

모 자동차 공장의 소음폭로와 혈압에 관한 연구

김 성 천

경희대학교대학원 환경학과

A Study on Noise Exposure Dose and Blood Pressure in an Automobile

Seong Cheon Kim

Dept. of Environment, School of Kyunghee University

ABSTRACT

This study was carried out to investigate age, noise intensity, work period, hearing loss at frequencies, hypertension and to examine correlation of the total quantity of noise exposure(Dose) and blood pressure (Response) in the auto industry during May 1987--December 1987. To perform this study 65 workers were tested.

Results of this study were as follows :

1. In frequency analysis, the C5-dip phenomenon occurred around 4000 Hz.
2. Between under of ten years group and over of ten years group, average hearing loss value was statistically significant ($P < 0.05$).
3. The prevalence of hypertension of 65 workers was 7.84%.
4. At 90dB(A) over and 10 years under and workers in the 20's group, the total quantity of noise exposure(Dose) and systolic blood pressure(Response) were statistically significant ($P < 0.05$).
5. At under 10 years of work period group, the total quantity of noise exposure(Dose) and diastolic blood pressure(Response) were statistically significant ($r = 0.234, P < 0.1$).

I. 서 론

자동차산업의 고도화로 많은 근로자들이 강렬한 소음에 계속해서 폭로되고 있다. 이 '원치않은 소리 또는 불쾌한 음'인 소음으로 인해 여러가지 장애, 즉 소음성 난청, 혈압상승, 불면 그리고 내분비계장애 등이 유발되고 있다.¹⁾ 그 중에서 소음으로 인한 소음성난청은 Corti씨 기관의 신경말단

이 손상되어서 생기는 것으로 이 신경수용기에 도달하는 자극이 너무 강렬하면 일시적으로 신경의 전도성이 저하되는 가역적 피로현상인 일시적 난청(Temporary Threshold Shift ; TTS)이 나타나고, 계속해서 소음에 폭로되면 불가역적 변화현상인 영구난청(Permanent Threshold Shift ; PTS)이 나타난다.²⁾ 이것은 일반적으로 고주파수음이 저주파수음 보다 내이에 있는 신경세포에 손상을 주므로 소음폭로 초기에 4000Hz 감수부위에

서 C5-dip 현상이 발생하기 때문이다.³⁾ 또한 소음으로 인한 고혈압 증상은 혈압이 정상이상으로 상승된 상태이며 많은 원인적 인자가 관여한다. 그리고 동맥의 긴장향진으로 혈압이 상승하는 소위 기능적인 본태성 고혈압증이 고혈압의 대부분을 차지하고 있다.

소음과 혈압에 관한 연구들을 살펴보면, 90dB의 소음에 노출된 환자들의 심박출량, 맥박수, 폐동맥압은 노출 전과 후에 변화가 없으나 수축기 혈압은 약간의 변화를 보였고,⁴⁾ 5명의 건강한 남자들을 실험군으로 55, 70 그리고 85Phons의 소음에 노출시켜 30~40phons에 노출된 대조군과 비교하여 맥박이나 혈압에 유의한 변화가 없었다고 보고되었고,⁵⁾ 또 55, 65, 75 그리고 85dB의 소음에 18분간 노출된 13명의 혈압을 조사한 결과 수축기혈압은 감소하고 이완기혈압은 증가한다고 했고,⁶⁾ 기계공장 기사들과 기식공들을 대상으로 혈압증가 여부를 본 결과 대조군과 유의한 차이를 보였다고 했으나,⁷⁾ 소음이 심한 지역 거주자들의 혈압이 소음이 적은 지역 거주자들의 혈압 보다는 높기는 하지만 통계적으로 유의하지는 못하는 것으로 나타났다.⁸⁾

한편, 1989년도 근로자 정기검진결과를 보면 직업병 유소견자 중에서 소음성난청자가 24.8%를 차지하고 있다는 사실로 보아 소음환경에서 근무하고 있는 근로자들의 수가 많다는 것을 알 수 있으며, 소음으로 인한 각종 질환에 시달리고 있다고 짐작해 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 소음환경에 근무하고 있는 근로자들의 소음으로 인한 각종 질환 특히 혈압의 변화에 관한 관계성을 살펴 보고자 하였다. 그래서 근로자들의 소음에 폭로된 총량과 혈압의 관계성에 관한 연구를 통하여 소음환경에서 근무하고 있는 근로자들의 건강관리에 일조가 되고자 함이 본 연구의 목적이다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상 및 방법

