

일부 소음 특수건강검진 수검자에서 좌우 청력역치 비대칭의 분포

한양대학병원 산업의학과, 한양의대 이비인후과학교실*, 예방의학교실*

권영준 · 김경래* · 이수진 · 송재철**

— Abstract —

Distribution of Asymmetrical Hearing Loss Among the Workers participated in Noise-specific Health Examination

Youngjun Kwon, Kyungrae Kim*, Soo-jin Lee, Jaechul Song**

Department of Occupational Medicine, Hanyang University Medical Center

*Department of Otolaryngology, College of Medicine, Hanyang University**

*Department of Preventive, College of Medicine, Hanyang University***

Objectives : Noise-induced hearing loss(NIHL) is characterized by bilaterally symmetrical hearing loss, but some screening audiometries of employees who were exposed noise showed asymmetry. Therefore, this study was carried out to evaluate distribution of asymmetrical hearing loss and factors influencing asymmetries.

Methods : Study subjects were 294 male employees who have participated in 1st and 2nd noise-specific health examination.

Results : The interaural threshold difference of 20 dB or more at 4,000 Hz was classified as asymmetry. Among 294 NIHL employees, 19 % had left asymmetric hearing loss, 22 % had right asymmetric hearing loss, and overall asymmetry were 41 %. Prevalence of asymmetry at 4,000 Hz significantly more decreased in middle(80~84 dB(A)) and high-level noise exposure groups(≥ 85 dB(A)) than low-level exposure group and significantly increased as greater hearing threshold level in the worse ear. Prevalence of left asymmetry at 4,000 Hz significantly increased as greater hearing threshold level in the worse ear than right asymmetry. The interaural difference was significantly greater in the left asymmetry.

Conclusions : Noise exposure produced asymmetric hearing loss(interaural asymmetry was 20 dB and more in 41 % of case) and left ear was more susceptible to noise damage than right ear.

Key Words : Asymmetric hearing loss, Susceptibility, NIHL

접 수 : 1999년 4월 2일, 채 택 : 1999년 8월 11일

교신저자 : 이 수 진(Tel : 02-2290-9292, E-mail : sjlee@email.hanyang.ac.kr)

서 론

소음에 의한 청력저하는 와우에 위치한 음 수용기인 Cortis 기관의 감각상피손상에 의한 감각신경성 난청의 형태로 나타나며 일반적으로 2,000 Hz 이상의 고주파수 영역에서 청력이 손실되는 특징을 보인다(정명현 1998). 소음성 난청에 영향을 미치는 요소로는 소리의 강도와 크기, 주파수, 1일 폭로되는 시간, 총 작업시간, 개인적 감수성 등이 알려져 있다(김규상 1998). 즉, 음압의 높이가 높을수록, 저주파음보다 고주파음이, 폭로시간이 길수록 청력저하가 커지는 양-반응 관계를 보인다(Sataloff 등 1993).

우리나라의 경우 소음에 폭로된 근로자들의 청력 보호를 위하여 특수 건강진단을 실시하고 있다. 1992년도에 소음 작업장에서 근무하는 근로자는 338,308명이었고 이 중 특수 건강진단 결과 소음성 난청 요관찰자(C 판정자)는 65,966명, 소음성 난청 유소견자(D1 판정자)는 3,345명이었다. 이 수는 1992년 전체 직업병 유소견자의 56.3 %로 우리나라 직업병 중 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 1996년 소음성 난청 유소견자가 2,000건 내외로 감소하였으나 전체 직업병 유소견자 2,978명의 58.3 %로 여전히 가장 중요한 직업병종의 하나이다(노동통계연감 1997). 또한 직업병 보상자도 진폐증 다음으로 많은 수를 차지하고 있어 소음성 난청에 대한 효과적이고 지속적인 대책이 마련되지 않는 한 소음성 난청은 앞으로도 가장 심각한 직업병 문제로 남을 것이다.

사업장에서 발생하는 소음은 대부분의 경우 근로자의 좌·우 귀에 동일한 또는 유사한 수준으로 폭로되므로, 이로 인한 청력저하는 일반적으로 대칭적인 경향을 보인다(Taylor 등 1969, Sataloff 등 1993). 그러나 소음이 양측 귀에 비대칭적으로 폭로되면 좌·우 비대칭적인 청력역치저하가 생길 수 있으며, 이러한 비대칭적인 청력역치저하는 사격이나 군대시절 총성 및 폭격소리에 노출 된 과거력이 있는 경우(Chung 등 1981, Prosser 등 1988, Cox 등 1995), 또는 일부 사업장의 경우 한쪽으로 편중된 작업공구의 소음(Cox 등 1995)으로 인해 발생할 수 있다고 알려져 있다(Chung 등 1983).

편중된 소음폭로의에 비대칭적인 청력저하를 일으키는 대표적인 원인은 이관 및 고막질환등의 이(耳) 질환으로, 일측성 발생이 양측성에 비해 2배정도 많은 것으로 알려져 있다(Robert 등 1968). 이러한 이(耳) 질환은 병력청취, 일반적인 이학적 검사 및 청력 검사를 통해 진단이 가능하다. 그러나 특수 건강진단 결과 특별한 이상 소견 없이 좌·우 비대칭적인 역치저하를 보이는 경우를 흔히 접하게 된다. 이러한 경우 비대칭적인 역치저하를 소음성 난청으로 판정하는데 많은 어려움을 겪게 된다.

소음성 난청에 대한 국내의 여러 연구에서 4,000 Hz에서 좌측귀의 평균 청력역치가 우측 귀에 비해 0.9 dB에서 4.5 dB까지 더 저하되었다고 보고하였다(길병도 등, 1982; 김중화, 1987; 이종태 등, 1988; 김지용 등, 1993). 그러나 이 연구들의 대부분은 좌측 귀와 우측 귀 각각의 평균을 구해 좌·우 역치차이를 보고하고 있어, 한 개인에서 좌·우 귀의 역치차이가 어느 정도인지 알 수가 없었다.

