

개인 소음폭로량과 청력손실에 관한 추적조사

김 원 술 · 홍 영 습 · 김 양 석 · 이 상 주 · 박 경 일 · 정 갑 열 · 김 준 연
동아대학교 의과대학 예방의학교실 및 산업의학연구소, 동아대학교 병원 건강관리과

= Abstract =

A Follow-up Study on the Personal Noise Exposed Dose and Hearing Loss

Won Sool Kim, Young Seoub Hong, Yang Seak Kim, Sang Ju Lee,
Kyung Il Park, Kap Yull Jung, Joon Youn Kim

*Department of Preventive medicine and The Industrial Medicine Research Institute,
College of Medicine, Dong-A University Health Care Center, Dong-A University Hospital*

For the purpose of presenting the basic data for the establishment of control measures on the long-term noise exposed workers, this study was carried out on the relationship between personal noise exposed dose and hearing loss on the 67 male workers whose hearing threshold had exceeded 40 dB in 4,000 Hz, from 1990 to 1992. Conclusively, the level of hearing loss was significantly related to personal noise exposed dose in follow-up period. We considered that personal noise exposed dose which was measured by the personal noise dosimeter was more efficient rather than the noise level of workplace for the evaluating the long-term change of hearing acuity. And although in the case of not-diagnosed as noise induced hearing loss, it was suspected that the active control programs such as improvement of noisy environment or early transfer to proper workplace were needed on the workers who exposed with over 90 dB in personal noise exposed dose.

Key words: personal noise exposed dose, hearing loss, personal noise dosimeter

서 론

우리나라의 경우 수 차례에 걸친 경제개발 계

획에 의하여 급속도로 공업화가 진행됨에 따라
산업장의 규모와 수는 물론 산업인구도 큰 폭으
로 증가하였으나(문영한, 1977) 이에 반하여 산업

* 본 연구는 1993년도 동아대학교 의과대학 부설 산업의학연구소 연구비의 일부 보조로 이루어졌음.

- pational Exposure to Formaldehyde. Washingtons, 1976, pp. 1-110*
- Nunn AJ, Craigen AA, Darbyshire JH et al. Six year follow up of lung function in men occupationally exposed to formaldehyde. *Br J Ind Med* 1990; 47: 747-752
- Palmeiro EM, Hopp RJ, Biven RE et al. Probability of asthma based on methacholine challenge. *Chest* 1992; 101: 630-633
- Partanen T. *Fromaldehyde exposure and respiratory cancer-a metaanalysis of the epidemiologic evidence.* *Scand J Work Environ Health* 1993; 19: 8-15
- Pier AB, Angela CP, Laura R et al. Exposure to formaldehyde and cancer mortality in a cohort of workers producing resins. *Scand J Work Environ Health* 1986 ; 12 : 461-468
- Schoenberg JB, Mitchell CA. Airway disease caused by phenolic (phenol-formaldehyde) resin exposure. *Arch Environ Health* 1975 ; 30 : 574-577
- Tossavainen A. Metal fumes in foundries. *Scand J Work Environ Health* 1976 ; suppl (1) : 42-49
- Wilhelmsson B, Holmstrom M. Possible mechanisms of formaldehyde-induced discomfort in the upper airways. *Scand J Work Environ Health* 1992; 18 : 403-407
- Witek TJ, Schachter EN, Gerald JB. An evaluation of respiratory effects following exposure to 2.0 ppm formaldehyde in asthmatics: Lung function, symptoms, and airway reactivity. *Arch of Environ health* 1987; 42 (4) : 230-237
-

장 근로자에 있어서는 건강상의 많은 문제점이 야기된 것도 사실이다. 특히 산업장의 많은 유해 요인중에서 소음은 여러 작업공정에서 필연적으로 발생하게 된다(Sataloff, 1966; Burns 등, 1970; Martin 등, 1975). 따라서 소음 작업장의 작업공정 및 환경개선(Well, 1955; Plunkett, 1955) 등을 통하여 산업장의 소음 감소 대책의 수립에 많은 노력을 기울이고 있으나 근래에 산업규모의 형태가 점차 대형화됨에 따라 각종 기계의 자동화 및 고속화에 의한 소음발생은 아직까지 계속적으로 증가하고 있는 실정에 있다.

산업장의 소음폭으로 인한 전신적 혹은 국소적인 건강상의 장애에 대해서는 여러 연구자들(Welch 등, 1970; Molyneux, 1981; Axelsson 등, 1983)의 노력이 있었으나 이에 대한 정확한 발생 기전이나 영향에 관해서는 학자들간에 논란이 되고 있다. 소음으로 인한 건강상의 장애중에서 가장 민감하고도 대표적인 것은 소음성 난청으로 이는 소음의 강도와 성질, 소음 폭로기간, 개인의 감수성 및 기타 요인(Zenz, 1988; Last, 1991)에 따라서 발생이 다양할 뿐 아니라 이에 대한 관리 대책은 소음원의 제거, 격리, 차음 등의 소음 발생의 관리와 더불어 유소견자를 조기에 발견하여 소음폭로로 부터 예방하는 것만이 최선책이다(Last, 1991). 따라서 소음성 난청은 해당 산업장은 물론 근로자 개인의 생활에도 막대한 지장을 줄 뿐 아니라 법적 보상문제로 까지 확대되어 사회적으로도 심각한 문제가 되고 있는 추세이다. 우리나라의 경우 많은 산업장에서 소음에 대하여 개인보호구의 착용과 보건교육의 실시 등 소음으로 인한 건강장애의 예방에 다양한 노력을 기울인 결과 소음부서에 근무하는 근로자들 가운데 소음성 난청의 유병률은 1990년 1.25%(3,510명)에서 1992년에 1.02%(3,330명)로 다소 저하되었으나 직업성질환 유소견자중의 비율은 오히려 46.6%(1990년)에서 56.4%(1992년)로 증가되어 (대한산업보건협회, 1990; 1992) 소음부서 근로자들에 대한 관리는 여전히 중요한 몫을 차지하고

