

## 모 금속제품 제조업 근로자들의 소음난청과 고혈압에 관한 연구

서울대학교 보건대학원 국민보건연구소

김 성 천

### —Abstract—

### A Study on the Noise-induced Hearing Loss and Hypertension of Metal Manufacturing Workers

Seong Cheon Kim

*School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea*

This Study was carried out to measure the noise and to evaluate the prevalence of the noise-induced hearing loss and the hypertension in metal manufacturing workers.

To perform this study 116 workers were tested their hearing level and hypertension.

1. In frequency analysis, the C<sub>5</sub>-dip phenomenon occurred around 4000 Hz.
2. Noise intensity was correlated significantly with hearing loss at 500, 1,000, 8,000 Hz ( $p < 0.01$ ).
3. Average hearing loss value by 4-divided method was  $32.91 \pm 5.60$  dB.
4. Hearing loss steadily increased to the 10th year and steadily after that at 4000 Hz.
5. The prevalence of noise-induced hearing loss of 6,027 workers was 1.81 %.
6. The prevalence of hypertension of 116 workers was 11.2 %.

### I. 서 론

산업혁명 이후로 인류는 불쾌한 음, 또는 원치 않는 소리인 소음에 계속 폭로되어 오고 있다 (Vaughn, 1979). 18세기에 Bernadio Ramazzini가 대장간에서 일하는 사람들에게서 소음성난청(Noise-induced Hearing Loss; NIHL)을 보고 하였고 (Lim and Melnick, 1971), 19세기에 고음역 환경에서 근무하는 근로자들에게 청력손실(Hearing Loss 또는 Hypacusis)이 온다는 Fosbrooke의 보

고가 있으며 (Fosbrooke, 1831), 미국의 인구 2억 가운데 10%의 수가 이 원치않는 소음에 의해 약간씩 청력장해를 입고 있다고(Edward, 1969) 할 만큼 소음은 여러면에서 큰 문제가 아닐 수 없다. 특히 산업장에서의 소음은 근로자들이 장시간 소음에 폭로되기 때문에 직업성으로 난청이 초래 된다는 보고(Fosbrooke, 1831) 이후로 많은 사람에 의해 연구 보고되고 있다. 산업장에서 나타나는 청력장해는 크게 일시적 청력장해(Temporary Threshold Shift; TTS)와 영구적 청력장해(Permanent Threshold Shift; PTS)로 나눌 수

있다. 그런데 일시적 청력장애는 소음에 폭로된 후 16시간이면 일반적으로 회복되며(Word, 1970), 영구적 청력장애는 과도한 소음에 계속 폭로되어 청각 세포변성이 회복되지 않는 음향성 외상인 것이다(David, 1986). 그래서 산업장에서의 강한 소음은 근로자에게 불쾌감, 내분비계 장애, 조직손상, 고혈압, 불면 등을 일으키고 나아가서 산업 재해를 유발 시키고 생산성을 저하시키므로(Weston and Adams, 1932) 산업장의 소음 문제는 직업병 중에서도 큰 문제라고 아니할 수 없다. 우리 나라에서는 산업장 근로자의 소음성 난청을 예방하기 위하여 작업장에서의 소음폭로 허용기준을 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration; OSHA)의 기준과 동일하게 1일 8시간 근무시 90 dB(A)로 정하고 있다(노동부, 1986). 한편, 1989년도 근로자 정기검진 결과를 보면 직업병 유소견자 중에서 진폐증(38.8 %) 다음으로 소음성 난청자가 24.8 %를 차지하고 있다(노동부, 1989)는 사실로 보아 소음성난청으로 고통받고 있는 근로자들의 수가 실로 많음을 알 수 있으며 그 예방 대책이 시급하다. 따라서 본 연구는 소음성난청을 일으키는 요인인 소음의 강도, 주파수, 근속년수, (이광목, 1976)등과 관련 요인들을 분석하여 소음으로 일어나는 재해를 예방하는데 일조가 되고자 한다.