본 연구는 일부 청력손실 근로자에서 좌·우 역치차이의 정도를 확인하고 청력저하에 영향을 미칠 수 있는 일부 관련 요인이 역치비대칭에 영향을 주는지를 파악함으로써 소음 폭로와 역치 비대칭간의 관련성을 보고자 하였으며, 소음성 난청 진단의 기초자료로 삼고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 및 방법

한 대학병원에서 1997년 3월부터 12월까지 소음성 난청 특수 건강진단을 실시한 근로자 중 일측 또는 양측 귀의 청력역치가 1,000 Hz에서 30 dB 이상 또는 4,000 Hz에서 40 dB 이상의 청력손실을 보여 2차 정밀 진단을 실시한 근로자를 연구대상으로 하였다. 2차 정밀 진단 수검자중에서 다음 내용 즉, 난청의 원인으로 소음폭로가 명확히 배제될 수 있거나 소음성 난청의 가능성이 적은 경우는 연구대상에서 제외하였다. 1) 8시간 누적 평균 소음폭로량(TWA)이 70 dB(A) 미만인 근로자(176명). 2) 2차 특수 건강진단 결과 난청이 소음 폭로가 아닌 다른 원인으로 설명되는 근로자. 즉, 청력저하를 유발할 수 있는 이(耳) 질환의 과거력이 있거나 현증 환자(49명). 3) 4,000 Hz에서 상대적으로 청력저하

가 더 작은 귀(이하 좋은 귀)의 청력역치가 15 dB 이하인 근로자(26명). 총 연구대상자는 294명이었으며, 자기기립식 설문지를 이용하여 인구학적 특성, 근무력, 과거병력, 작업관련요인 및 군대력 등을 조사하였다. 소음성 난청이 아닌 이(耳) 질환 감별을 배제하기 위해 이비인후과 의사가 문진, 이경 검사 및 음차검사(웨이버, 린네 검사)를 시행하였다. 순음청력검사는 숙련된 청력기사에 의해 VOY-AGER 522(Madsen, Korea)로 검사하였으며 기기의 보정은 매년 특수검진이 시작되기전 구입회사에 의뢰하여 실시하였다. 또한 주변소음의 영향을 최소화하기 위해 일부 출장검진시에는 40 dB 미만의 조용한 방에서, 내원 검진시에는 소음차단용 부스에서 순음 청력검사를 시행하였다.

2. 청력검사 및 소음 폭로 자료

청력 검사순서는 청력이 더 좋은 귀부터, 청력정도가 비슷한 경우 우측부터 시행하였다. 주파수 선정은 1,000 Hz부터 시작하여 8,000 Hz까지, 다시 1,000 Hz, 500, 250 Hz 순서로 시행하였다. 강도 선정은 수정상승법을 이용하여 30 dB에서 시작하여 들을 때까지 20 dB 씩 상승하였으며 듣는 경우에는 10 dB 하강, 5 dB 상승의 간격으로 시행하였다. 역치는 피검자가 한 신호수준에서 검사음에 최소한 2번 이상 반응을 보이는 가장 낮은 수준으로 정하였으며 기도 및 골도 청력검사를 모두 시행하였다. 나쁜 귀의 기도 역치와 좋은 귀의 골도역치 비교시 40 dB 이상 차이 있는 경우 좋은 귀에 소음(narrow band noise)을 주어 차폐(masking)를 시행하였다(Gelfand SA, 1996).

근로자의 소음 폭로 수준은 2개 대학병원 특수검진기관의 작업환경 평가자료를 이용하여 단위 사업장별 평균소음을 소음폭로량으로 하였다. 소음폭로

수준은 저, 중, 고 폭로로 구분하여 저 폭로군은 소음폭로량이 70~79 dB(A), 중 폭로군은 80~84 dB(A), 고 폭로군은 85 dB(A) 이상으로 분류하여 분석을 하였다. 제조, 인쇄, 정비업종 등 다양한 업종의 근로자들이 포함되었으며 각각의 평균 소음폭로는 74, 83, 86 dB(A)이었다(Table 1).

3. 분석방법

연구대상자의 청력검사 자료를 이용하여 소음에 의한 청력장애가 조기에 나타나는 4,000 Hz에서 좌·우 청력역치의 차이가 20 dB 이상인 경우를 비대칭으로 정의하여 좌측 청력이 더 저하된 경우를 좌비대칭 청력저하군(이하 좌비대칭군), 우측 청력이 더 저하된 경우 우비대칭 청력저하군(이하 우비대칭군), 그리고 대칭 청력저하군(이하 대칭군)으로 나누어 청력손실에 영향을 주는 일부 관련 요인에 따라 먼저 좌·우 구분 없이 비대칭군과 대칭군의 분포의 차이를 비교하였다. 또한 비대칭군만을 대상으로 앞서 보았던 일부 관련 요인에 따라 좌·우 분포의 차이를 보았으며, 비대칭의 정도를 파악하기 위해 4,000 Hz에서의 좌·우 역치 차이값(좌우 또는 우좌로 계산)을 이용하여 비교하였다. 청력 관련 요인에 따라 비대칭군과 대칭군간의 분포차를 비교하기 위해 χ^2 검정을 실시하였으며, 단변량 분석결과 유의한 차(p<0.05)를 보인 요인들과 청력손실과 관련되는 것으로 알려져 있는 연령, 근무년수와 같은 요인들을 포함하여 서로의 영향을 보정하기 위해 비대칭군을 대상으로 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 좌·우 비대칭군의 분포의 차이는 χ^2 검정으로 보았으며 좌·우 역치 차이값은 t 검정으로 비교하였다. 통계 프로그램은 SPSS ver. 7.5 for PC를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Noise level of working environment (unit : dB(A))

Exposure level	Average noise*	Min - Max	Number (%)
Low	74	70.0 - 79.2	64 (22)
Middle	83	80.2 - 83.4	168 (57)
High	86	85.0 - 92.1	62 (21)
Total			294(100)

* : 8시간 누적 평균 소음폭로량(TWA)

결 과

1. 비대칭 및 대칭군의 분포

1) 좌·우 역치차이에 따른 비대칭군과 대칭군의 분포

비대칭군을 4,000 Hz에서 좌·우 청력 역치차이를 각각 10, 20, 30 dB로 기준을 달리하여 분류하였다. 10 dB 이상을 기준으로 하였을 때 68 %, 20 dB 이상을 기준으로 하였을 때 41 %, 그리고 30 dB 이상을 기준으로 하였을 때는 22 %가 비대칭 역치저하를 나타내었다. 비대칭군내에서 좌·우의 차이를 위에 제시한 3가지 기준으로 비교해 보았으나 통계적으로 유의하지 않았다(Fig. 1).

