-test

Table 4. Comparison of prevalence of hypertension by hearing loss stratified by age group between workers in the noisy and less noisy departments

Age group (years)	Hyper-tension	Noisy department n=1,034			Less noisy department n=390		
		Hearing loss N	Normal %	Total	Hearing loss N	Normal %	Total
~29	N	115(87.8)	43(93.5)		42(91.3)	13(92.9)	
	B	5(3.8)	1(2.2)		2(4.3)	1(7.1)	
	H	11(8.4)	2(4.3)	13(7.3)	2(4.3)	—	2(3.3)
30~39	N	335(87.7)	78(87.6)		138(87.3)	61(88.4)	
	B	13(3.4)	6(6.7)		7(4.4)	3(4.3)	
	H	34(8.9)	5(5.6)	39(8.3)	13(8.2)	5(7.2)	18(7.9)
40~49	N	213(80.4)	45(83.3)		51(82.3)	22(73.3)	
	B	14(5.3)	2(3.7)		2(3.2)	4(13.3)	
	H	38(14.3)	7(13.0)	45(14.4)	9(14.5)	4(13.3)	13(14.1)
50~	N	6(75.0)	39(66.1)		4(50.0)	3(100.0)	
	B	1(12.5)	2(3.4)		—	—	
	H	1(12.5)	18(30.5)	19(28.4)	4(50.0)	—	4(36.4)
Total	H	101(12.1)	15(7.6)	116(11.2)	28(10.2)	9(7.8)	37(9.5)

* p>0.05 by x²-test

N : Normal, B : Borderline hypertension, H : Hypertension

연령군 안에서는 두 부서 사이의 수축기 및 이완기 혈압의 차이가 없었다($p>0.05$, 표 3).

표 4는 고소음부서와 저소음부서간에 고혈압 유병률을 연령군의 분포 및 청력손실 여부에 따라서 비교한 결과이다. 두 부서 사이에 고혈압 유병률을 연령의 분포에 따라서 비교하면 39세 이전에는 고소음부서 근로자의 유병률이 저소음부서 근로자에 비해 더 높았으며, 40~49세 사이의 연령군에서는 차이가 없었고, 50세 이상에서는 오히려 저소음부서에서 더 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($p>0.05$). 청력손실 분포는 낮은 연령군에서는 비슷한 양상을 보였으며, 연령이 증가함에 따라 고소음부서에서는 증가하다가 50세 이상의 연령군에서 갑작스런 감소를 보이며, 저소음부서에서는 감소하는 추세를 보인다. 청력손실군만을 두 부서 사이에 비교한 경우 고혈압 유병률이 30세 이하의 연령군에서는 고소음부서가 더 높고, 30세 이후에서는 점차 차이를 보이지 않다가 50세 이후에서는 오히려 저소음 부서에서 더 높았다. 정상 청력군과 손실군을 비교하였을 때에 50세 이전의 연령군에서 청력손실군에서 고혈압 유병률이 높았으며 특히 30세 이전의 소음부서에서 차이가 현저하였다.

수축기 및 이완기 혈압과 관계 있을 것으로 예측되는

인자들의 독립적인 관련성을 보기 위해 중선형 회귀분석을 해보았다. 질적 변수(categorical variable)로 흡연상태는 비흡연자, 과거 흡연자 및 흡연자의 3척도로 나누었고, 음주 습관은 음주자와 아닌 경우로, 고혈압 가족력은 직계 가족만을 포함하여 없는 경우와 있는 경우로 하고, 소음 노출 여부는 고소음부서와 저소음부서로, 청력손실 여부는 정상청력군과 손실군으로 나누었고, 사격 폭로는 그 정도에 따라 4척도로, 귀마개 착용 여부는 착용한 경우와 안한 경우 나누었다. 소음노출기간은 5년 이하, 5년에서 10년까지와 10년 이상의 3척도로 나누었다. 연령과 비만도지수는 양적 변수(continuous variable)로 하여 분석을 시행하였다.

수축기 혈압을 예측할 수 있는 요인으로는 비만도지수, 연령, 고혈압 가족력, 음주상태이었으며(표 5), 이완기 혈압의 예측요인은 청력손실 여부, 비만도지수, 연령, 음주상태, 고혈압 가족력이었다(표 6).

연령군에 따라 각종 중회귀 분석을 시행한 결과 30세 이전의 연령군에서는 청력손실과 비만도지수가, 30 내지 39세 연령군에서는 청력손실, 비만도지수, 음주상태, 50세 이상 연령군에서는 비만도지수만이 이완기 혈압의 예견지표로 나타났다($p<0.05$)(표 7).