본 조사는 1987년 5월 부터 12월 까지 실시된 자동차공장에서 근무하는 20대와 30대의 남자 근로자 65명을 대상으로 하였고, 이들 중 이질환이나 심혈관계질환이 있거나 있었던 사람들은 제외

하여 조사하였으며 조사대상자 65명에 대해서 나이별(I), 소음강도별(II), 근속년수별(III)로 나누어서 여러 인자들을 살펴 보았다. 그리고 소음폭로 허용기준은 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration: OSHA)의 기준에 따라 '1일 8시간 근무시 90dB(A)'로 하였으며, 고혈압은 미국 합동위원회의 기준에 따라 수축기 혈압이 140mmHg 이상이며 이완기 혈압이 90mmHg 이상으로 하였다. 또 소음폭로 총량을 계산<1년간 근무할 수 있는 날 (308일)×소음강도×근무년수>하여 산출된 값을 Dose로 하였고, Response는 혈압(수축기, 이완기)의 값으로 하였다. 본 연구의 통계 처리는 t-test를 사용하였으며 Dose-Response의 상관성을 살펴 보았다.

2. 본 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 제한점은 한 근로자가 계속해서 같은 부서에서 근무했는지의 여부를 알 수 없으므로 정확한 소음폭로 총량을 계산하는 데는 어려움이 있다. 따라서 근로자의 입사시의 건강진단 기록표와 근무부서 이동에 대한 정확한 기록, 그곳의 소음강도 등이 없으면 본 연구의 정확성은 보류될 수밖에 없다.

III. 조사성적 및 고찰

1. 사업장내의 현황

조사대상 사업장의 현황을 보면, 20대와 30대 근로자들이 근무하는 21개 부서 중에서 소음의 허용기준치인 90dB(A)를 초과한 부서는 52.4%인 11개 부서로서 엔진부서 102.3dB(A), 표면처리부서 100dB(A), 사상반 98dB(A)순으로 나타났으며, 청력장해를 유발할 수 있는 85dB(A)~90dB(A)인 곳은 전체의 26.8%인 6개 부서로 나타났다. 그리고 전체 근로자 65명 중에서 90dB(A)을 초과한 부서에서 근무하는 근로자는 67.7%인 44명으로 나타났으며, 85dB(A)~90dB(A)인 곳에서 근무하는 근로자는 18.5%인 12명으로 나타났다. 그리고 전체 근로자 65명의 나이, 근속년수, 평균청력손실치(4분법), 4000Hz에서의 청력손실치, 혈압(수축기, 이완기) 등이 Table 1에 나타나

Table 1. General characteristics of workers in the automobile industry studied

Classification		Mean ± S. D.	Range
Noise intensity, dB(A)		92.8 ± 5.4	84.5~102.3
Age, years		32.6 ± 5.1	21~39
Work period, years		6.6 ± 5.1	0.5~15.5
Average hearing loss, dB		32.5 ± 5.2	15~45
Hearing loss at 4000Hz, dB		50.8 ± 12.5	25~90
Blood pressure, mmHg	Systole	118.8 ± 11.7	100~160
	Diastole	79.5 ± 9.8	60~110

있다.

2. 근무인원 분포

Table 2는 나이별 근무년수별 소음강도의 분포를 나타낸 것인데, 20대가 21명, 30대가 44명으로 전체의 67.7%를 차지하고 있으며, 또 10년 이하군이 51명, 10년 초과군이 14명으로 10년 이하군이 전체의 78.4%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 그리고 30대군이며 10년 이하군의 90dB(A)를 초과하는 곳에서 근무하는 근로자가 21명으로 전체의 32.2%를 차지하고, 다음이 20대군이면서 10년 이하군의 90dB(A)를 초과하는 곳의 근로자가 15명(23.1%)임을 알 수 있다.

Table 2. Distribution of workers by age, work period and noise level

Age	work period dB (A)	10yrs. under		10yrs. over		Total
		≤90	>90	≤90	>90	
20~29		6 (9.2)	15 (23.1)	0	0	21 (32.3)
30~39		8 (12.3)	22 (33.8)	7 (10.8)	7 (10.8)	44 (67.7)
Total		14 (21.5)	37 (56.9)	7 (10.8)	7 (10.8)	65 (100.0)

Note : Percent values are presented in parentheses.