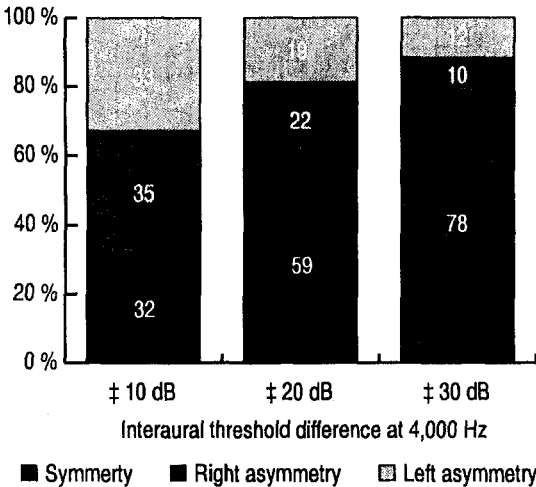


Fig. 1. Distribution of asymmetry by various interaural difference level(N=294)

2) 비대칭 및 대칭군의 연령분포

4,000 Hz에서 20 dB 이상의 좌·우 청력역치 차이가 있는 근로자를 비대칭군으로 하였을 때 비대칭군과 대칭군 모두 30대가 가장 많았으며 40대와 50대에서 대칭군이 비대칭군에 비해 많았으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p>0.05$). 평균 연령은 각각 37.1세, 37.6세로 차이가 없었다($p>0.05$) (Table 2).

3) 비대칭 및 대칭군의 평균 청력역치

비대칭군, 대칭군의 각 주파수별 평균 청력역치는 전형적인 소음성 난청인 C5 dip의 모양을 보였다. 나쁜 귀의 역치를 비교하였을 때 좌비대칭군의 좌측 귀의 경우 4,000 Hz에서 74 dB, 우비대칭의 우측 귀가 68 dB로 나타나 좌비대칭군이 유의하게 저하되어 있었으나($p<0.01$), 좋은 귀의 역치는 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 비대칭군간의 좌우 역치차이를 보았을 때 좌비대칭이 역치저하가 심해 비대칭의 정도가 크게 나타났다(Fig. 2).

4) 관련 요인별 비대칭군과 대칭군의 분포

청력에 영향을 미치는 근무년수, 소음폭로수준, 근대시절 폭발음의 폭로정도, 전신진동 노출 유무, 청력검사전 휴식시간정도에 따라서 비대칭, 대칭군의 분포의 차이를 보았으며, 나쁜 귀의 청력역치는 비대칭의 특성을 파악하기 위해 함께 포함하여 분포의 차이를 보았다. 근무년수로 보았을 때 10년 이하 근무군에서 10년 이상 근무군보다 비대칭군이 많았으나 유의한 차이는 아니었으며 소음폭로수준으로 보았을 때 80 dB(A) 미만의 저 폭로군에서 중 또는 고 폭

Table 2. Age distribution of the study subjects (N=294)

Variable	Asymmetry		Symmetry	
	number(%)	mean(±s.d)	number(%)	mean(±s.d)
Age(yr)				
20 - 29	25(20.8)		36(20.7)	
30 - 39	62(51.7)	37.1(8.4)*	74(42.5)	37.6(8.8)*
40 - 49	18(15.0)		38(21.8)	
50 - 59	15(12.5)		26(14.9)	
Total		120		174

* $p>0.05$: t-test

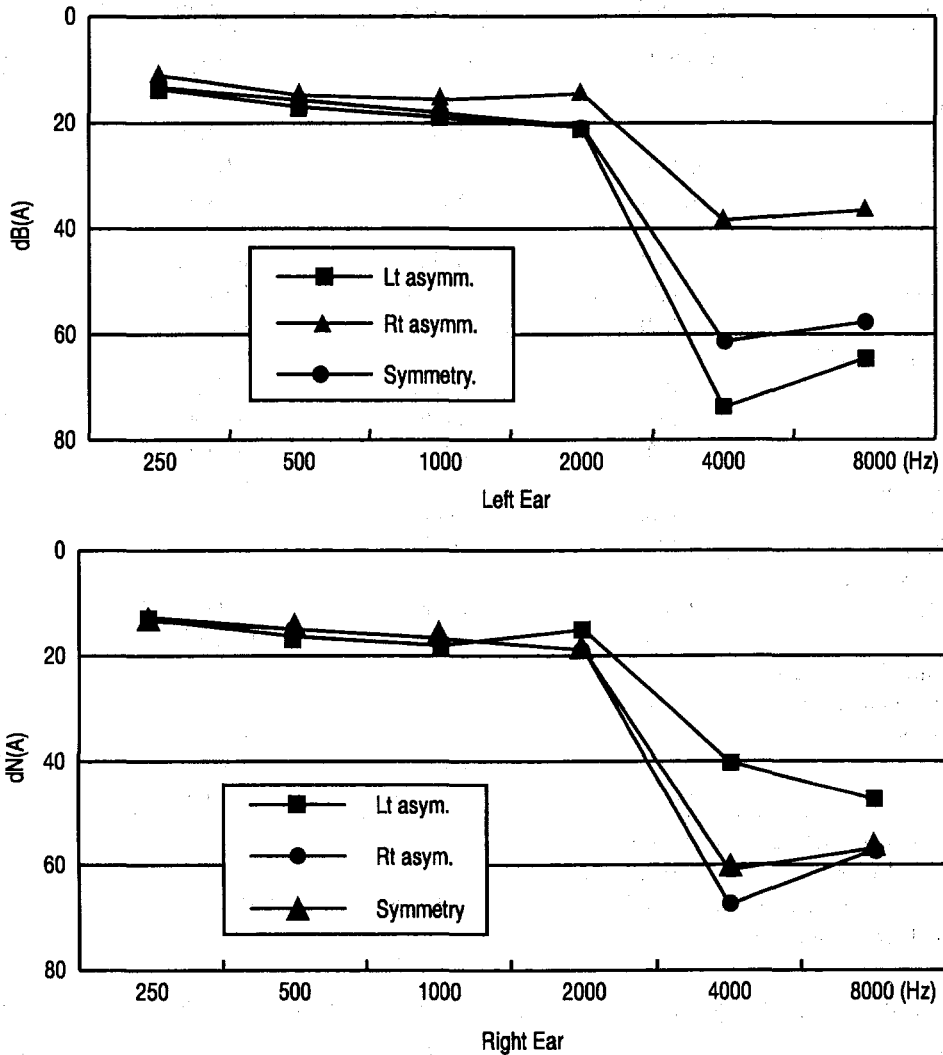


Fig. 2. Hearing thresholds in asymmetry & symmetry groups.

로군보다 비대칭군이 유의하게 많았다($p < 0.01$). 나쁜 귀에서 측정된 4,000 Hz의 청력역치와 비대칭 분포의 차이를 비교한 결과 55 dB 이하의 역치군에 비해 역치가 증가할수록 비대칭군이 많았다($p < 0.001$). 그 외 군대시절 폭발음 폭로정도, 전신진동 노출 유무, 청력검사전 휴식시간정도에 따른 차이는 없었다(Table 3).