있다. 또한 우리나라의 경우 소음성 난청의 판정 기준에 의거 건강상 주의를 요하는 자와 직업성 질환에 이환된 자에 있어서 관리상의 차이는 직업성 질환에 이환된 경우에는 단지 요양만 추가될 뿐 관리상 별 차이가 없기 때문에 소음폭로 근로자들은 다른 직업성 질환에 비하여 소음성 난청으로 진단 받기를 꺼리며, 일단 소음성 난청자로 판정받은 경우에도 많은 근로자들이 급여 및 직책상의 이유로 퇴직이나 작업부서 전환을 기피하는 실정이다(김지용 등, 1993). 따라서 산업보건학적 측면에서 본다면 일단 소음성 난청으로 진단되었지만 특별한 치료방법이 없는 근로자들에 대한 관리도 중요하겠지만 이 보다는 실제로 청력손실이 있으나 소음성 난청으로 판정 받지 못한 근로자들과 앞으로 소음성 난청으로 발전할 가능성이 높은 근로자들을 조기에 발견하여 적절히 관리할 수 있는 기준이나 방안을 모색하는 것이 더욱 시급하고도 중요한 문제일 것으로 생각된다. 이러한 연유로 국내의 여러 연구(이광목, 1976; 김준연 등, 1986; 이종태, 1988; 이용환, 1989)에서 주로 지시소음계를 이용한 작업장내의 환경소음과 청력과의 관계에 대하여 조사 연구된 바 있다. 그러나 산업장의 소음은 동일 작업부서에서도 소음의 측정시기, 측정방법, 측정장소 등에 따라서 다르게 측정되어질 뿐만 아니라 근로자 개인의 작업당시의 상황 즉, 작업의 강도, 작업의 횟수, 및 개인의 숙련도 등에 따라서 개인 폭로량이 다르므로(Bruel, 1975; 차범석, 1977) 소음성 난청과 소음과의 관계는 지시소음계를 이용한 환경 소음보다는 개인 소음폭로량을 측정하는 것이 보다 효율적인 것으로 알려져 있다(Jones와 Howie, 1982). 또한 조사시기나 대상집단의 구성 요인의 차이에 의해 소음폭로량에 대한 청력변동의 폭이 본래보다 크게 또는 오히려 작게 나타날 수도 있으므로 비록 대상인원이 소규모로 한정되어 있더라도 작업부서 전환 등의 폭이 매우 작을 것으로 생각되는 동일 산업장의 동일 집단을 대상으로 각 개인별로 시계열적인 자료를 획득하여

연구하는 것도 매우 바람직한 접근방안이라고 사료된다. 따라서 산업장 소음과 청력손실에 대한 연구는 개인 소음폭로량의 측정이 갖는 중요성과 소음폭로 근로자들 개개인에 대한 시계열적 청력의 변화를 중점적으로 고려해야 할 것으로 사료된다.

이에 본 연구는 장기간 소음에 폭로되어 청력장애를 호소하는 근로자들을 대상으로 이들에 대한 관리기준이나 관리방안을 위한 자료의 일부로 제공하고자, 개인 소음측정계(Personal noise dosimeter)를 이용하여 개인 소음폭로량을 측정하고, 개인 소음폭로량에 따른 청력손실의 정도를 계속적으로 상당기간 추적관찰하여, 소음으로 인한 청력손실이 어느정도 진행된 경우 계속적인 소음폭로량에 따른 청력손실 정도를 규명하고자 시도된 연구의 일부를 보고하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

부산지역에 소재한 4개 업체(자동차정비업, 신발제조업, 연탄제조업, 제강업)의 소음부서에서 계속 근무하는 동안 청력장애를 호소하고 또한 청력검사상 4,000 Hz에서 좌, 우이 중 어느 한쪽이라도 40 dB 이상의 청력손실이 있는 근로자들 중 과거 이질환 및 비직업성 소음폭로의 경력이 없는 67명의 남자를 대상으로 1990년부터 1992년까지 3년간 개인 소음폭로량과 청력손실 정도를 조사하였다. 이들의 평균연령은 43.0 ± 5.3 세, 평균소음 폭로기간은 13.6 ± 4.5 년이었으며, 업종별 근로자들의 평균연령($41.9 \sim 44.3$ 세)과 평균소음 폭로기간($12.6 \sim 14.4$ 년)은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 연구 방법

조사대상자 전원에 대하여 작업강도별 차이를 고려할 목적으로 2~3일 간격으로 3회에 걸쳐 작업 시작시부터 작업 종료시까지 개인 소음측정계

Table 1. General characteristics of subjects by industrial groups

Industrial group	No.	Age(yrs)	Exp.dur.(yrs)
Transport-repair	18	42.8 ± 4.8	14.1 ± 3.9
Shoe-making	19	43.6 ± 5.2	13.3 ± 3.7
Steel-wire	16	41.9 ± 4.6	12.6 ± 3.6
Briquette-production	14	44.3 ± 4.9	14.4 ± 4.1
Total	67	43.0 ± 5.3	13.6 ± 4.5

(Brüel & Kjaer, Model 4428)를 착용토록 하여 측정한 등가소음치(Leq)의 기하평균을 개인 평균 소음폭로량으로 하였다. 청력치는 작업으로 인한 일과성 청력손실의 영향을 배제하기 위하여 대상자를 최소한 12시간 이상 작업을 중지시킨 후 본원 건강관리과에서 순음청력검사계(Beltone Model-112)를 이용하여 좌, 우이 각각 250 Hz부터 8,000 Hz까지 2회 반복 측정하여 산출하였다. 청력손실치의 산출은 우리나라의 소음성 난청 진단기준에 따라 4분법(이하 “4분법”으로 약기함) 즉 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz 및 4,000 Hz에서의 청력역치를 모두 더하여 4로 나눈 값으로 하였다. 개인 소음폭로량과 청력손실 정도의 관련성에 관한 시계열적인 조사는 1990년도에 측정한 개인 폭로량에 따라 1990년의 청력손실치에 대한 연도별 청력변동을 추적조사하였다.

자료의 처리는 소음폭로량은 기하평균을 사용하였으며, 연도별 소음 폭로량에 따른 청력손실치의 비교는 SAS 통계프로그램을 이용하여 반복 측정 분산분석(repeated measure analysis of variance)을 실시하였다.

연구 결과

1. 개인 소음폭로량

1990년도의 조사대상 산업장별 근로자들의 소음폭로량의 기하평균치는 91.24 ± 7.9 dB로 4개 업종간($90.3 \sim 93.4$ dB)에는 유의한 차이가 없었으

나, 개인 소음폭로량의 범위는 최소 68.8 dB에서 최대 119.1 dB 까지 비교적 넓은 분포를 보였다 (Table 2). 조사대상자를 개인 소음폭로량에 따라서 85dB 미만, 85~89 dB, 90~94 dB 및 95 dB 이 상의 4군(이하 “군” 혹은 “4군”으로 약기함)으로 분류한 결과 각 군의 대상자수는 15명, 15명, 19명 및 18명으로 비슷한 분포를 보였고, 연령(41.3~45.1 세)과 폭로기간(13.1~14.3년)별로도 각 군간에 유의한 차이가 없었다(Table 3).