## II. 조사대상 및 방법

### 1. 조사대상

본 조사는 1987년 5월 부터 1987년 12월까지 경인지역에 소재하는 1개 금속제품 제조업(자동차 제조업)사업장에 근무하고 있는 6,027명의 남자 생산직 근로자 중에서 1차 검진 후에 나온 119명 중 현재나 과거에 이질환이 있거나 있었던 사람 3명을 제외한 116명을 조사대상으로 하였다.

### 2. 조사방법

조사방법은 1차 정기 검진시 기질적인 변화를 고려해서 4000 Hz에서 40 dB이상의(Victor,

1979) 청력손실을 가진 116명에 대해서 나이, 근무 부서의 소음강도, 근속년수, 주파수별 청력수준, 혈압 등을 조사하였다. 그런데 청력손실 정도의 산출은 Fletcher, Carhart 등에 매우 실용적이라고 말한 3분법과 4000 Hz를 중요시한 6분법 및 1000 Hz를 중요시한 4분법이 있는 바, 여기서는 후자인 4분법, 즉 500, 1,000, 2,000, 4,000 Hz의 청력수준을 합해서 4로 나눈 방법에 의해 산출했다. 그리고 난청은 4분법과 6분법에 의해 청력손실치가 25 dB을 초과하는 것으로 하여 두 방법을 비교하였으며, 고혈압은 미국 합동위원회(1984)의 기준에 따라 이완기 혈압이 90 mmHg 이상이고 수축기 혈압이 140 mmHg 이상으로 하여 조사하였다.

## III. 조사성적 및 고찰

### 1. 사업장내의 현황

조사대상 사업장의 소음 실태를 보면 총 67개 부서 중에서 소음의 허용 기준치인 90 dB(A)를 초과한 부서는 전체의 49.3 %인 33개 부서로서 프레스과 103.4 dB(A), 엔진 부서 102.3 dB(A), 원동기와 101.5 dB(A)순이었으며, 청력 장애를 유발할 수 있는 85 dB(A)를 초과한 곳은 전체의 22.4 %로써 기술 개발부서 89.2 dB(A), 기공과 88.3 dB(A), 상용 차체부 87.3 dB(A)순이었다. 그리고 90 dB(A)를 초과하는 부서에서 근무하는 근로자들의 수는 전체의 68.1 %인 79명이었으며, 85~90 dB(A)에 속한 근로자 수는 11.2 %인 13명이었으며 사업장내의 현황은 Table 1과 같다. 그리고 Table 2에 나타난 바와 같이 나이 분포를 보면 36~45세군이 57명(49.14 %)으로 가장

Table 1. 사업장 내의 현황

| 구 분         | Mean±S.D.    | 범 위        |
|-------------|--------------|------------|
| 소음강도, dB(A) | 92.34±5.51   | 84.3~103.4 |
| 나 이         | 37.83±7.49   | 21~55      |
| 근속 년수       | 8.97±5.01    | 0.5~19.5   |
| 혈 압, 수축기    | 120.86±12.56 | 100~160    |
| mmHg 이완기    | 81.29±10.71  | 60~100     |

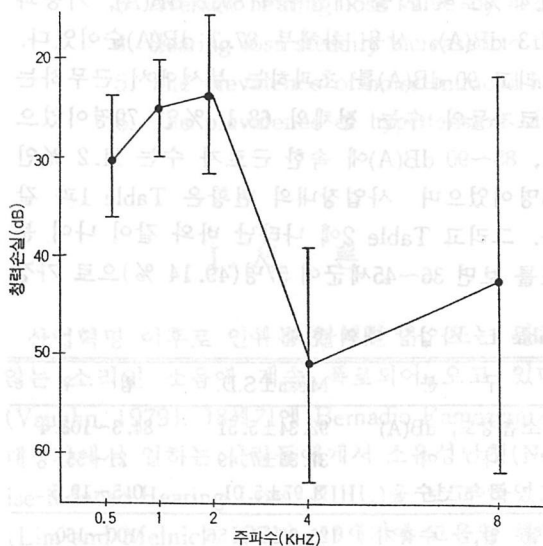
**Table 2.** 나이별 근속년수별 근로자수 (%)