5) 비대칭군에 대한 다변량 분석

단변량 분석결과, 소음폭로수준과 나쁜 귀의 청력역치수준이 청력역치의 비대칭과 관련이 있는 것으

로 파악되었으며, 또한 이들 변수의 관련성이 알려져 있어 이러한 영향을 배제하기 위해 종속변수를 비대칭 유무로, 독립변수의 성격으로 나쁜 귀의 역치를 포함하여 다변량 분석을 시행하였다. 이들 변수 외에 청력손실의 혼란변수로 알려진 연령과 근무년수를 포함하여 분석하였다. 다변량 분석(로지스틱 회귀분석)후에도 저 폭로군에 비해 중 폭로군과 고 폭로군에서 회귀계수 -0.719 와 -0.878 로 비대칭군이 많아지는 양상을 보여주었으며($p=0.02$, $p=0.023$), 청력역치가 증가할수록 회귀계수 0.041 로 비대칭군이 의미 있게 증가하였다($p=0.0002$)(Table 4).

Table 3. Distribution of asymmetric hearing loss by various factors (unit : number(%))

	Asymmetry	Symmetry	Total	p-value*
work duration(year)			294	
<5	31(43)	42(57)	73(100)	NS
5-9	40(48)	43(52)	83(100)	
≥10	49(36)	89(64)	138(100)	
Noise exposure level			294	
Low	37(58)	27(42)	64(100)	<0.01
Middle	63(37)	105(63)	168(100)	
High	20(32)	42(68)	62(100)	
Hearing threshold ¹⁾			294	
≤55	13(21)	48(79)	61(100)	<0.001
60-70	56(41)	80(59)	136(100)	
≥75	51(53)	46(47)	97(100)	
Explosion noise ²⁾			202 ³⁾	
Few	72(48)	79(52)	151(100)	NS
Many	20(39)	31(61)	51(100)	
Vibration exposure			202 ³⁾	
No	27(37)	47(63)	74(100)	NS
Yes	61(48)	67(52)	128(100)	
Resting time(hr) before audiologic examination			204 ³⁾	
during work	16(46)	19(54)	35(100)	NS
<16	32(42)	44(58)	76(100)	
≥16	40(43)	53(57)	93(100)	

* p-value : χ^2 test, NS: non-significant(p>0.05)

- 1) : Hearing threshold in worse ear(dB) at 4,000 Hz
- 2) : History of exposure by explosion & gun shot noise during the army period
- 3) : Respondents of questionnaire

2. 좌·우 비대칭군의 분포 및 좌·우 역치차이의 분포

1) 관련 요인별 좌·우 비대칭군의 분포

나쁜 귀의 청력역치가 증가할수록 좌비대칭군이 유의하게 증가하였다(p<0.05). 그 외 좌·우 비대칭 분포에 차이를 보이는 요인은 없었다(Table 5).

2) 좌·우 비대칭군간의 평균 역치차이

비대칭의 정도를 알아보기 위해 각 주파수 별로 평균 좌·우 차이값을 비교하였다. 역치 차이값은 좌비대칭의 경우 좌·우, 우비대칭은 우·좌의 식으로 부터 산출하였다. 4,000 Hz에서 좌비대칭이 33.6 dB의 역치차이를 보여 우비대칭의 역치차이 29.2 dB에 비해 역치차이가 컸으며 통계적으로도 유의하였다(p<0.05)(Table 6).

Table 4. Multivariate analysis for asymmetric group

Variable	Regression coeff.	SE	p-value*
Age	0.091	0.022	0.685
Working duration	-0.048	0.040	0.230
Noise Exposure			
Low: Middle	-0.719	0.307	0.02
Low: High	-0.878	0.386	0.023
Hearing threshold ¹⁾	0.041	0.011	0.0002

* p-value : multiple logistic regression

- 1) Hearing threshold(dB) in worse ear at 4,000 Hz

나쁜 귀의 역치에 따라 양귀간의 역치차이를 보았을 때, 전 역치범위에서 일관되게 좌비대칭군이 역치차이가 더 크게 나타났으며, 역치가 증가함에 따

Table 5. Distribution of left & right asymmetric hearing loss by various factors (unit : number(%))

Variable	Asymmetry		Total	p-value*
	Left	Right		
work duration(year)			120	
<5	13(42)	18(58)	31(100)	
5-9	16(40)	24(60)	40(100)	NS
≥10	26(53)	23(44)	49(100)	
Noise exposure level			120	
Low	16(43)	21(57)	37(100)	
Middle	32(51)	31(49)	63(100)	NS
High	7(35)	13(65)	20(100)	
Hearing threshold ¹⁾			120	
≤55	3(23)	10(77)	13(100)	
60-70	22(39)	34(61)	56(100)	<0.05
≥75	30(59)	21(41)	51(100)	
Explosion noise ²⁾			92 ³⁾	
Few	9(45)	11(55)	20(100)	
Many	35(49)	37(51)	72(100)	NS
Vibration exposure			88 ³⁾	
No	12(44)	15(56)	27(100)	
Yes	31(51)	30(49)	61(100)	NS
Resting time(hr) before audiologic examination during work			88 ³⁾	
<16	5(31)	11(69)	16(100)	
≥16	15(47)	17(53)	32(100)	NS
≥16	21(43)	19(47)	40(100)	

* p-value : χ^2 test, NS : non-significant(p>0.05)

1) : Hearing threshold(dB) in worse ear at 4,000 Hz

2) : History of exposure by explosion & gun shot noise during the army period

3) : Respondents of questionnaire

라 역치차이도 커지다가 65 dB의 역치수준에서 정점을 이루고 다소 감소하는 모양을 보였다(Fig. 3).