조사 대상자들의 1990년도의 개인 소음폭로량에 대한 2년간의 소음폭로량의 변동은 1990년도의 91.2 ± 7.9 dB에서 1991년도와 1992년도는 각각 90.4 ± 6.7 dB 와 89.6 ± 5.9 dB로 다소 호전된 양상을 나타내었다. 한편 Table 4에서와 같이 4군의 소음폭로군 중 폭로량의 정도가 가장 높은 95dB 이상군에서 1990년 98.2 ± 3.4 dB로부터 1992년 95.2 ± 2.6 dB로 다른 군에 비하여 가장 크게 감소하였으나, 모든 군에서 연도별로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$) (Table 4).

Table 2. Noise exposed dose(dB) by industrial groups in 1990

industrial group	No.	G.M. ^a	S.D. ^b	Min	Max.
Transport-repair	18	90.3	8.4	68.8	119.1
Shoe-making	19	92.1	6.4	69.9	102.3
Steel-wire	16	91.4	6.2	77.1	107.7
Briquette-production	14	93.4	5.7	84.2	104.8
Total	67	91.2	7.9	68.8	119.1

a: geometric mean

b: geometric standard deviation

Table 3. General characteristics of subjects by noise exposed dose

Exp. dose(dB)	No.	Age(yrs)	Exp.dur.(yrs)
<85	15	42.3 ± 5.0	13.1 ± 3.4
85~89	15	41.3 ± 4.1	13.5 ± 3.9
90~94	19	45.1 ± 5.4	13.4 ± 3.7
95≤	18	42.8 ± 6.1	14.3 ± 2.9
Total	67	43.0 ± 5.3	13.6 ± 4.5

Table 4. Noise exposed dose(dB) by year

Exp. dose(dB)	'90	'91	'92
<85	83.5 ± 2.9	82.8 ± 3.2	82.3 ± 3.1
85~89	87.5 ± 2.1	86.8 ± 1.8	85.2 ± 1.6
90~94	92.5 ± 1.9	92.3 ± 1.5	91.6 ± 1.9
95≤	98.2 ± 3.4	97.2 ± 3.0	95.2 ± 2.6
Total	92.4 ± 9.3	90.4 ± 6.7	89.6 ± 5.9

2. 청력손실

각 주파수별 평균 청력손실의 정도는 Table 5에서와 같이 4,000 Hz에서 좌, 우이 각각 1990년에 48.4 ± 10.8 dB 및 48.4 ± 11.9 dB, 1991년 53.4 ± 11.5 dB 및 53.8 ± 11.6 dB, 1992년 57.3 ± 11.7 dB 및 57.2 ± 12.4 dB로서 가장 현저한 청력손실을 나타내었다. 그 다음은 8,000 Hz로서 $35.2 \sim 41.2$ dB 정도의 청력손실을 보였으며 다음은 2,000 Hz로서 $19.8 \sim 25.2$ dB이었다. 그러나 250 Hz, 500 Hz 및 1,000 Hz의 경우에는 $12.6 \sim 17.3$ dB 정도로서 고주파수 음역의 경우에는 많은 차이를 나타내었다. 각 주파수별 연도별 청력손실치의 변동은 전자와 마찬가지로 4,000 Hz에서 가장 유의하게 높았다($p < 0.05$).

한편 주파수별 청력손실치를 각 군에 따라 연도별로 보면 Fig. 1~12와 같으며 특히 4,000 Hz의 경우에는 개인 소음폭로량 85 dB를 경계부위로, 8,000 Hz와 2,000 Hz에서는 개인 소음폭로량 90 dB를 경계부위로 각각 그 이상군에서 청력손실의 정도가 크게 나타나는 양상을 나타내었고($p < 0.05$) 1,000 Hz, 500 Hz 및 250 Hz에서는 개인 소음폭로량에 따른 연도별 청력손실의 정도는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

평균 청력손실의 정도를 연도별로 보면 Table 6에서와 같이 좌, 우이 각각 1990년에 23.5 ± 6.3 dB 및 23.6 ± 6.5 dB, 1991년 26.9 ± 6.2 dB 및 27.0 ± 7.4 dB, 1992년 29.8 ± 6.0 dB 및 30.8 ± 7.2 dB로서 1990년도에 비하여 연도별로 청력은 좌, 우이 공히 점차 저하되는 양상을 보였으며, 특히 개

Table 5. Average hearing loss level (dB) by frequency (Hz) and year

Year	Site	Frequency (Hz)					
		250 Hz	500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	4,000 Hz*	8,000 Hz
'90	Lt	13.2 ± 7.4	12.9 ± 6.8	14.1 ± 8.6	20.3 ± 9.2	48.4 ± 10.8	35.3 ± 9.8
	Rt	14.1 ± 8.1	12.6 ± 7.0	13.0 ± 8.0	19.8 ± 8.7	48.4 ± 11.9	35.2 ± 10.1
'91	Lt	15.1 ± 8.1	14.1 ± 7.4	16.9 ± 7.1	23.1 ± 8.9	53.4 ± 11.5	38.1 ± 10.7
	Rt	15.6 ± 7.4	13.9 ± 6.5	16.2 ± 8.7	23.2 ± 7.6	53.8 ± 11.6	38.8 ± 11.1
'92	Lt	15.6 ± 8.2	14.1 ± 6.7	18.9 ± 8.1	25.2 ± 7.6	57.3 ± 11.7	40.5 ± 10.2
	Rt	15.6 ± 7.6	14.1 ± 7.2	17.3 ± 6.6	24.9 ± 8.1	57.2 ± 12.4	41.2 ± 11.3

*: P < 0.05

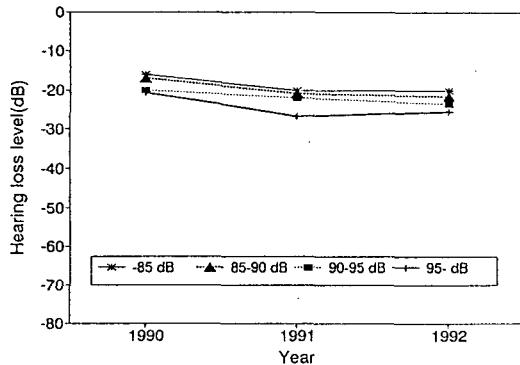


Fig. 1. Hearing loss level by exposure dose in 250 Hz (Lt).

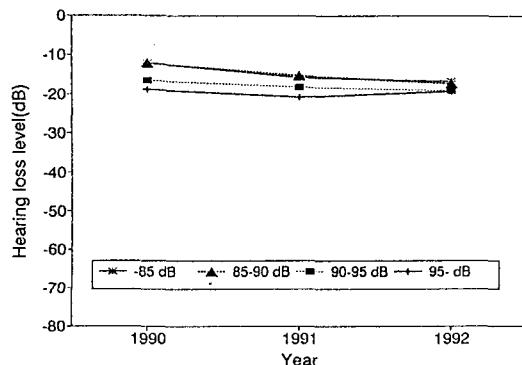


Fig. 3. Hearing loss level by exposure dose in 500 Hz (Lt).