| 나이     | 년수<br>0~5     | 6~10          | 11~15         | 16이상        | 계               |
|--------|---------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|
| 25세이하  | 6<br>(5.17)   |               |               |             | 6<br>(5.17)     |
| 26-35세 | 20<br>(17.24) | 15<br>(12.93) | 1<br>(0.86)   |             | 36<br>(31.03)   |
| 36-45세 | 8<br>(6.89)   | 13<br>(11.20) | 33<br>(28.45) | 3<br>(2.59) | 57<br>(49.14)   |
| 46세이상  | 3<br>(2.59)   | 1<br>(0.86)   | 7<br>(6.03)   | 6<br>(5.17) | 17<br>(14.66)   |
| 계      | 37<br>(31.89) | 29<br>(25.00) | 41<br>(35.34) | 9<br>(7.76) | 116<br>(100.00) |

많으며, 근속년수를 보면 11~15년 군이 41명 (35.41 %)으로 가장 많았다. 또 두 군을 보면 근속년수가 11~15년 군이면서 나이가 36~45세 군이 33명(28.45 %)으로 가장 많은 것을 볼 수 있다.

## 2. 주파수별 청력손실

조사대상 116명의 주파수 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 Hz에 대한 청력손실치는 Fig. 1과 같다. Fig. 1을 보면 4,000 Hz에서 청력손실치가



**Fig. 1.** 주파수별 청력손실

51.90±12.86 dB로서 가장 큰 notch 현상인 C<sub>5</sub>-dip 이 발생한 것을 볼 수 있으며, 점차로 그 주변 주파수대인 8,000, 2,000 Hz 쪽으로 notch 현상이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 4,000 Hz dip이 소음성난청의 가장 특징적인 모습이고(Crowe 등, 1934)audiogram의 'abrupt type'과 가장 가깝다고 할 수 있다.

또 C<sub>5</sub>-dip은 일반적으로 고주파수음이 저주파수음보다 내이에 있는 신경 세포에 손상을 주므로 소음 폭로 초기에 4,000 Hz 감수 부위에서 나타난다고 (Sataloff, 1968)할 수 있다.

## 3. 주파수별 소음강도별 청력손실

Table 3은 소음의 허용 기준치인 90 dB(A)를 기준으로 주파수별로 청력손실치를 본것인데 90 dB(A)이하군과 90 dB(A)초과 군이 모두 다 4,000 Hz에서 가장 큰 C<sub>5</sub>-dip현상을 볼 수 있으며 점차 주변 주파수대로 notch 현상이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 강렬한 소음에 처음 폭로되었을 때 4,000 Hz에서 약 40 dB의 청력 감퇴를 나타내고 계속 폭로되면 4,000 Hz에서 dip현상이 뚜렷해지고 점차 그 주변 주파수대로 확대 되어 감을 의미한다(함태영, 1967) 그리고 500, 1,000, 8,000 Hz에서 두 군간의 청력손실간에 유의한 차를 볼 수 있었다( $p<0.01$ ).

**Table 3.** 주파수별 소음 강도별 청력 손실 (dB±S.D.)

| 주파수Hz         | 500**          | 1,000**        | 2,000           | 4,000           | 8,000**         |
|---------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 소음강도<br>dB(A) |                |                |                 |                 |                 |
| 90이하          | 34.00<br>±9.70 | 28.00<br>±5.10 | 25.00<br>±5.48  | 54.00<br>±3.74  | 43.00<br>±15.36 |
| 90초과          | 28.75<br>±6.51 | 25.00<br>±7.5  | 26.25<br>±14.31 | 56.00<br>±12.98 | 49.38<br>±15.70 |

\*\*  $p<0.01$

## 4. 평균 청력손실

조사대상 116명의 평균 청력손실을 계산해 보면 주파수 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 Hz별로 구한 다음 4분법으로 계산한 평균 청력손실치는 좌측귀가 32.91±5.60 dB, 우측귀가 33.97±

5.58 dB 이었다.