Table. 5 Multiple regression of systolic pressure on independent variables for workers in the noisy and less noisy departments

Variable	Regression coefficient	Standard error	Beta coefficient	p value
Hearing loss ¹	1.413	1.009	0.037	0.161
BMI(kg / m ²)	1.002	0.159	0.168	0.000
Age	0.325	0.070	0.147	0.000
Alcohol ¹	2.676	0.963	0.074	0.006
Smoking ²	-1.081	0.554	-0.052	0.051
Family history ¹	5.864	1.407	0.109	0.000
Gunshot ³	-0.227	0.587	0.010	0.700
Ear plug ¹	-0.341	0.926	-0.010	0.713
Departments ⁴	0.755	0.999	0.021	0.450
Noise duration ⁵	-0.575	0.591	-0.032	0.330

1. coded as 1(no) 2(yes)

2. coded as 1(no) 2(exsmoker) 3(smoker)

3. History of gunshot exposure :
coded as 1(no) 2(mild) 3(moderate) 4(severe)

4. coded as 1(noisy) 2(less noisy)

5. coded as 1(-5years) 2(5-10years) 3(10years-)

Table 6. Multiple regression of diastolic pressure on independent variables for workers in the noisy and less noisy departments

Variable	Regression coefficient	Standard error	Beta coefficient	p value
Hearing loss ¹	2.952	0.725	0.105	0.000
BMI(kg / m ²)	0.070	0.114	0.244	0.000
Age	0.253	0.050	0.156	0.000
Alcohol ¹	1.705	0.692	0.064	0.014
Smoking ²	-0.388	0.398	-0.025	0.330
Family history ¹	2.427	1.011	0.062	0.017
Gunshot ³	-0.078	0.422	0.000	0.853
Ear plug ¹	-0.885	0.666	-0.037	0.184
Departments ⁴	0.226	0.718	0.000	0.753
Noise duration ⁵	-0.364	0.424	-0.028	0.391

1. coded as 1(no) 2(yes)
2. coded as 1(no) 2(exsmoker) 3(smoker)
3. coded as 1(no) 2(mild) 3(moderate) 4(severe)
4. coded as 1(noisy) 2(less noisy)
5. coded as 1(-5years) 2(5-10years) 3(10years-)

Table 7 Multiple regression of systolic and diastolic blood pressure on independent variables stratified by age group

Age group	Variable	Systolic blood pressure		Diastolic blood pressure	
		B	p value	B	p value
-29	Hearing loss	3.625	0.073	4.144	0.010
	BMI	0.730	0.031	0.599	0.025
	R ²	0.060		0.070	
30-39	Hearing loss	0.128	0.927	3.061	0.002
	BMI	1.183	0.000	1.240	0.000
	Family history	6.787	0.000	3.128	0.014
	R ²	0.067		0.111	
40-49	BMI	0.876	0.004	1.063	0.000
	Alcohol	4.878	0.010	3.079	0.020
	R ²	0.055		0.100	
50-	BMI	2.023	0.030	1.958	0.004
	R ²	0.159		0.203	

* Noise duration, departments, gunshot exposure and use of ear protector were not significant predictors.

Ⅳ. 고 찰

혈압과의 관계를 밝히는 것은 그리 쉽지 않다. 혈압에 영향을 미칠 수 있는 위험 요인으로는 연령, 흡연, 음주, 비만 및 고혈압 가족력 등이 있으며, 소음이 혈압에 영향을 주는 지를 보기 위해서는 이 요인들을 고려하여야 한다.

장기간 소음에 노출되면 소음성 난청이 오는 것은 잘 알려져 있다. 청력손실은 소음 노출에 의한 것 외에도 이질 환, 이의상, 약물 및 노인성 난청 등으로 올 수 있다 (Berger, 1986).

본 조사에서는 소음 노출 작업장에서 실시하는 특수건강 진단 항목인 1,000 및 4,000Hz에서의 좌, 우 최소가청치만을 조사하였기 때문에 그외의 주파수에서는 최소가청치를 알 수 없었으나, 소음으로 인한 청력손실은 특이하게 4,000Hz에서 나타나므로(Berger, 1986) 청력손실 여부를 보기 위해 4,000Hz에서의 최소 가청치를 고려하였다.