고 찰

본 연구는 소음에 의한 청력손실이 대부분 대칭적으로 저하된다는 일반적 사실과 상반된 결과를 보였다. 대상자의 68 %가 좌·우 10 dB 이상의 역치차이가 있었으며 30 dB 이상의 역치차이가 있는 경우도 22 %로 나타났다. 국내의 여러 연구에서 4,000 Hz에서 좌측귀의 평균 청력역치가 우측 귀에 비해 0.9 dB에서 4.5 dB까지 더 저하되었다고 보고하였으며(길병도 등, 1982; 김종화, 1987; 이종태 등, 1988; 김지용 등, 1993), Simpson 등(1993)도 소

Table 6. Means of interaural threshold difference by asymmetries (N=294)

Frequency (Hz)	Asymmetry		p-value*
	Left asymmetry Lt-Rt average(sd)	Right asymmetry Rt-Lt average(sd)	
250	0.5(6.8)	1.7(6.6)	NS
500	0.6(6.4)	0.1(5.4)	NS
1000	0.9(5.1)	1.1(5.9)	NS
2000	5.7(13.0)	4.5(13.6)	NS
4000	33.6(11.0)	29.2(9.6)	<0.05
8000	17.1(23.3)	20.7(21.7)	NS

* p-value : t-test

음 폭로 근로자에서 2,000, 3,000, 4,000 Hz에서 역치차이가 평균 5 dB을 초과하는 경우가 80 %라

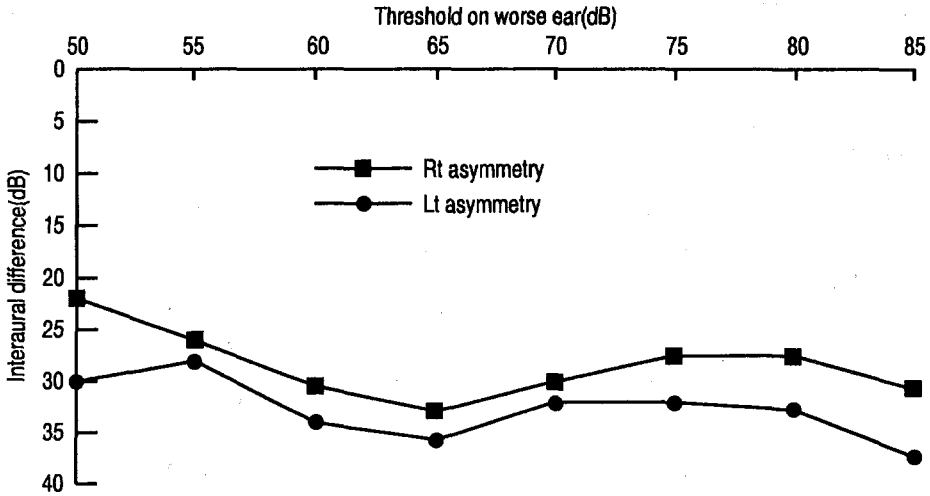


Fig. 3. Interaural difference of worse ear thresholds at 4,000 Hz

고 보고하여 소음성 난청의 상당부분이 비대칭적인 청력저하를 보인다는 사실을 뒷받침하고 있다.

좌·우 역치 비대칭의 판단기준은 각 연구마다 다양하게 제시되었는데, 일부 기준을 보면 500, 1,000, 2,000, 4,000 Hz의 주파수에서 평균 15 dB 이상의 차이(Alberti 등, 1979), 또는 4,000 Hz에서 15 dB(Prosser 등, 1988; Cox 등, 1995)의 차이나는 경우 등으로 제시된 바 있다. 본 연구에서는 비대칭의 판단기준을 4,000 Hz에서 20 dB 이상의 좌·우 역치차이가 있는 경우로 정하였다. 기존 연구에서 4,000 Hz에서 역치차이가 가장 크다고 보고되어 (Chung 등, 1983a; Pirila 등, 1991) 비대칭의 기준 주파수를 4,000 Hz로 한정하여 보았으며, NIOSH(1996)에서 정의한 어느 한 주파수에서 의미 있는 역치저하(Significant Threshold Shift)인 15 dB를 기준으로 하여 한 개인에서 좌·우 역치차이가 15 dB 이상인 경우 의미있는 역치차이가 있는 것으로 보았으며 청력기계의 안정성을 고려해 ±5 dB의 오차한도를 인정하여 20 dB의 차이로 정하였다.

비대칭적인 청력손실의 원인 및 관련된 인자로 우선 고려해야 할 사항은 일반적인 이(耳) 질환의 존재 여부이다. Alberti 등(1979)은 소음성 난청 보상 평가를 위해 정밀 검사가 의뢰된 1,873명의 난청자 중 281(15%)명이 500, 1,000, 2,000, 4,000 Hz의 주파수에서 평균 15 dB 이상의 역치차이가 존재한다고 하였다. 이들 중에 115(41%)명이 일반적인

이(耳) 질환으로 진단되었으며 기계적 손상 37명, 설명불가 32명, 소음성 난청 97명(35%)으로 진단되어 과반수가 소음 외 원인으로 판정되었다. Dobie(1980)는 비대칭 청력역치를 가진 근로자중 선별하여 정밀검사를 시행해야 하고, 이를 통해 치료 가능한 질환을 미리 진단하여 심각한 청력손상을 방지해야 한다고 주장하였으며, 정밀검사 의뢰기준을 “인접한 어느 두 주파수에서 45 dB의 평균 역치차이” 또는 American Council of Otolaryngology (1979)의 제안 기준인 “500, 1,000, 2,000 Hz에서 평균 역치차이가 15 dB 이상 또는 3000, 4,000, 6000 Hz에서 평균 30 dB 이상의 역치차이”로 제안 하였다.

비대칭 역치저하는 소음성 난청 판정시 소음 외 다른 원인을 고려하게 되는 중요한 요소이며, 정기적으로 시행되는 소음 특수 건강진단을 통해 치료 가능한 이(耳) 질환을 미리 진단 할 수 있는 근거가 되기도 한다. 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 정밀검사 의뢰기준이 넓게 적용되면 불필요한 검사가 시행되어 시간과 검사비를 낭비하는 결과를 초래하게 되기 때문에 앞으로 효율적인 정밀검사 의뢰기준에 대한 논의 및 연구가 필요하다고 생각한다.

본 연구에서는 이(耳) 질환의 과거력이 있거나 현 증 환자로 진단된 49명을 연구대상에서 제외하였다. 제외 대상자의 구성은 전음성 난청 22명(45%), 소음성 난청이 배제된 감각신경성 난청 14명(29%),

혼합성 난청이 13명(26%)이었다. 이들은 좌비대칭이 26.5%, 우비대칭이 47%로 전체 73.5%가 비대칭군으로 본 연구의 41%와 차이가 있었으며($p < 0.001$), 비대칭의 정도도 4,000 Hz에서 평균 역치차이가 46 dB로 본 연구군의 31 dB와 차이가 있었다. Robert 등(1968)은 이관질환 및 고막질환의 일측성 발생률이 양측성에 비해 2배라고 하여 이(耳) 질환자에서 비대칭적 청력저하가 많음을 보고하였다. 산업장 근로자중 이(耳) 질환의 유병률은 19%(Kylin, 1960)에서 40%(Burns 등, 1977)로 보고되어 본 연구의 이(耳) 질환 유병률 13%보다 높게 조사되었는데, 이는 이(耳) 질환자가 소음성 난청 정밀검진에 참가하지 않아 작게 나타날 가능성도 있으나 발견되지 않은 이(耳) 질환자들이 연구대상자에 포함되어 비대칭 정도가 과장되었을 가능성도 있다.