또 500, 1,000, 2,000, 4,000 Hz에서의 청력치를 a, b, c, d라 했을때  $(a+2b+2c+d) \div 6$  으로한 6분법의 평균 청력손실치는 좌측귀가  $30.16 \pm 5.41$  dB, 우측귀가  $31.10 \pm 5.46$  dB이었다. 그런데 4분법과 6분법에 의한 각각의 좌, 우측귀의 평균 청력손실치는 유의한 차이가 없었다. 그리고 4분법과 6분법 간에는 좌, 우측 귀 모두 다 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ).

## 5. 근속년수별 청력손실

Fig. 2는 근속년수별로 평균 청력손실 정도를 본 것인데 10년 이하 군이  $32.12 \pm 5.41$  dB, 11~15년 군이  $33.90 \pm 6.04$  dB, 16~20년 군이  $34.20 \pm 4.07$  dB을 나타내었고, 10년 이하 군과 10년 초과 군을 비교해 보면 두 군간에는 유의한 차이가 있다( $p < 0.01$ ). 그리고 근속년수가 10년까지는 평균 청력손실이 5.45 % 증가 하였으며 15년 이후 까지는 6.4 % 증가 하였고 그후 부터는 청력손실치가 일정하게 된다는 것을 볼 수 있다.

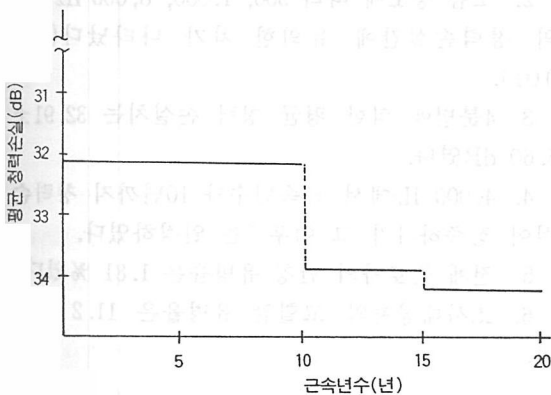


Fig. 2. 근속년수별 평균청력손실

Fig. 3은 4,000 Hz에서의 근속년수에 따른 청력손실치를 본것인데 1959년 Glorig와 David가 5,562개의 귀를 대상으로 조사한 것과(Glorig and David, 1961), 1961년 Hermann이 1,718개의 귀를 가지고 검사한 청력손실도와 근속년수와 관계를 나타낸것과 (Hermann, 1965), 1차 검진시 4000 Hz에서 40 dB이상의 청력손실을 가진 116명에 대해 조사한 것을 비교한 것인데 Fig. 3에서 보는

바와 같이 10년까지는 앞의 두 사람의 결과가 모두 25~28 dB 정도의 손실을 나타냈으나 10년 이상에서는 거의 다 30 dB에 해당하는 청력손실을 보이고 있다. 그런데 저자가 조사한 결과는 10년까지는 50 dB정도의 청력손실을 나타냈으며 10년 이상에서는 52 dB 정도의 청력손실을 나타내었다. 이것은 모두 10~15년 이내에 고주파수에서 대부분의 청력손실이 점증적으로 생기며 그 후에는 일정한 수준에 도달한다는 이론과 (Gallo and Glorig, 1964)일치한다.