4,000Hz에서의 좌이 최소가청치가 우이 최소가청치보다 고소음부서 및 저소음부서 모두 높게 나타났는데 이는 Glorig 와 Roberts(1965)에 의해 이루어진 조사에서 소음의 노출로 인한 청력손실의 경우 좌이의 청력이 우이의 청력보다 더 많이 떨어진 것과 일치하는 것으로 그 이유는 좌이와 우이가 구조적으로 차이가 있거나 사격 폭로시 좌이가 더 많이 노출되기 때문일 것이라고 생각되나 확실한 이유는 밝혀지지 않았다고 하였다.

입사시 채용 신체검사의 결과를 보면 청력검사조건 및 혈압이 모두 정상이었다. 청력검사 결과는 1,000Hz에서의 좌, 우 최소가청치만을 보았기 때문에 입사 전의 소음 노출로 인한 청력손실 부분은 알 수 없었으나 입사 전 및 입사 후의 소음작업 경력을 참고하였다.

고소음부서와 저소음부서 사이에 평균 수축기 및 이완기 혈압을 비교하였을 때에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 조사 대상 전체의 고혈압 유병률은 10.7%이었으며, 소음부서는 11.2%, 저소음부서는 9.5%로 소음의 노출이 비교적 낮았던 일반 남자집단의 고혈압 유병률이 6.9% (김정순, 1983)이었던 것에 비교하면 모두 높은 유병률을 보였다.

청력손실 분포는 고소음부서 및 저소음부서 모두 고연령층에 비해 저연령층에서 더 높았다. 고혈압 유병률은 고소음부서에서 저소음부서에 비해 저연령층에서 높은 경향을 보였으며, 역시 저연령층에서 정상 청력군보다 청력손실군에서 높은 유병률을 보였다. Manfred 등(1991)의 조사 결과에 따르면 작업 도중 측정된 혈압이 저연령층에서 고소음부서 근로자가 저소음부서 근로자에 비해 더 높은 결과를 보였는데 이는 본 조사의 결과와 일치하는 것으로, 건강한 사람에서 연령이 증가하면 β 교감신경 자극에 대한 심혈관계의 반응이 감소하기 때문이라고 하였다.

혈압에 영향을 줄 수 있는 여러 인자들을 고려하기 위한

중회귀 분석의 결과에 의하면 청력손실 여부가 수축기 혈압보다는 이완기 혈압을 예측하는 요인으로 나타났는데 이는 Talbott(1985) 및 김종화와 이충렬(1987)의 조사 결과와 일치하는 것이었다. Talbott(1985)는 금속 조립공장에서 평균 소음 89dB(A) 이상의 고소음부서 근로자 197명과 평균 81dB(A) 이하의 저소음부서 근로자 169명을 비교한 단면 조사에서 두 부서간에 평균 수축기 및 이완기 혈압의 차이를 보이지 않았으나, 고소음부서와 저소음부서의 고연령자에서 혈압에 대한 다른 위험 요인들을 고려하였을 때에 심한 소음성 난청이 이완기 고혈압과 관계가 있는 것으로 나타났다. Malchaire와 Mullier(1979)의 조사 연구에서도 95dB(A) 정도의 작업장 소음에 노출된 근로자들과 소음에 노출되지 않은 근로자들 사이에 고혈압 유병률을 비교하였을 때에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 1,000, 2,000, 3,000Hz에서의 평균 청력손실이 25dB 이상의 군에서 25dB 이하의 정상 청력군에 비해 30~39세 연령군에서 고혈압 유병률이 더 높았다.

다른 연구자들도 소음의 폭로가 수축기 혈압보다는 이완기 혈압의 증가와 관계가 있는 것을 관찰하였다(Mosskov; 1977, Lennart 등; 1980).

Fouriaud 등(1984)에 의해 이루어진 사회경제적 여건이 혈압에 미친 영향을 조사한 것을 보면 일반적으로 작업이 경하고, 계속 앉은 자세를 취하는 경우 낮은 혈압을 보이는 경향이 있으나 직업의 종류를 고려했을 때에 작업의 강도와 자세는 혈압에 별 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 한편 85dB(A) 이상의 소음 노출 및 일관 작업(assembly line work)이 수축기 혈압에 영향을 주었다고 하였다. 직업의 종류에 따라서 축적된 효과가 혈압에 영향을 미치게 되는 요인으로는 기능직 근로자에게서 보이는 비만, 유전적 요인 및 영양섭취 정도가 주요한 역할을 하였다고 보았다.