이(耳) 질환자 외에 좋은 귀의 청력역치가 15 dB 이하인 근로자 26명도 제외하였다. 본 연구의 대상자를 소음성 난청 2차 선별기준(노동부고시 94-38호)인 1,000 Hz에서 30 dB 이상 또는 4,000 Hz에서 40 dB 이상의 청력손실이 있는 근로자를 대상으로 하였기 때문에 이들에게서 좋은 귀의 청력역치가 15 dB 이하인 경우 소음에 의한 청력손실의 가능성이 적어 제외하였다(Prosser 등, 1988). 이들은 좌비대칭이 13명(50%), 우비대칭이 13명(50%)으로 모두 비대칭군 이었으며, 역치차이의 평균이 48 dB로 크게 나타나 이(耳) 질환군과 차이가 없었다. 현재 시행한 검사로 이상을 발견할 수는 없었지만 이들의 청력손실의 원인에 대해 추가 정밀 검사의 필요성이 제기된다.

역치 비대칭의 원인 중 소음폭로와 관련된 위험인자로 보고된 요인은 작업시 한쪽으로 편중된 소음폭로, 사격의 과거력 등이다. Chung 등(1983b)은 좌측으로 편중된 소음폭로 근로자에서 좌측귀의 청력역치가 우측 귀에 비해 2,000, 3,000 Hz에서 의미 있는 저하를 보인다고 하였다. 그러나 일반적으로 사업장 소음은 대칭적으로 폭로되는 것으로 알려져 있으며(Saltaloff 등, 1993), 본 연구대상자의 사업장 소음폭로의 경우 특별한 비대칭적인 소음폭로를 발견할 수 없어 대칭적인 폭로로 인정하였다.

사격시 발생하는 총소리는 역치 비대칭을 일으키는 대표적인 비직업성 소음이다(Prosser 등, 1988; Chung 등, 1981; Kryter 등, 1991; Cox 등,

1995). 비대칭을 일으키는 기전은 주로 오른 손을 쓰는 경우 우측 어깨에 총을 고정하게 되고 머리에 의해 우측 귀가 보호되어 좌측 귀의 청력손실이 2,000 Hz이상의 고주파수에서 의미 있게 크다고 하였다(Cox 등, 1995). 사격의 과거력과 역치 비대칭의 관련성에 대해 군인을 대상으로 한 연구에서는 67%가 4,000 Hz에서 15 dB 이상의 역치차이가 있다고 하였으며(Cox 등, 1995), 근로자를 대상으로 한 연구에서는 71.8%가 4,000 Hz에서 15 dB 이상 역치차이가 있다고 하였다(Prosser 등, 1988). 또한 사격의 횟수와 기간이 길수록 비대칭 정도가 더욱 증가하였다고 보고하였다(Chung 등, 1981). 국내연구로 김 등(1991)은 군복무시 사격의 과거력과 청력손실간에 관련성을 보고하였으나 사격의 과거력자에서 좌·우 역치 비대칭에 대한 비교는 시행되지 않았다. 사격의 과거력은 남녀에서 큰 분포의 차이를 나타내어 여성 근로자의 1%만이 사격의 과거력이 있어, 남성 근로자에서 좌측 역치저하가 더 크다고 하였다(Pirila 등, 1992).

본 연구에서는 남자 근로자만이 연구대상자였으며 이들에게서 군대의 과거력과 비대칭의 관련성을 알아보기 위해 입대여부, 군 복무기간, 복무부서, 제대시 계급, 폭발음이나 사격소리에 폭로 정도에 따라 비대칭 분포의 차이를 보았다. 그러나 설문조사에 응했던 223명 중 97%가 군대복무를 하였기 때문에 사격의 과거력 유무와 비대칭의 관련성 분석이 불가능하였고 그 외 복무기간, 복무부서, 폭발음이나 사격소리에 폭로 정도에 따라 분석을 하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 좌우 비대칭군간의 비교에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 현재 설문조사로 군대시절 사격소음의 폭로량을 정확히 측정할 수 없어 나타났다고 생각된다. 본문에 제시된 안되어 있지만 4000 Hz의 역치비교에서 군대력이 조사가 안된 71명의 경우 군대를 안간 사람이 상당수 포함되어 있을 것이라고 생각하여 4000 Hz의 역치를 비교하였다. 설문조사가 안된 71명의 역치는 좌 56.9 dB, 우 58.1 dB이었고 병역복무를 한 216명은 좌 59.2 dB, 우 58.7 dB로 나타나 통계적 의미는 없지만 군대 복무시 사격 음의 폭로가 좌측 역치저하에 영향을 미쳤을 가능성이 있으며 추후 사격의 폭로가 많은 군 부서 및 장기 복무 군인들에 대해 사격 음 폭로 정도와 역치 비대칭의 관련성에 밝히는

연구가 필요하다. 또한 군대시절 사격의 과거력에 의한 청력저하 및 비대칭 역치저하에 대한 조사는 채용 신체검사시 자료가 매우 유용할 것으로 생각되며 채용검사시 자세한 군대 과거력에 대한 조사 및 초기 청력역치에 대한 검사가 요구된다.

현재 소음 폭로의 허용기준이 8시간 누적소음폭로량이 90 dB(A) 이상의 소음폭로로 제시되고 있으나 NIOSH(1998)의 REL의 경우 85 dB(A)을 제안하고 있다. 그러나 85 dB(A) 미만의 소음폭로도 일시적 청력손실이 회복되지 않은 상태에서 계속 소음에 폭로될 경우 영구적 청력손실이 가능하다(Davis RI 등, 1994). NIOSH(1998)의 REL의 경우 82 dB(A)에서 16시간 이상의 소음폭로를 금지하고 있으며, 근로자가 8시간 근무후 잔업을 하게 되는 현실을 고려할 때 85 dB(A) 미만의 소음폭로에도 소음에 의한 청력저하의 가능성을 배제할 수 없다고 생각된다. 또한 소음 폭로가 1회 측정값에 근거하였기 때문에 정확한 작업장 소음수준을 반영하기는 무리라 생각되어 본 논문의 경우 사업장 평균 소음폭로량을 상대적으로 3등급으로 나누어 70~79 dB(A)을 저폭로군, 80~84 dB(A)을 중폭로군, 85 dB(A) 이상을 고폭로군으로 하여 분석을 하였다.