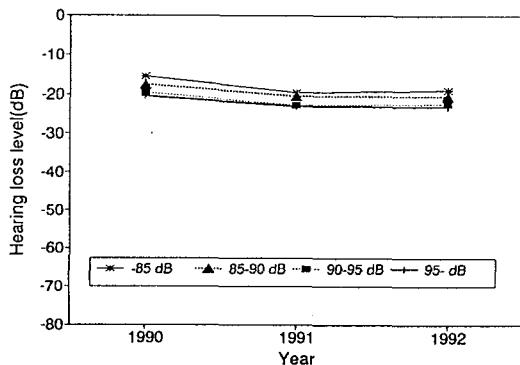


Fig. 2. Hearing loss level by exposure dose in 250 Hz (Rt).

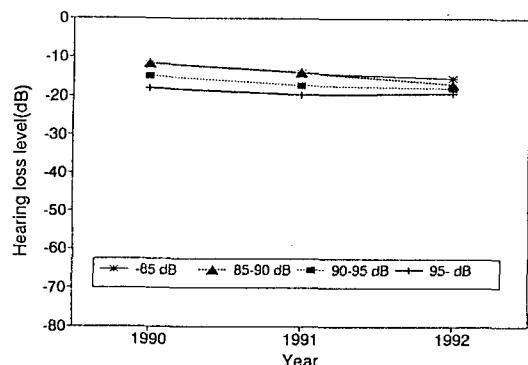


Fig. 4. Hearing loss level by exposure dose in 500 Hz (Rt).

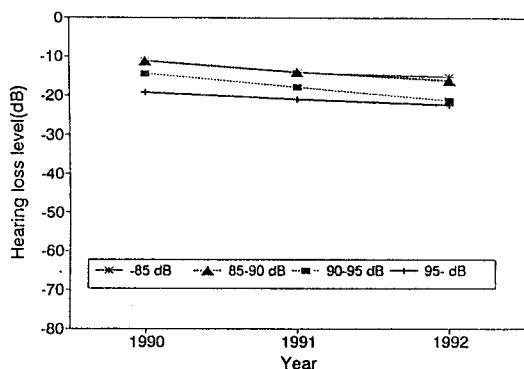


Fig. 5. Hearing loss level by exposure dose in 1,000 Hz (Lt).

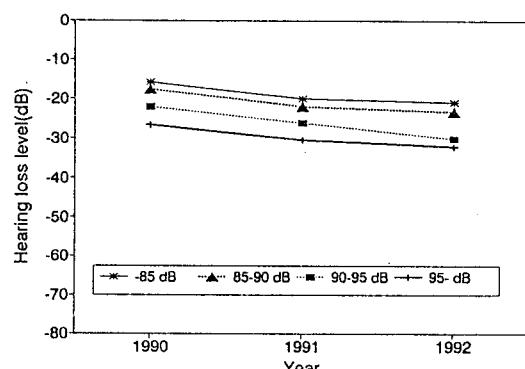


Fig. 8. Hearing loss level by exposure dose in 2,000 Hz (Rt).

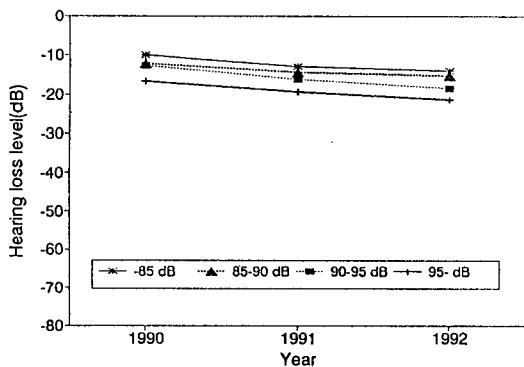


Fig. 6. Hearing loss level by exposure dose in 1,000 Hz (Rt).

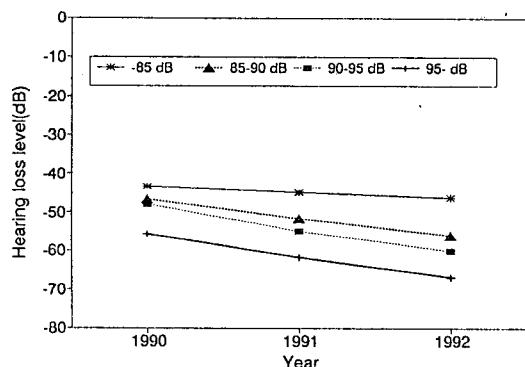


Fig. 9. Hearing loss level by exposure dose in 4,000 Hz (Lt).

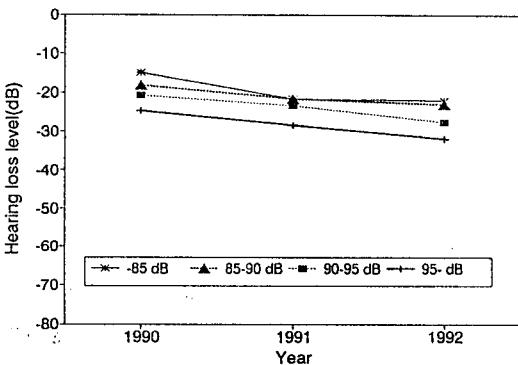


Fig. 7. Hearing loss level by exposure dose in 2,000 Hz (Lt).

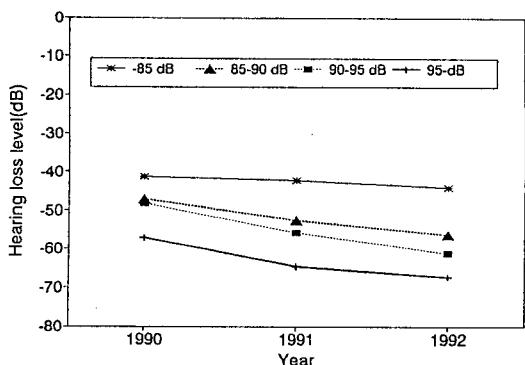


Fig. 10. Hearing loss level by exposure dose in 4,000Hz (Rt).

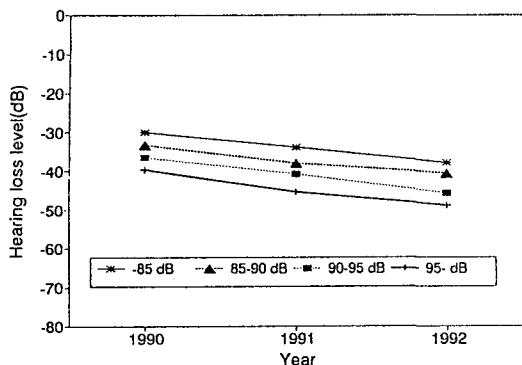


Fig. 11. Hearing loss level by exposure dose in 8,000Hz (Lt).