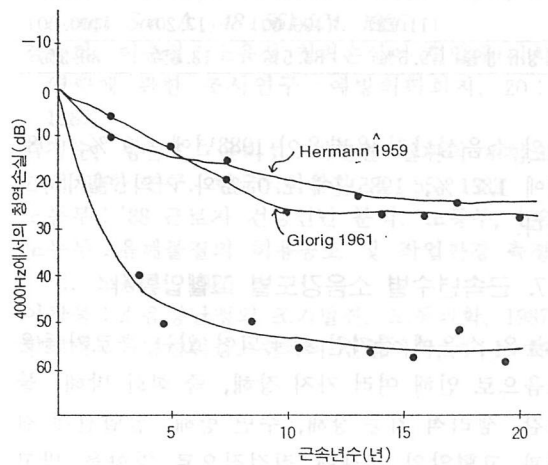


Fig. 3. 4000Hz에서의 근속년수별 청력손실

## 6. 소음강도별 소음성난청

소음성 난청자를 찾기 위해서 소음성난청을 인정하는 방법 중에서 4분법 (WHO방법), 6분법을 적용하였는데 이 두방법 모두 25 dB을 초과하였을 때를 난청으로 정하고 있다. Table 4에 나타난것 처럼 4분법으로 조사하였을때 두 귀중 어느 한 쪽만 난청이 온 경우는 11명이었으며 양쪽이 모두 난청이 온 경우가 98명으로 나타났다. 또 6분법으로는 편측 난청이 16명, 양측 난청이 93명으로 나타났다. 그리고 최소 어느 한쪽이라도 난청이 온 경우는 두 방법 모두 109명이었으며 두 방법 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $p < 0.05$ ). 그래서 조사대상 116명의 난청 유병율은 94 %였으며 본 조사대상의 자동차 제조업에 종사하는 전체 근로자 6,027명에 대한 난청 유병율은 1.81 %였다. 이것은 우리 나라 근로

**Table 4.** 소음 강도별 소음성 난청자 (%)

| 소음 강도dB(A) | 4분법           |                | 6분법           |                |
|------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|            | 편측            | 양측             | 편측            | 양측             |
| 85이하       | 1<br>(1.02)   | 22<br>(22.45)  | 2<br>(2.15)   | 23<br>(23.73)  |
| 86-90      | 1<br>(1.02)   | 11<br>(11.22)  | 2<br>(2.15)   | 9<br>(9.68)    |
| 91-95      | 5<br>(5.10)   | 30<br>(30.61)  | 4<br>(4.30)   | 29<br>(31.18)  |
| 96이상       | 4<br>(4.08)   | 35<br>(35.71)  | 8<br>(8.60)   | 32<br>(34.41)  |
| 계          | 11<br>(11.22) | 98<br>(100.00) | 16<br>(17.20) | 93<br>(100.00) |
| 난청유병율      | 9.5%          | 84.5%          | 13.8%         | 80.2%          |

자의 소음성난청 유병율이 1983년에 1.9 %, 1984년에 1.7 %, 1985년에 2.0 %와 거의 일치하고 있다.

#### 7. 근속년수별 소음강도별 고혈압환자

높은 소음에 장기간 폭로되어 있는 근로자들은 소음으로 인해 여러 가지 장애, 즉 회화 방해, 불쾌감, 생리적 기능 장애, 수면 방해, 심혈관계 질환과 고혈압의 발생에 직접적으로 영향을 받고 있다. 특히 이 중에서 고혈압은 소음과 밀접한 연관이 있는 것으로 알려져 있다. 고혈압의 기준에 대해서는 아직도 많은 논란이 있으나 미국 합동위원회(1984)의 기준에 따라 이완기 혈압이 90 mmHg 이상이고 수축기 혈압이 140 mmHg 이상을 고혈압으로 하였다. 근속년수에 따라 소음 강도를 90 dB(A)을 기준으로 하고 고혈압 환자수를

살펴 본 결과 Table 5와 같이 나타났다. 즉 90 dB(A)를 초과할 때가 7명, 90 dB(A)이하 일때가 6명으로 전체 13명의 고혈압 환자가 나타났다. 조사 대상 116명에 대한 고혈압 유병율은 11.2 %로 나타났는데 이는 김 종화등이(1987) 조사한 14.8 %보다 낮았으며 김 정순(1983)등이 조사한 일반 주민의 고혈압 유병율인 5.6~6.4 % 보다 높게 나타났다.