본 연구의 비대칭군과 대칭군간의 비교에서 유의한 차이가 있었던 요인은 소음 폭로수준과 나쁜 귀의 역치수준으로 중, 고 폭로군에 비해 저 폭로군에서 비대칭군이 유의하게 증가하였으며($p < 0.01$), 나쁜 귀의 역치저하가 큰 군에서 비대칭의 경향이 높은 것으로 나타났다($p < 0.001$). 그러나 단변량 분석 결과 의미가 있었던 소음 폭로 수준과 나쁜 귀의 역치는 관련성이 알려져 있어 이러한 영향을 배제한 이후에도 나쁜 귀의 역치가 비대칭과 관련이 있음을 보기 위해 종속변수를 비대칭 유무로, 독립변수의 성격으로 나쁜 귀의 역치를 포함하여 다변량 분석을 시행하였다. 다변량 분석 후에도 저 폭로군 및 나쁜 귀의 역치는 의미있게 나타났다.

소음 폭로수준과 비대칭 역치저하에 대해 Simpson 등(1993)은 90 dB(A) 이하와 그 이상의 소음 폭로를 비교하였을 때 폭로수준에 따라서 비대칭군의 분포차이가 없다고 하였다. 본 연구에서는 소음폭로수준을 더욱 세분화했을 때 80 dB(A) 이상의 소음폭로 수준에서는 유의한 차이가 없었으나 80 dB 미만의 소음폭

로에서 비대칭군이 유의하게 증가하였다. 소음 폭로 수준별로 평균 역치차이를 비교하였을 때에도 저 폭로군이 18(± 18) dB, 중 폭로군이 11(± 17) dB, 고 폭로군이 12(± 19) dB로 저 폭로군에서 평균 역치차이가 크게 나타났다($p < 0.05$, ANOVA). 이러한 결과는 80 dB 미만의 저소음 폭로군의 비대칭적인 역치저하는 소음외 다른 원인의 가능성이 제기되며, 이에 대한 추가 조사가 필요하다고 생각된다. 또한 중, 고 폭로군의 경우는 비대칭의 정도가 유사하게 나타나 80 dB 이상의 소음이 비대칭 분포에 미치는 영향이 같다고 가정할 수 있으나, 개인별 소음폭로가 정확히 조사되지 않았기 때문에 나타날 수도 있으며 개인별 소음폭로가 조사된 후에 재 분석이 필요하다고 생각한다.

역치저하와 비대칭의 관련성에 대해 Chung 등(1983a)은 비대칭의 정도(역치차이)는 역치저하와 상관성을 가져 40 dB의 역치까지 역치차이가 증가하였다가 40 dB 이상의 역치에서 감소하는 양상을 보인다고 하였다. 본 연구결과는 모든 대상자를 포함한 분석에서 나쁜 귀의 역치가 증가할수록 역치차이가 컸으며(pearson $r = 0.261$ $p < 0.001$), 비대칭군만을 대상으로 나쁜 귀의 청력역치에 따른 평균 역치차이는 증가하다가 65 dB에서 정점을 이루고 다소 감소하여 평형을 이루는 양상을 보여 Chung 등의 결과와 유사하였다. 그러나 이러한 차이는 Chung의 경우 좌·우 평균 역치를 사용했고, 저자는 20 dB 이상의 역치차이가 있는 근로자를 대상으로 하였으며, 또한 나쁜 귀의 역치를 사용하였기 때문인 것으로 생각한다.

좌·우 비대칭군만을 대상으로 역치저하와의 관련성을 보았을 때 나쁜 귀의 역치저하가 심한 군에서 좌비대칭군이 많았으며, 4,000 Hz에서 평균역치가 좌비대칭군의 좌측 귀가 74 dB, 우비대칭군의 우측 귀(나쁜 귀간의 비교)가 68 dB로 좌측 역치가 유의하게 저하되었으나($p < 0.01$), 좋은 귀 사이에는 유의한 차이가 없었다. 또한 좌비대칭군이 4,000 Hz에서 역치차이가 우비대칭군보다 유의하게 컸다($p < 0.05$) 좌측 귀의 청력이 더 나쁜 경우 비대칭 정도가 심한 것으로 나타났다.

좌측 귀의 역치저하가 우측 귀보다 심한 원인에 대해서는 사격의 과거력 등이 보고된 바 있으나 사격의 과거력이 없는 어린이와 여성 근로자를 대상으

로 한 연구에서도 좌측 귀의 역치저하가 심한 것으로 보고되었다(Chung 등, 1983a; Axelsson 등, 1987; Pirila 등, 1992).

Chung 등(1983a)은 이러한 좌측 귀의 역치저하가 심한 것을 "ear effect"로 명하였으며 남성에서 "ear effect"가 크다고 하였다. "ear effect"는 50세 이상의 연령군에서는 관찰되지 않아 노인성 난청과 다른 병리적 기전을 가지며 기본적으로 소음에 의한 것으로 보고하였으며(Pirila 등, 1992), 정상 청력을 가진 젊은이를 대상으로 한 실험연구에서 소음 폭로후 좌측 귀에서 일시적 역치저하(TTS)가 심하다고 하여 이러한 역치차이를 소음폭로에 대한 감수성의 차이라고 하였다(Pirila, 1991a, 1991b). 또한 Simpson 등(1993)은 기초 청력자료와 3년 뒤 추적자료를 비교하여 표준 역치저하(STS)가 좌측 귀가 심하다고 보고하여 좌측 귀가 소음에 대한 감수성이 더 예민하다고 하였다.

현재까지는 역치비대칭에 영향을 미치는 요인으로 이(耳) 질환, 사격 및 편중된 소음폭로, 청력계계의 안정성 등이 보고되었으나 정확한 원인이 밝혀져 있지 않으며, 소음에 대한 좌·우 귀의 감수성의 차이로 해석하고 있다. 또한 소음에 대한 감수성은 좌측 귀가 더 예민한 것으로 보고되고 있다. 본 연구의 결과도 좌측 귀에서 역치저하가 심하고, 역치차이가 크게 나타나 좌측 귀가 소음폭로에 더욱 민감하다는 보고와 같은 결과를 보이고 있다. 그러나 단면연구로 진행되었기 때문에 청력저하가 발생한 상태에서 분석이 되어 좌측귀의 청력저하가 심한 것만 확인하였으며, 좌측 귀가 소음에 더 민감한지를 밝히기 위해서는 추후 추적연구를 통해 추적기간동안 좌비대칭군에서 청력역치저하가 더 빠르게, 더 심하게 나타나는지와 그의 관련요인에 따른 청력변화를 관찰해야 한다고 생각한다. 또한 좌비대칭군이 소음에 더 민감하다면 이들을 대상으로 청력보호프로그램의 실시여부에 대한 연구도 진행되어야 할 것으로 생각한다.