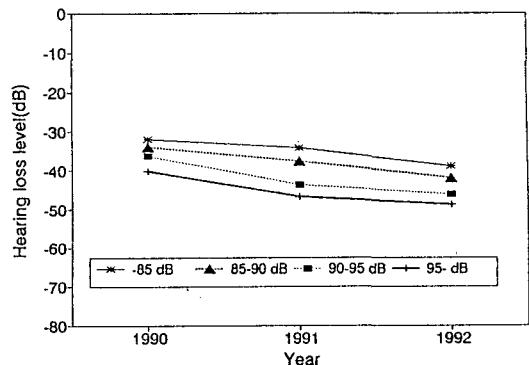


Fig. 12. Hearing loss level by exposure dose in 8,000Hz (Rt).

Table 6. Average hearing loss level (dB) by year

Site	Exp. dose (dB)	'90	'91	'92
Lt	<85	19.5 ± 7.1	22.3 ± 7.4	22.9 ± 7.2
	85~89	21.4 ± 4.0	23.7 ± 3.8	25.9 ± 3.2
	90~94	24.9 ± 7.1*	28.6 ± 6.9*	32.5 ± 8.3
	95≤	28.4 ± 7.1*	32.9 ± 6.6*	37.9 ± 5.0
	Total	23.5 ± 6.3	26.9 ± 6.2	29.8 ± 6.0
Rt	<85	19.4 ± 6.5	22.2 ± 7.1	23.9 ± 7.9
	85~89	21.8 ± 3.8	23.9 ± 4.3	26.4 ± 4.6
	90~94	26.0 ± 8.2*	29.2 ± 9.8*	34.5 ± 9.6
	95≤	27.1 ± 7.3*	32.8 ± 8.3*	38.6 ± 6.7
	Total	23.6 ± 6.5	27.0 ± 7.4	30.8 ± 7.2

*: P < 0.05

인 소음폭로량 90dB를 경계부위로 평균 청력손실치는 폭로량에 따라서 다소 차이를 나타내었다. 즉, 1990년도에 대한 1992년의 평균 청력손실치의 차이는 개인 소음폭로량 85dB 미만군에서는 좌, 우이 각각 3.4dB 및 4.5dB, 85~89dB 군에서는 4.5dB 및 4.6dB, 90~94dB 군에서는 7.6dB 및 8.5dB, 95dB 이상군에서는 좌, 우이 모두 9.5dB로서 개인 소음폭로량 90dB 미만군에 비하여 90dB 이상군에서의 청력손실 정도의 차이는 폭로기간이 증가될 수록 훨씬 크게 시현되었다($p < 0.05$). 그러나 개인 소음폭로량에 따른 좌, 우이

청력손실 정도의 차이는 연도별로 유의하지 않았다(Fig. 13, 14).

3. 청력손실과 개인 소음폭로량, 소음 폭로기간 및 연령간의 관계

1992년도의 평균 청력손실 정도와 개인 소음폭로량, 소음 폭로기간 및 연령간의 상관관계를 보면 평균 청력손실의 정도와 개인 소음폭로량만이 좌, 우이 각각 상관계수 0.4385 및 0.3999로서 유의한 상관성을 나타내었을 뿐 폭로기간과 연령간에는 유의한 상관성을 나타내지 않았다. 이를 주

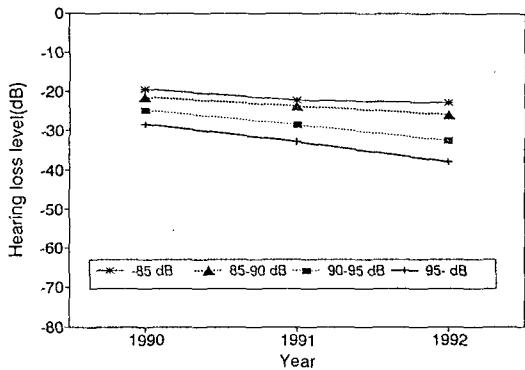


Fig. 13. Hearing loss level by exposure dose in average method (Lt).

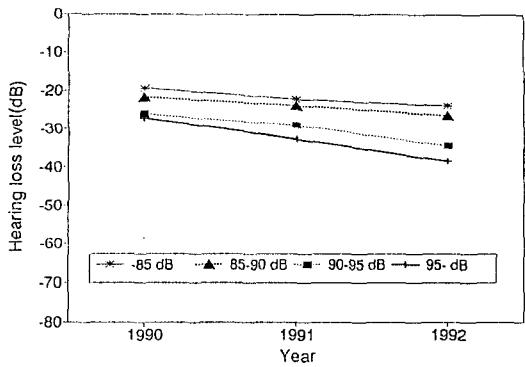


Fig. 14. Hearing loss level by exposure dose in average method (Rt).

파수별로 보면 청력손실의 정도와 개인 소음폭로량간에 1,000 Hz에서 좌, 우이 각각 상관계수 0.3437 및 0.2984, 2,000 Hz에서 0.3275 및 0.3735, 4,000 Hz에서 0.5520 및 0.4821, 8,000 Hz에서 0.3306 및 0.3673으로서 다소 유의한 상관성을 보였으나 500 Hz와 250 Hz에서는 청력손실의 정도와 개인 소음폭로량간에 유의한 상관성은 없었고, 8,000 Hz에서만이 청력손실의 정도와 연령간에 유의한 상관성이 관찰되었다(Table 7).

평균 청력손실의 정도와 개인 소음폭로량, 소음 폭로기간 및 연령간의 회귀분석 결과 좌, 우이

Table 7. Correlation among hearing loss level, exposure dose, exposure duration and age

Freq. (Hz)	Site	Exp. dose	Exp. dur.	Age
250	Lt	.1563	.1870	.0892
	Rt	.0744	.2578	.1639
500	Lt	.1794	.1803	-.0648
	Rt	.1677	.2199	.1476
1000	Lt	.3437*	.1377	.1272
	Rt	.2984*	.2228	.1408
2000	Lt	.3275*	.0896	.1812
	Rt	.3735*	.1509	.2517
4000	Lt	.5520**	.1091	.1733
	Rt	.4821*	.2747	.1811
8000	Lt	.3306*	.2847	.3260*
	Rt	.3673*	.2381	.3094*
Average	Lt	.4385**	.2576	.2272
	Rt	.3999**	.2285	.2453

*: P < 0.05, **: P < 0.01

공히 개인 소음폭로량만이 통계적으로 유의한 변수였으며 좌, 우이 각각의 설명력은 46.51% 및 41.19%이었다(Table 8).