Table 3. Average age, work period, and noise level

Classification	Age, Mean ± S. D.	Work period, Mean ± S. D.	Noise intensity, Mean ± S. D.	Range of noise intensity, dB(A)	Workers of 90 dB(A) over	Workers (%)	
I	20~29	26.3 ± 1.9	2.7 ± 2.0	94.1 ± 5.2	84.8~102.3	16 (24.6)	21 (32.3)
	30~39	35.5 ± 3.0***	8.5 ± 3.6	92.2 ± 5.5	84.5~102.3	28 (43.1)	44 (67.7)
II	≤90dB(A)	33.5 ± 4.6	7.6 ± 4.1	86.0 ± 1.2	84.5~88.7	21 (32.3)	21 (32.3)
	>90dB(A)	32.1 ± 5.7	6.1 ± 4.1	96.1 ± 3.3***	90.3~102.3	44 (67.7)	44 (67.7)
III	≤10yrs	31.1 ± 4.7	5.0 ± 3.1	93.3 ± 5.3	84.5~102.3	37 (56.9)	51 (78.5)
	>10yrs	37.9 ± 1.3***	12.4 ± 1.7	91.0 ± 5.5	84.7~102.3	7 (10.8)	14 (21.5)

***P < 0.005

Note : Percent values are presented in parentheses.

I (Age) II (Noise intensity) III (Work period)

3. 소음현황

Table 3에서 나이군별(I), 소음강도군별(II), 근무년수군별(III)로 구분하여 각군의 소음현황을 살펴보았는데, 평균 나이는 (I), (III)에서 그리고 소음강도에서는 (II)에서 각각 통계적인 차이가 매우 유의하게 나타났다($P < 0.005$). 또 20대 근로자 21명이 평균소음강도 $94.1 \pm 5.2\text{dB(A)}$ 의 높은 소음에 폭로되고 있으며, 10년이하 근로자 51명(78.5%)이 평균소음강도 $93.3 \pm 5.3\text{dB(A)}$ 의 고음에 폭로되고 있다는 사실을 주시해 볼 필요가 있다.

4. 주파수별 청력손실 현황

나이군별(I), 소음강도군별(II), 근무년수군별(III)에 따른 주파수별 청력손실 현황을 보면 (Table 4), (I), (II) 모두에서 각 주파수별로 각군의 통계적인 차이는 없었으나, (III)에서는 4000 Hz에서의 청력손실치와 4분법에 의한 평균청력손실치에서 10년 이하군과 10년 초과군 간에 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 있었다($P < 0.05$). 이것으로 미루어 볼 때 근무년수가 10년을 초과한 근로자들이 10년 이하 근무한 근로자들에 비해 청력손실이 더 크음을 알 수 있다. 여기에서 4분법의 계

산은 500, 1000, 2000, 4000Hz에서의 청력손실치를 합하여 4로 나눈 값으로 하였다. 그리고 (I), (II), (III) 모두에서 400Hz에서 'notch' 현상인 C5-dip 현상을 볼 수 있었다. 또 4분법에 의한 평균청력손실이 25dB을 초과했을 때를 난청이라고 하는데, 양측 난청자수는 조사대상 65명 중에서 57명(87.7%)으로 나타났으며, 각군별로 살펴보면 30대군이 39명(88.6%), 90dB(A) 이하군이 19명(90.5%), 10년 초과군이 14명(100.0%)으로 나타났다.

5. 혈압 현황

Table 5는 나이군별(I), 소음강도군별(II), 근무년수군별(III)로 혈압(수축기, 이완기) 현황을 나타낸 것인데, (I), (II), (III)에서 각군별로 수축기 혈압의 차이는 없었고, (I), (II)에서 각군별로 이완기 혈압의 통계적인 차이가 있었다($P < 0.1$).