본 조사에서는 혈중 지질 농도와 소음 노출에 의한 효과를 고려하지 못하였고 비만도 지수를 고려하였다. 많은 역학적 조사에서 혈중 지질 농도의 차이가 소음에 노출시 청력손실 정도에 영향을 미친다고 하였다(Spencer, 1973; Cunningham, 1974; Axelsson과 Lindgren, 1985; Berger, 1986; Pillsbury, 1986).

Cunningham(1974)은 소음에 노출되었을 때에 혈중 지질 농도가 높은 군에서 고주파 영역의 청력손실이 더 많음을 발견하였다. 혈중 지질 농도가 올라가면 내이의 혈관에 동맥경화가 오게 되고, 특히 고주파 영역의 음을 감지하는 와우각의 기저막에 허혈성 변화(ischemic change)를 초래하

여 소음 노출시 청력손실에 더 많은 영향을 미치게 된다고 하였다.

Axelsson과 Lindgren(1985)는 소음 작업장에 근무하는 근로자중 혈중 콜레스테롤이 더 높은 군에 고주파 영역의 청력손실이 온 것을 발견하였다. 소음은 혈중 콜레스테롤치를 높일 뿐만 아니라 와우각으로 가는 혈관에 수축 또는 혈류의 장애를 일으켜 이외상(ototraumatic) 효과를 갖게 되며, 이로 인한 대사 장애로 감음성 난청을 초래한다고 하였다.

Pillsbury(1986)는 쥐의 실험에서 소음, 고혈압, 고지질혈증 및 청력손실의 관계에 대해서 조사하였는데, 유전적인 고혈압을 갖는 쥐에서 고지질 식이를 시킨 결과 평균 95 dB(A)의 만성적인 소음에 노출시켰을 때 청력손실이 더 많이 온 것을 발견하였다. 고혈압이 있으면서 고지질 식이를 한 쥐에게 소음의 노출을 시키지 않은 경우에는 청력손실이 오지 않았다. 이는 고혈압과 고지질 식이가 소음의 노출에 대해 상승작용을 하여 청력손실을 초래한 것을 나타내는 것이다.

Borg(1978, 1981)는 유전적으로 본태성 고혈압을 갖는 쥐와 정상 혈압의 쥐를 소음에 일생 동안 노출시킨 결과 본태성 고혈압의 쥐에게서 청력손실의 정도가 심한 것을 발견하였다. 한편 Rosen과 Olin(1964)은 고혈압 또는 고지질 혈증을 동반한 동맥경화증이 있는 집단에서 노인성 난청이 더 빨리 온 것을 관찰하였는데 이는 내이로 가는 혈류를 감소시키고 허혈성 변화를 초래하여 온 결과라고 하였다. 이들 연구의 결과는 청력손실이 고혈압을 유발시키는 것이 아니라 고혈압이 있거나 혈중 지질 농도가 높거나 고혈압이 있는 사람에게 소음 폭로시 청력손실이 더 잘 올 수 있을 것이라는 것을 짐작하게 한다.

Talbott(1990)의 연구 조사에서는 청력손실을 3,000, 4,000, 5,000Hz에서의 최소가청치가 65dB 이상인 경우로 정의하였으며, 4,000Hz에서의 평균 최소가청치가 68.0 dB 인 고령의 소음 노출군에서 온 청력손실이 언어 식별 장애로 일상생활의 장애와 정신적 스트레스로 작용하여 고혈압을 유발시켰다고 보았으나, 본 조사에서는 청력손실을 한쪽 귀의 최소가청치가 1,000Hz에서 25dB 이상 또는 4,000Hz에서 40dB 이상인 경우로 정의하였으며, 4,000Hz에서의 평균 최소가청치가 고소음부서에서 27.6dB이고 전 청력손실군에서 28.8dB로 30세 이전의 연령군에서 이미 청력손실이 이완기 혈압과 관계 있는 것으로 나타났기 때문에 청력손실이 사회생활 장애와 정신적 스트레스를 주어 혈압의 상승과

관계가 있다고 보기에는 어렵다.

본 조사의 연구 방법은 단면 조사로 청력손실과 혈압과의 관계는 볼 수 있지만 어느 것이 선행되었는지는 잘 알 수 없는 제한점이 있다. 이를 더 자세히 밝히기 위해서는 전향성 연구 방법을 시행하는 것이 바람직하다.