고 칠

우리나라의 경우 1960년대부터 산업화가 급속도로 진행되면서 양적은 물론 질적으로도 매우 다양한 양상으로 직업에 기인된 새로운 질환들이 발생되어 사회적으로 큰 문제가 되고 있다. 그 중에서도 가장 중요한 위치를 차지하는 소음성 난청은 소음부서에 근무하는 근로자중 1990년에 1.25% (3,510 명), 1992년에 1.02% (3,330 명)로 직업병중 가장 높은 유병률을 나타내고 있다. 그러나 대부분의 특수건강진단기관에서 소음성 난청의 판정을 1989년도 개정 이전의 방식인 4분법에 의한 평균 청력손실치 40 dB 이상인 경우를 소음성 난청으로 판정하고 있기 때문에 실제로 어느 정도의 청력손실이 있는 데도 불구하고 소음성 난청으로 판정 받지 못해 불이익을 감수하는 근

Table 8. Regression among average hearing loss level, exposure dose, exposure duration and age

Site	Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T	R ²
Lt	Exp. Dose	.1622	.0391	.4681	4.153	.0001	0.4651
	Exp. Dur.	.4051	.2221	.2319	1.824	.0742	
	Age	.3914	.3364	.1486	1.163	.2502	
Rt	Exp. Dose	.1252	.0333	.4589	3.763	.0004	0.4119
	Exp. Dur.	.2510	.1892	.1825	1.327	.1906	
	Age	.0951	.2866	.0459	.332	.7415	

로자들도 상당수 있을 것으로 추정된다. 또한 근로자 자신들도 일상생활에 큰 불편을 느끼지 않는 한 급여, 직책 및 보상 등의 문제로 소음성 난청으로 진단 받기를 주저하는 경우가 많은 점을 고려 한다면 그 수는 훨씬 증가될 것이므로 이들에 대한 관리 대책의 수립이 시급할 것으로 생각된다. 소음성 난청의 유발요인으로는 소음의 폭로량, 폭로기간 및 개인의 감수성 등을 들 수 있는데 이 중에서도 소음의 폭로량이 가장 중요한 인자로 알려져 있으나, 지금까지의 소음폭로량과 청력손실과의 많은 연구에서는 소음폭로량을 지시소음계를 이용한 환경소음을 기준으로 한 것이 대부분이었다. 그러나 산업장의 소음폭로량은 동일 업종이라도 사용하는 기계나 기구 및 작업공정에 따라 다를 수 있으며 측정시기, 측정장소, 측정방법 등에 따라서 소음수준이 다르게 평가될 수 있을 뿐 아니라(황병문, 1970; Brue, 1975; 차범석, 1977) 특히 작업자의 작업수준에 따라서 개인 소음폭로량은 매우 다양한 것으로 알려져 있다. 그러므로 소음환경 부서에 근무하는 근로자들의 청력손실 정도를 평가함에 있어서 중요한 인자인 소음폭로량의 측정시 타 여건을 고려하지 않고 환경소음을 일률적으로 적용한다면 부서에 따라서는 개인 소음폭로량 보다 낮게 평가되어 소음으로 인한 청력손실이 있는 근로자를 간과하기가 쉽다. 따라서 비록 환경소음이 낮게 평가되는 부서라도 개인 소음측정계를 이용하여 개인 소음폭로량을 측정하여야 하고 이를 기준으로 소

음 특수건강진단 대상자를 선정하거나 또는 소음성 난청의 판정에 이를 고려하여야 할 것이다. 즉, 본 연구에서 자동차 정비업, 신발제조업, 연탄제조업 및 제강업의 업종별 소음폭로량을 환경소음이 아닌 개인 소음폭로량의 측정치로써 계산한 결과 평균 90.3~93.4 dB로 유사하였으나 조사대상자 각 개인 소음폭로량의 범위는 68.8~119.1 dB로 아주 다양한 분포양상을 보였을 뿐 아니라 동일 업종내에서도 상당한 차이를 나타내었다. 또한 청력손실의 정도는 소음의 성질 즉 연속음, 단속음 등에 따라서도 차이가 나므로 개인 소음폭로량의 조사시 음의 성질도 같이 평가하여 소음폭로량을 산출하여야 하는 것이 당연하지만, 현실적으로 이를 시행함에는 많은 어려움이 따르기 때문에 본 연구에서와 같이 소음과 청력에 관한 연구에서는 필요할 경우 지시소음계를 이용한 환경소음도 측정하여야겠지만 최소한 개인 소음측정계를 이용한 개인 소음폭로량만은 필히 측정하여야 할 것으로 생각된다. 일반적으로 청력손실에 관련된 여러 변수들간의 관련성에 대한 연구에 있어서 시간의 흐름에 따라 성적치에 어느 정도의 변화가 있을 것으로 추정되는 경우임에도 불구하고 직접 비교하거나 서로 구조나 크기가 상이한 집단을 대상으로 단면적으로 조사한 결과를 많이 이용하고 있다. 그러나 본 연구에서와 같이 시간이라는 교란변수의 역할이 분명히 존재하리라고 생각되는 경우에는 반드시 동일인을 조사 대상으로 하여 추적기간이라는 시계열적인 개념

을 도입하지 아니하면 결과의 해석에 오류를 범하기 쉬울 것으로 사료된다. Glorig 등에 의하면 10년이상 장기간 소음에 폭로된 경우에는 청력손실정도가 소음폭로 첫 10년정도까지는 증가되나 그 이후에는 변화가 없는 것으로 주장하였으나, 본 연구의 경우 개인 평균 소음폭로량은 적은 차이이긴 하지만 1990년 92.4 ± 9.3 dB에서 1992년 89.7 ± 9.4 dB로 호전되었는데도 좌, 우이의 평균 청력손실치는 비록 2년간이라는 짧은 추적기간임에도 불구하고 1990년 23.5 ± 6.3 dB(좌이) 및 23.6 ± 6.5 dB(우이)에서 1992년 29.8 ± 6.0 dB(좌이) 및 30.8 ± 7.2 dB(우이)로 증가된 양상을 나타낸 것은 상당한 의의가 있다고 생각되고 추후 계속적인 관찰이 요구된다. 그러나 작업환경이나 조건이 다를 가능성성이 있는데도 불구하고 좌, 우이 간의 평균 청력손실의 정도에는 차이가 없었다. 소음성 난청에서 좌, 우이의 청력손실의 차이에 대해서는 학자들간에 의견이 분분하다. 즉, Moon과 Kwon(1976), 박상후(1977), 김현(1991) 등은 소음으로 인한 청력손실의 경우 좌이가 우이보다 민감하다고 보고한 반면 박경희와 맹광호(1972), 김영환(1984), 이종태(1988), 이용환(1989) 등은 좌, 우이 간에 차이가 없었다고 보고하였다. 좌측이 우측보다 민감하다는 것은 Ward와 Chuny의 대뇌우위 인자설(cerebral dominance factor theory)과 관련있다고 하나, 본 연구에서는 좌, 우이간에 차이가 없었는데 이는 조사 대상자들 대다수의 폭로기간이 10년을 초과하여 만성화되었고 또한 근로자들의 작업의 종류가 다양하였기 때문에 정확한 해석을 하기 힘들었으며 앞으로 이에 관해서는 더욱 연구가 필요할 것으로 생각된다. 비록 적은 차이이기는 하지만 연도별로 개인별 소음폭로량의 감소는 본 사업장들의 계속적인 작업환경 관리 및 작업자의 교육, 작업방법의 개선 등에 의한 것으로 사료된다.