그리고 수축기 혈압이 140mmHg 이상이고 이완기 혈압이 90mmHg 이상인 고혈압환자가 총 65명 대상자 중 7명(7.84%)으로 나타났으며, 각군별로 보면 고혈압 유병율이 4.76~7.84%로 나타났는데 이는 저자가 조사한 소음강도에 따른 고혈압 유병율 11.2% 보다는 낮은 수치이었다.⁹⁾ 이

Table 4. Hearing loss by frequency

Mean \pm S.D. Unit : dB

Classification	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	Average hearing loss	No. of hard of hearing(%)
I	20~29	30.2 \pm 6.6	23.8 \pm 6.1	22.6 \pm 5.9	50.9 \pm 15.5	42.6 \pm 24.3	31.9 \pm 5.5 18 (85.7)
	30~39	30.6 \pm 7.3	24.9 \pm 4.8	25.0 \pm 8.4	50.7 \pm 10.7	37.6 \pm 15.8	32.8 \pm 5.0 39 (88.6)
II	$\leq 90\text{dB(A)}$	32.4 \pm 6.7	24.8 \pm 4.2	25.5 \pm 8.8	52.6 \pm 13.1	37.6 \pm 16.7	33.8 \pm 5.2 19 (90.5)
	$> 90\text{dB(A)}$	29.5 \pm 7.1	24.4 \pm 5.8	23.6 \pm 7.1	49.8 \pm 12.0	40.0 \pm 20.1	31.9 \pm 5.1 38 (86.4)
III	$\leq 10\text{yrs}$	30.2 \pm 7.3	24.4 \pm 5.6	23.8 \pm 6.9	48.9 \pm 12.7	38.9 \pm 19.9	31.8 \pm 5.2 43 (84.3)
	$> 10\text{yrs}$	31.4 \pm 6.4	25.0 \pm 4.2	25.7 \pm 10.2	57.7 \pm 8.8*	40.4 \pm 16.2	34.9 \pm 4.3* 14 (100.0)

* $P < 0.05$

I (Age) II (Noise intensity) III (Work period)

는 전자는 20대와 30대 근로자만을 대상으로 하였고 후자는 20대에서 50대 근로자들을 대상으로 하였기 때문이며, 이것으로 미루어 보아 고혈압 유병율이 나이와도 관계가 있을 것이라고 생각이 된다. 그리고 30세 이상의 일반주민의 고혈압 유병율 6.9%(남자)와는 비슷하였다.¹⁰⁾

6. Dose - Response 관계

Table 6은 근로자의 근무년수, 근무날자, 일일

근무시간을 각각 곱하여 계산된 값을 소음폭로총량(Dose)이라 하고, 근로자의 혈압(수축기, 이완기)을 측정하여 Response로 하여 Dose-Response 관계를 살펴 보았다. (I), (II)에서 소음폭로총량이 각군별로 통계적으로 현저한 차이가 있었다($P < 0.005$). 그리고 Dose - Response의 상관성을 살펴보면 소음폭로총량과 수축기혈압간의 관계에서 20대군, 90dB(A)초과군 그리고 10년 이하군에서 95% 유의수준으로 Dose - Response

Table 5. Blood pressure by age, work period, and noise level

Classification	Blood pressure, mmHg	Mean \pm S. D.	Range	A hypertensive (%)	
I	20~29	Systole	116.7 \pm 10.8	100~140	1
		Diastole	76.2 \pm 9.0	60~100	(4.76)
	30~39	Systole	119.8 \pm 12.0	100~160	3
		Diastole	81.1 \pm 9.8*	60~110	(6.82)
II	≤ 90 dB(A)	Systole	116.7 \pm 10.4	100~140	1
		Diastole	77.6 \pm 9.7	60~100	(4.76)
	>90 dB(A)	Systole	119.8 \pm 12.2	100~160	3
		Diastole	80.5 \pm 9.8*	60~100	(6.82)
III	≤ 10 yrs	Systole	120.0 \pm 12.2	100~160	4
		Diastole	79.4 \pm 10.4	60~110	(7.84)
	>10 yrs	Systole	114.3 \pm 8.2	100~130	0
		Diastole	80.0 \pm 7.6	70~90	

* $P < 0.1$

I (Age) II (Noise intensity) III (work period)