## IV. 결 론

모 금속 제품 제조업에서의 소음의 심각성과 이들 소음에 폭로되며 일하고 있는 근로자들의 소음성 청력손실 정도를 여러 요인으로 분석하여 소음성 난청 유병율과 고혈압 유병율을 파악하고 앞으로 이에 대한 대책에 자료를 제시하고자 저자가 실시한 116명의 근로자에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 주파수별 분석에서 4,000 Hz 부근에서 C<sub>5</sub>-dip 현상이 현저했다.
2. 소음 강도에 따라 500, 1,000, 8,000 Hz에서의 청력손실간에 유의한 차가 나타났다( $p < 0.01$ ).
3. 4분법에 의한 평균 청력 손실치는  $32.91 \pm 5.60$  dB였다.
4. 4,000 Hz에서 근속년수가 10년까지 청력손실이 점증하다가 그 이후에는 일정하였다.
5. 전체 근로자의 난청 유병율은 1.81 %였다.
6. 조사대상자의 고혈압 유병율은 11.2 %였다.

**Table 5.** 근속년수별 소음 강도별 고혈압 환자 (%)

| 소음강도<br>dB(A) | 근속년수         |              |              |            | 고혈압<br>유병율    |
|---------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|
|               | 0~5          | 6~10         | 11~15        | 16이상       | 계             |
| 90 이하         | 0<br>(15.40) | 2<br>(15.40) | 4<br>(30.80) |            | 6<br>(46.20)  |
| 90 초과         | 2<br>(15.40) | 1<br>(7.70)  | 3<br>(23.1)  | 1<br>(7.7) | 7<br>(53.8)   |
| 계             | 2<br>(15.40) | 3<br>(23.1)  | 7<br>(53.8)  | 1<br>(7.7) | 13<br>(100.0) |

## 참 고 문 헌

- Crowe, S. J., S. R., Guid and L. M., Polvogt :  
*Observation on the Pathology of High-tone Deafness.*  
*Bull. Johns Hopkins Hosp.*, 54 : 315-379, 1934
- David, A. : *Damage. Noise and Vibration Control, Worldwide Hearing* Oct. 1986
- Edward, R. : *Environmental Noise, Hearing Acuity and Acceptance Criteria.* *Arch. Environ. Health*, 18 : 784-791(May), 1969
- Fosbrooke, J. : *Practical Observation on the Pathology and Treatment of Deafness.* *Lancet*, 19 : 645, 1831
- Gallo, R. and A. Glorig : *Am Ind. Hyg Assoc. J.*, 25 : 235-245, 1964
- Glorig, A and H. David : *Age, Noise and Hearing Loss.* *Ann. Otol.*, 70 : 566-571(June), 1961
- Hermann, E. R. : *A Biophysical Law Describing Hearing Loss.* *Ind. Med. Sur.*, 34 : 223-228(March), 1965
- Lim, D. J. and W. Melnick : *Acoustic Damage of the Cochlea.* *Arch. Otolaryngology*, 94 : 294-305, 1971
- Sataloff, J. : *Occupational Hearing Loss.* *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 47(11) : 631-682, 1986
- The 1984 Report of the Joint National Committel :  
*on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure.* *Arch. Intern. Med.* 114 : 1045, 1984
- Vaughn, H. H. : *Evaluation of Exposure to Noise.* *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol. : (B)425-446, 1976
- Victor, G., F. A. C. S. : *Ear-Disease, Deafness and Dizziness*, 1979
- Weston, H. C. and Adams. : *Two Studies on the Psychological Effects on Noise*, 12th Ann. Report of the Industrial Health Research Board, London, 1932
- Word, W. D. : *Temporary Threshold Shift and Damage Risk Criteria for Intermittent Noise Exposure.* *J. Acoust. Soc. A.*, 48 : 561-574, 1986
- 김종화, 이충렬 : 소음성 청력손실이 혈압에 미치는 영향에 관한 조사연구. *예방의학회지*, 20 : 2, 1987
- 김정순, 정문호, 윤희섭 : 뇌혈관 질환의 위험요인에 관한 연구. *한국역학회지*, 5 : 55, 1983
- 노동부 : '88 근로자 건강진단 분석. 노동부, 1989
- 노동부 : 유해물질의 허용농도 및 작업환경 측정방법. 노동부, 1986
- 이광목 : 소음성난청의 조기발견. *노동과학*, 1987
- 함태영 : 음향성외상. *한국의 산업의학*, 6 : 1, 1967