이 연구의 제한점으로는 근로자 정기 건강진단을 이용하였기 때문에 전 조사대상자에게서 청력 정밀검사를 하지 못하였다는 점과, 작업 도중에 혈압을 측정하였기 때문에 일정시간 휴식을 취하였다고 하더라도 정확한 혈압측정이 어려웠다는 점이다. 또한 한 공장 내에서 대조군을 설정한 것은 소음 노출 여부를 제외한다면 근무기간 등의 여러 일반적인 특성이 비슷할 수 있는 장점이 있는 반면에, 소음의 노출이 전혀 없는 일반적 특성이 비슷한 대조군과 비교할 때에 비해 순수하게 소음이 혈압에 미치는 영향을 파악할 수 있는 힘이 감소되었을 것이다.

소음 장기 노출이 고혈압을 유발시키는지에 대해서는 앞으로 연구가 더 이루어져야 할 것이다. 본 조사의 결과로는 연령이 낮을수록 소음의 폭로와 혈압의 상승이 관계가 있는 것으로 나타났으며, 소음의 폭로로 인한 청력손실이 특히 이완기 혈압의 상승과 관계가 있으므로 소음 작업장에 근무하는 근로자들을 소음의 노출로부터 보호할 수 있도록 산업장 보건교육을 통하여 소음보호구 착용을 철저히 할 수 있도록 하여야겠다.

VI. 요 약

모 철강공장에서 1990년 8월 27일부터 9월 6일까지 실시되었던 정기 특수건강진단에 참여한 근로자 중 평균 소음 노출이 91.8 ± 5.2 dB(A)인 고소음부서 기능직 근로자 1,034명과 75.2 ± 4.6 dB(A)인 저소음부서 기능직 근로자 390명 사이에 고혈압(수축기 160mmHg 이상 또는 이완기 100mmHg 이상) 유병률을 비교하고, 청력손실(1,000Hz에서 25dB 이상 또는 4,000Hz에서 40dB 이상) 여부와 고혈압 유병률과의 관계를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

고소음부서와 저소음부서 사이에 평균 수축기 및 이완기 혈압의 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

고소음부서와 저소음부서 사이의 고혈압 유병률은 통계적으로 유의하지는 않았으나 39세 이내의 연령군에서는 고소음부서에서 더 높았으며, 40~49세 사이의 연령군에서는 차이가 없었고, 50세 이상의 연령군에서는 오히려 저소음부서에서 높은 경향을 보였다.

고혈압 유병률은 고연령군에서 보다 저연령군의 청력손실 군에서 정상 청력군에 비해 통계적인 유의성이 없었으나 더 높은 경향을 보였다.

청력손실, 비만도지수, 연령, 음주습관 및 고혈압 가족력이 이완기 혈압의 예견지표였다($p < 0.02$).

청력손실은 특히 40세 이전의 연령군에서 주요 이완기 혈압 예견지표로 나타났다($p < 0.01$).