Table 6. Dose - response

Classification	Total quantity of noise exposure,	Blood pressure,		Correlation coefficient(r)		
		Dose (x)	Response		x and y_1	x and y_2
			Systole(y_1)	Diastole(y_2)		
I	20~29	461775 \pm 339523	116.7 \pm 10.8	76.2 \pm 9.0	0.5126**	0.2064
	30~39	1434489 \pm 615843	119.8 \pm 12.0	81.1 \pm 9.8	0.2168	0.0469
II	≤ 90 dB(A)	1208873 \pm 659323	116.7 \pm 10.4	77.6 \pm 9.7	0.2688	0.2454
	>90 dB(A)	1077919 \pm 725915	119.8 \pm 12.2	80.5 \pm 9.8	0.2934**	0.1929
III	≤ 10 yrs	854712 \pm 524193	120.2 \pm 12.2	79.4 \pm 10.4	0.3134**	0.2340*
	>10 yrs	2087461 \pm 363702	114.0 \pm 8.2	80.0 \pm 7.6	0.2518	0.1694

* $P < 0.1$

** $P < 0.05$

I (Age) II (Noise intensity) III (Work period)

간에는 관계가 있음을 확인할 수 있다($P < 0.05$). 그리고 소음폭로총량과 이완기혈압간의 관계에서 10년 이하 군만 상관계수가 $r=0.2340$ ($P < 0.1$)로 나타났을 뿐 전체적으로 Dose-Response의 상관성이 낮았다. 특히, 10년 이하군은 수축기, 이완기혈압 모두 소음폭로총량과의 관계가 있음을 확인할 수 있었다($P < 0.05$, $P < 0.1$). 그러므로 전체 조사대상자 65명 중에서 소음강도가 허용기준치인 90dB(A)를 초과한 곳에서 10년 이하 근무한 20대 근로자 15명(23.1%)은 소음으로 인해 수축기혈압이 상승했다는 것을 알 수 있다.

IV. 결 론

경인지역에 소재한 모 자동차 공장에서 근무하는 20대(21명), 30대(44명)의 남자 근로자 65명을 대상으로 나이, 소음강도, 근무년수, 주파수별 청력손실치, 혈압에 관해 조사, 분석하고 소음폭로총량(Dose)과 혈압(Response)의 관계를 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. 주파수별 분석에서 4000Hz에서 C5-dip 현상이 현저했다.
2. 10년 이하군과 10년 초과군 간의 평균청력손실치에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$).
3. 조사대상자 65명의 고혈압 유병율은 7.84%이었다.
4. 90dB(A)초과, 10년 이하 그리고 20대 근로자들에서 소음폭로총량(Dose)과 수축기혈압(Response)간에는 통계적으로 관계가 있었다($P < 0.05$).
5. 10년 이하군에서 소음폭로총량(Dose)과 이완기혈압(Response)간에는 통계적인 관계가 있었다($r=0.234$, $P < 0.1$).

참 고 문 헌

1) Weston, H. C. and Adams : Two studies on

the Psychological Effects on Noise, 12th Ann. Report of the Industrial Health Research Board, London, 1932.

- 2) Hamernik, R. P. : The Potentiation of Noise by other Traumatic Agents. Effects of Noise on Hearing, 291~307, 1976.
- 3) Sataloff, J. : Occupational Hearing Loss. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., **47**(11), 631~682, 1986.
- 4) Etholm, B., and Egenberg, K. E. : The influence of noise on some circulatory functions. Acta Otolaryngol., **58**, 208~213, 1964.
- 5) Totai, K., Osada, Y., Tsunashima, S., Yoshida, K., Ogawa, S., Asano, m., Hirokawa, A., and Haruta, A. Experimental studies on the influence of noise on physiological functions of the human body 1, Responses of leukocyte counts and of adrenal secretion to noise, Bull. Inst. Publ. Health, **14**, 200~212, 1965.
- 6) Fuchs, S. A., and Vogel, B. : Experimental researches on the influence of impulse noise of various circulatory indices in man. Dtsch. Gesund. Wes., **25**, 1951~1954, 1970.
- 7) Andriukin, A. A. : Influence of sound stimulation on the development of hypertension. Cor Vasa, **3**, 285~293, 1961.
- 8) Deutsche Forschungsgemeinschaft : An interdisciplinary investigation of the effects of aircraft noise on man. Boppard, Harold Bold Verlag, K.G., 1974.
- 9) 김성천 : 모 금속제품제조업 근로자들의 소음성난청과 고혈압에 관한 연구, 한국산업위생학회, 제1권 제1호, 1991.
- 10) 김정순, 정문호, 윤희섭, 전인숙, 이인숙, 허봉열 : 뇌혈관질환의 위험요인에 관한 연구, 한국역학회지, 제5권, 제1호, 1983.