본 연구의 경우 청력손실의 정도를 주파수별로 구분하여 조사한 결과 4,000 Hz에서 좌, 우이 각각 1990년 48.4 ± 10.8 dB 및 48.4 ± 11.9 dB에서

1992년 57.3 ± 11.7 dB 및 57.2 ± 12.4 dB로 가장 높았으며, 다음으로 8,000 Hz와 2,000 Hz의 순위였으나 250 Hz, 500 Hz 및 1,000 Hz의 경우에는 12.6~17.3 dB 정도의 청력손실로서 고주파수 음역과는 많은 차이를 나타내었다. 이는 일반적으로 소음성 난청은 4000 Hz 주위의 고음역에서 발생(Larsen, 1939; Passchier-Vermeer, 1973; Julia와 Larry, 1986)하고 점차 8,000 Hz 및 2,000 Hz로 옮겨(Lafon, 1977)간다는 보고와 일치되는 양상인 것으로 생각된다. 그러나 소음에 장기간 폭로되었을 경우에 저주파수 음역에서도 청력역치가 상승한다는 일부 보고(Kamal 등, 1989)와 다른 양상을 나타낸 이유는 추후에 규명되어야 할 것으로 생각된다. 개인 소음폭로량에 따른 청력손실의 정도를 평가할 목적으로 조사대상을 85 dB 미만군, 85~89 dB 군, 90~94 dB 군 및 95 dB 이상 군의 4 군으로 나누어 조사한 결과 평균 청력손실치는 대체적으로 개인 소음폭로량 90 dB 이상군에서 추적기간 동안에 청력손실 정도가 유의한 차이를 나타내었다. 이를 주파수별로 구분하면 청력손실의 정도는 4,000 Hz에서는 85 dB를 경계 부위로, 8,000 Hz와 2,000 Hz에서는 90 dB를 경계 부위로 다른 개인 소음폭로량군에 비하여 연도별 청력손실 정도의 차이가 유의하였다. 그러나 1,000 Hz, 500 Hz 및 250 Hz에서는 각 군간에 연도별 청력손실의 정도에 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 개인 소음폭로량에 따른 청력손실의 정도에 차이가 있었으며, 특히 개인 소음폭로량 90 dB를 경계부위로 하여 그 이상 폭로되는 경우에는 청력저하의 정도가 90 dB 미만으로 폭로되는 경우에 비하여 유의하게 높았으므로 이런 경우에는 보다 적극적이고도 효율적인 관리가 필요할 것으로 생각된다. 본 연구의 경우 4분법을 이용하여 산출한 평균 청력손실의 정도와 조사된 여러 변수들간의 상관관계를 조사한 결과 평균 청력손실의 정도와 개인 소음폭로량 간에서만 좌, 우이 각각 상관계수 0.4385 및 0.3999로서 통계적으로 유의한 상관성이 관찰되었다. 이를 주

파수별로 구분한 결과 4,000 Hz에서 상관계수가 좌, 우이 각각 0.5520 및 0.4821로서 가장 유의하였으며 8,000 Hz, 2,000 Hz 및 1,000 Hz에서도 유의한 상관성이 관찰되었으나 500 Hz와 250 Hz에서는 유의한 상관성을 찾을 수가 없었다. 또한 청력손실의 정도와 개인 소음폭로량, 소음 폭로기간 및 연령간의 회귀분석을 시도한 결과 청력손실의 정도와 통계적으로 유의한 변수는 개인 소음폭로량 뿐이었고, 설명력은 좌, 우이 각각 46.51 % 및 41.19 % 이었다. 일반적으로 소음성 난청의 경우 이에 관련된 요인으로는 소음폭로량 외에도 폭로기간 및 연령과도 상당한 관련성이 있는 것으로 알려져 있으나 (Zenz, 1988; Last, 1991) 본 연구의 경우에는 조사대상자들의 평균연령이 0 ± 5.3 세, 평균 폭로기간은 13.6 ± 4.5 년으로서 분포의 범위가 매우 한정되어 있기 때문에 통계적으로는 청력손실의 정도와 소음 폭로기간 및 연령간에 상관성이 없는 것처럼 나타날 수 있다. 는 점도 본 연구의 결과 해석시 꼭히 고려해야 할 것으로 생각된다. 또한 정확한 이유는 알 수 없었지만 특이하게 8,000 Hz에서 좌, 우이 공히 연령과 상관성이 있는 것은 아마도 이는 8,000 Hz 자체가 고주파수 음역이므로 직업에 기인된 소음폭로 외에 연령의 증가에 따른 노인성 난청 (Corosso, 1976)의 영향도 무시할 수는 없을 것으로 생각된다. 소음폭로에 따른 청력손실 정도의 연구에서 청력보존 프로그램 즉, 청력보호구의 사용여부가 조사되어야 하나 본 연구의 대상자들은 청력보호구가 지급되었으나 작업의 특수성 및 개인적인 차이 등에 의해 청력보호구의 착용여부를 정확하게 규명하지 못하였던 것이 다소 제한점으로 사료된다.