참고문헌

- 근로자 특수건강진단 방법 및 직업병 관리기준, 노동부, 1989 : 369-373.
- 김정순, 정문호, 윤희섭, 전인숙, 이인숙, 허봉렬. 뇌혈관 질환의 위험 요인에 관한 연구. 한국역학회지 1983 ; 5(1) : 55-66
- 김중화, 이충렬. 소음성 청력손실이 혈압에 미치는 영향에 관한 조사연구. 예방의학회지 1987 ; 20(2) : 205-215
- 노동부 근로자 건강진단 실시 규정, 1990
- 이종영. 섬유공장의 소음이 근로자들의 혈압에 미치는 영향. 예방의학회지. 1984 ; 17 : 25-29
- Andren L, hansson L, Bjorkman M. Hemodynamic effects of noise exposure before and after beta-selective and non-selective beta-adrenoceptor blockade in patients with essential hypertension. Clin Sci 1981 ; 61 : 89-91
- Anticaglia L, Cohen A. Extra-auditory effects of noise as a health hazard. Am Ind Hyg Assoc J 1970 ; 31 : 277-281
- Axelsson A, Lindgren F. Is there a relationship between hypercholesterolemia and noise-induced hearing loss? Acta otolaryngol 1985 ; 100 : 379-386
- Berger EH, Ward WD, Morrill JC, Royster LH. Noise and hearing conservation Manuver. Akin, Ohio : American Industrial Hygiene Association : 1988
- Borg E. Noise, hearing and hypertension. Scand Audiol 1981 ; 10 : 125-126
- Cunningham DR, Goetzinger CP. Extra-high frequency hearing loss and hyperlipidemia. Audiology 1974 ; 13 : 470-484
- Department of Labor Occupational Noise Exposure Standard, Code of Federal Regulations, Title 29, Chapter XVII, Part 1910, Subpart G, 36 FR 10466, May 29, 1971; Amended 48 FR 9776-9785, March 8, 1983
- Eggertsen R, Svensson A, Magnusson M, Anderson L. Hemodynamic effects of loud noise before and after central sympathetic nervous stimulation. Acta Med Scand 1987 ; 221 : 159-64
- Fouriaud C, Jacquinet-Salord MC, Degoulet P, Aime F, Lang T, Laprugne J, Main J, Oeconomos J, Phalente J, Prades A. Influence of socioprofessional conditions on blood pressure levels and hypertension control. Am J Epidemiol 1984 ; 120 : 72-86
- Hedstrand H, Drettner B, Klockhoff I, Svedberg A. Noise and blood pressure. Lancet 1977 ; 2 : 1291
- Glorig A, Roberts J. National center for health statistics : hearing levels of adults by age and sex. Vital and Health Statistics. PHS Publication number 1000-Series 11, No. 11, 1965. Public Health Service. US Government Printing Office. Washington, D.C.
- Green MS, Schwartz K, Harari G, Najenson T. Industrial noise exposure and ambulatory blood pressure and heart rate. J Occ Med 1991 ; 33(8) : 879-883
- Hedstrand H, Drettner B, Klockhoff I, Svedberg A. Noise and blood pressure. 1977 ; 2 : 1291
- International Organization for Standardization : Assessment of Occupational Noise Exposure for Hearing Conservation Purposes. (Recommendation R 1999), 1971.
- Jonsson A, Hansson L. prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood-pressure in man. Lancet 1977 ; 1 : 86-7
- Last JM, ed. Maxcy-Rosenau Public health and preventive medicine. 12th ed, Appleton-Century-Crofts/Norwalk, Connecticut, 1986
- Lees REM, Roberts H. Noise-induced hearing loss and blood pressure. Can Med Assoc J 1979 ; 120 : 1082-1084
- Lennart A, Lennart H, Martin B. Noise as a contributory factor in the development of elevated arterial pressure. Acta Med Scand 1980 ; 207 : 493-502
- Malchaire JB, Mullier M. Occupational exposure to noise and hypertension : a retrospective study. Ann Occ Hyg 1979 ; 22 : 63-66
- Manninen O, Aro S. Noise-induced hearing loss and blood pressure. Int Arch Occup Environ Health 1979 ; 42 : 251-6
- Mosskov JI, Ettema JH. Extra-auditory effects in short-term exposure to aircraft and traffic noise. Int Arch Occup Environ Health 1977 ; 40 : 165-73
- Parvizpoor D. Noise and prevalence of high blood pressure among weavers in Iran. J Occ Med 1976 ; 18 : 730-731
- Peterson EA, Augenstein JS, Tanis DC, Augenstein DG. Noise raises blood pressure without impairing auditory sensitivity. Science 1981 ; 211 : 1450-1452
- Pillsbury HC. Hepertension, hyperlipoproteinemia, chronic exposure : is there synergism in cochlear pathology? Laryngoscope 1986 ; 96 : 1112-1138

- Rosen S, Olin P. *Relation of hearing loss to cardiovascular disease. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1964 ; 68 : 433-440
- Singh AP, Rai RM, Bhatia MR, Nayar HS. *Effect of chronic and acute exposure to noise on physiological functions in man. Int Arch Occup Environ Health* 1982 ; 50 : 169-174
- Spencer JT. *Hyperlipoproteinemias in the etiology of inner ear disease. Laryngology* 1973 ; 83 : 639-678
- Takala J, Varke S, Vaheeri E, Sievers K. *Noise and blood pressure. Lancet* 1977 ; 2 : 974-975
- Talbott EO, Findlay RC, Kuller LH, Lenkner LA, Matthews KA, Day RD, Ishii EK. *Noise-induced hearing loss : a possible marker for high blood pressure in older noise-exposed populations. J Occ Med* 1990 ; 32(8) : 690-697
- Talbott E, Helmkamp J, Matthews K, Kuller L, Cottington E, Redmond G. *Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss and the epidemiology of high blood pressure. Am J Epidemiol* 1985 ; 121 : 501-514
- Wu TN, Ko YC, Chang PY. *Study of noise exposure and high blood pressure in shipyard workers. Am J Ind Med* 1987 ; 12 : 431-438
- Yiming Z, Shuzheng Z, Selvin S, Spear RC. *A dose response relation for noise induced hypertension. Br J Ind Med* 1991 ; 48(3) : 179-184