그러나 본 연구는 앞으로도 상당기간에 걸쳐 계속적으로 추적관찰할 목적으로 시도된 연구의 일부로서 먼저 2년간의 추적결과를 요약한 것으로 정확한 결론을 내리기에는 다소 제한점을 지니고 있다. 또한 청력손실의 정도와 가장 밀접

한 관련성이 있는 것으로 알려진 개인 소음폭로량의 크기별 구분을 본 연구에서는 1990년 연구 시작 당시의 측정치로 한정 하였기 때문에 해석상에 어느 정도의 오류가 나타날 가능성은 지니고 있으나 추후에 이러한 점들을 보완하면 더욱 의의있는 결과를 도출해낼 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

장기간 소음에 폭로되어 청력장애를 호소하는 근로자의 관리를 위한 자료의 일부로 제공하고자 1990년에서 1992년까지 67명의 소음부서 근로자들을 대상으로 개인 소음폭로량과 청력손실의 정도를 추적관찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사대상자의 업종별 소음폭로량은 큰 차이가 없었으나 개인 소음폭로량은 68.8 dB에서 119.1 dB 까지 넓은 분포를 나타내었다.
2. 4분법에 의한 평균 청력손실치와 주파수별 청력손실의 정도는 조사연도별로 증가되는 양상이었으나 좌, 우이 간에는 유의한 차이가 없었다.
3. 개인 소음폭로량과 청력손실의 정도간에 유의한 상관관계가 있었으며, 주파수별로는 저주파수 음역보다 고주파수 음역에서 더 높은 상관성을 보였다.
4. 개인 소음폭로량에 따른 평균 청력손실의 정도는 90 dB를 경계부위로 유의한 차이를 나타내었으며, 주파수별로는 4,000 Hz에서는 85 dB를, 8,000 Hz 및 2,000 Hz에서는 90 dB를 경계부위로 유의한 저하가 관찰되었으며, 1,000 Hz, 500 Hz 및 250 Hz에서도 청력손실은 관찰되었으나 유의한 차이는 없었다.

이상을 요약하면, 소음폭로 근로자들의 청력 평가시 소음폭로량은 개인에 따라 그 크기가 매우 다양하므로 환경소음 보다는 개인 소음폭로량이 유용할 것으로 생각되고, 개인 소음폭로량이 90

dB를 초과하는 경우에는 소음성 난청으로 판정 받지 않은 근로자들에 대해서도 환경개선 및 조기 작업부서 전환 등의 적극적인 관리가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 문영한. 산업장 소음과 직업성 난청에 관한 조사. 중앙 의학 1977; 33(3): 281-287
- 대한산업보건협회. 특수건강진단 연보. 1992
- 이광목. 환경소음 Leq 수준과 청력장애. 한국산업의학 1976; 15(2): 1-4
- 이용환. 산업장 소음환경과 근로자 청력손실에 변동에 관한 조사. 예방의학회지 1989; 22(4): 77-82
- 김준연, 김병수, 이채언, 전진호, 이종태, 김진옥. 제조업 산업장의 소음작업환경 실태에 관한 조사. 예방의학회지 1986; 19(1): 16-30
- 이종태. 부산지역의 제조업 산업장의 소음환경 실태와 소음폭으로 근로자들의 직업성 난청에 관한 조사 연구. 인체의학 1988; 9(1): 95-107
- 차범석. 기계 소음과 회전속도. 예방의학회지 1977; 10(1): 94-101
- 문영한, 이경종, 노재훈, 신동천. 소음폭으로 근로자의 건강관리 기준에 관한 연구. 대한산업의학회지 1991; 3(1): 1-10
- 황병문 등. 유해작업환경에 관한조사. 한국의 산업의학 1970; 9(3): 7-17
- 김준연. 부산지역 제조업 부문 산업장의 작업환경 실태에 관한 조사연구. 부산의대잡지 1978; 18(2): 307-322
- 박경희, 맹광호. 소음으로 인한 직업성 난청에 관한 조사연구. 한국의 산업의학 1972; 14(1): 53-58
- 김지용, 임현술, 정해관, 문우륜. 철강공장 근로자를 대상으로 살펴본 소음성 난청 진단기준에 관한 조사. 예방의학회지 1993; 26(3): 317-386
- 박상후. 2차 정밀 청력검사를 시행받은 철강공장 근로자들에 대한 조사분석. 한국의 산업의학 1977; 10(4): 22-27
- 김현, 조수현, 임현술. 군 복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음폭로력이 청력에 미치는 영향. 예방의학회지 1991; 24(1): 82-92
- 김영환, 이종영, 김두희. 이전작용 여부에 따른 난청도의 추이. 예방의학회지 1984; 17(1): 57
- Axelsson A, Borg E, Hornstrand C. Noise effects on the cochlear vasculature in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Acta Otolaryngog (Stockh)* 1983; 96: 215-225
- Bruel PV. Noise: Do we measure it correctly: Bruel & Kjaer, Kaerum, Denmark, 1975; 40
- Burns W, Robinson DW. Hearing & noise in industry. Her Majesty's Stationery Office, London, 1970
- Coroso JF. Presbycusis as a complicating factor in evaluating noise induced hearing loss. In Henderson D, Hamerick RR, Dosanah DS, et al. Effect of noise on hearing. New York: Raven Press 1976, p3
- Glorig A, Ward WD, Nixon J. Damage risk criteria and noise-induced hearing loss. *Arch. Otolaryngog* 1961; 74: 413-423
- Julia DR, Larry HR. Using audiometric data base analysis. *J Occup Med* 1986; 28(10): 1055-1068
- Jones CO, Howie RM. Investigation of personal noise dosimeters for use in coalmines, *Ann. Occup. Hyg.* 1982; 25(3): 261-277
- Kamal AM, Milael RA, Faris R. Follow-up of hearing thresholds among forge hammering workers. *Am J Ind Med* 1989; 16: 645-858
- Lafon JC, Duclos. Estimation et indemnisation de la perte auditive due au Bruit industriel. *Revue de Laryngologie*. 1977; 98: 541-544
- Larsen B. Investigations of professional deafness in shipyard and machinery factory labourers. *Act Otolaryng Suppl.* 1939: 36
- Last JM. Maxcy-Rossnau Public health and Preventive medicine, 13th ed, Appleton, 1991, p 523-531
- Martin RH, et al. Occupation hearing loss between 85 and 90dB(A). *J Occup Med* 1975 Jan; 17: 1
- Molyneux M. K. The physical environment. In Occupational Health Practice, ed. Schilling, R. S. F., London, 1981: 403-452
- Moon YH, Kwon SP. Occurrence of hearing impairment due to noise in the Kyung-In industrial area in Korea. 8th asian Conf. Occup. Health, 1976; 81-83
- Passchier-Vermeer W. Noise-induced hearing loss from exposure to intermittent and varying noise. Proceeding of the international congress on noise as a public health problem. 1973; 169-200
- Plunkett R. Noise reduction of pneumatic hammers. *Noise Control* 1955; 1: 78
- Robinson DW. Observations on British and international standards for risk of hearing handicap due to occupational acoustics. 1973; 83-89

Sataloff J. *Hearing loss*. JB Lippincott, Co, 1966

New York Plenum Press, 1970

Well RJ. *Enclosures for noise reduction in the factory*.

Zenz C. *Occupational Medicine*. 2nd ed. Chicago, Year

Am Ind Hyg Assoc Quart 1955; 16:40

Book Medical Publishers, Inc, 1988; 274-323

Welch BL, Welch AS. *Physiological effects of noise*.