요 약

목적 : 좌·우 역치 비대칭정도를 파악하고 소음 폭로력과 일부 요인에 따라 비대칭군의 분포의 차이를 파악하여 소음성 난청 진단의 기초자료로 삼고자 하였다.

방법 : 1997년 1년동안 한 대학병원에서 소음성 난청 1, 2차 검진을 실시한 남성 근로자 294명을 대상으로 설문조사, 이경검사, 음차검사, 순음청력검사를 시행하였다.

결과 : 4,000 Hz에서 20 dB 이상 좌·우 역치차가 있는 근로자의 분포는 좌비대칭이 19%, 우비대칭이 22%로 전체 41%가 비대칭 역치저하를 보였다. 비대칭군과 대칭군의 비교에서 의미 있는 차이가 있었던 요인은 소음 폭로수준과 나쁜 귀의 역치수준으로 80 dB(A) 이상의 소음 폭로군에서 비대칭군이 감소하고 대칭군이 증가하였으며 ($p < 0.01$) 나쁜 귀의 역치저하가 큰 군에서 비대칭의 경향이 높은 것으로 나타났다($p < 0.001$). 좌·우 비대칭군만을 대상으로 분포의 차이를 보았을 때 나쁜 귀의 역치만이 유의한 차이가 있어 역치저하가 심할수록 좌비대칭군이 많은 경향을 보였으며 ($p < 0.05$), 좌비대칭군이 4,000 Hz에서 평균 역치차가 컸고($p < 0.05$), 모든 역치범위에서 좌비대칭군이 역치차이가 컸다.

결과 : 소음폭로에 의한 청력저하의 약 40%가 좌우 청력역치차이가 20 dB 이상인 비대칭적 청력저하를 보이며, 좌측귀의 청력저하가 더 심한 것으로 나타났다. 이후 소음폭로에 대한 좌측귀의 민감성에 대한 추적연구와 이에 따른 청력보호프로그램의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 길병도. 소음성 난청에 대한 보상 의학적 조사연구. 인간과학 1982;6:37-52.
- 김규상. 소음성 난청의 관리. 제 4회 청력정도관리. 한국 산업안전공단, 산업보건연구원 1998; 93-204.
- 김종화, 이충렬. 소음성 청력손실이 혈압에 미치는 영향에 관한 조사연구. 예방의학회지 1987;20:205-214.
- 김지용, 임현술, 정해관, 문옥륜. 칠강공장 근로자를 대상으로 살펴본 소음성 난청 진단기준에 관한 조사. 예방의학회지 1993;26:371-386.
- 김 현, 조수현, 임현술. 군복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음폭로력이 청력에 미치는 영향. 예방의학회지 1991; 24:86-92.
- 노동부. 근로자 특수건강진단 방법 및 직업병 관리기준. 서울. 1994:435-442
- 노동부. 노동통계연감. 1997:27.
- 이종태. 부산지역 제조업 산업장의 소음환경 실태와 소음

- 폭로 근로자들의 직업성 난청에 관한 조사연구. 인제의학 1988;9:95-107.
- 정명현. 난청의 진단과 소음성 난청의 특성. 제 4회 청력 정도관리. 한국산업안전공단, 산업보 건연구원 1998:37-50.
- Alberti PW, Symons F. and Hyde ML. Occupational hearing loss-The significance of asymmetrical hearing thresholds. Acta Otolaryngol 1979;87:255-263.
- Axelsson A, Aniansson G, and Costa O. Hearing loss in school children. Scand Audiol 1987;16:137-143.
- Burns W, Robinson DW, Shipton MS, and Sinclair A. Hearing hazard from occupational noise: observations on a population from heavy industry. NPL Acoustic Rep. Ac 80 1977; Teddington, England: National Physical Laboratory.
- Chung DY, Gannon RP, Willson GN, and Mason K. Shooting, Sensorineural hearing loss, and workers' compensation. J Occup Med 1981;23:481-484.
- Chung Dy, Mason K, Gannon RP, and Willson GN. The ear effect as a function of age and hearing loss. J Acoust. Soc. Am. 1983a;73(4):1277-1282
- Chung DY, Mason K, Willson GN, and Gannon RP. Asymmetrical noise exposure and hearing loss among shingle sawyers. J Occup Med 1983b;25:541-543.
- Chung DY, Willson GN, and Gannon RP. Lateral differences in susceptibility to noise damage. Audiology 1983c;22:199-205.
- Cox HJ, Ford GR. Hearing loss associated with weapons noise exposure: when to investigate an asymmetrical loss. The Journal of Laryngology and Otology 1995;109: 291-295.
- Davis RI, Hamernik RP. Noise and Hearing impairment. Occupational Health. third edition : 1994
- Dobie RA. Asymmetrical hearing loss. The western Journal of Medicine 1980;133: 448-449.
- Gelfand SA. Essentials of Audiology. New York : Thieme Medical Publishers, Inc, 1996.
- Kryster KD. Hearing loss from gun and railroad noise. Relations with ISO Standard 1999. J Acoust Soc Am 1991;90:3180-3195.
- Kylin B. Studies on the temporary hearing threshold shift at different frequencies after exposure to various octave bands of noise. Acta Oto-Lrngol Suppl 1960;152:1-93.
- NIOSH. Criteria for a recommended standard occupational noise exposure. DHHS(NIOSH) Publication : 1996
- NIOSH. Criteria for a recommended standard occupational noise exposure. DHHS(NIOSH) Publication No. 98-126 : 1998
- Pirila T. Left-right asymmetry in the human response to experimental noise exposure I: Interaural correlation of the temporary threshold shift at 4,000 Hz frequency. Acta Otolaryngol (Stockh) 1991a;111:677-683.
- Pirila T. Left-right asymmetry in the human response to experimental noise exposure II: Preexposure hearing threshold and temporary threshold shift at 4,000 Hz frequency. Acta Otolaryngol(Stockh) 1991b;111:861-866.
- Pirila T, Sorri M, Jounio-Ervasti K, Sipila P, and Karjalainen H. Hearing asymmetry among occupationally noise-exposed men and women under 60 years of age. Scand Audiol 1991;20:217-222.
- Pirila T, Jounio-Ervasti K, and Sorri M. Left-right asymmetries in hearing threshold levels in three age groups of a random population. Audiology 1992;31:150-161.
- Prosser S, Tartari M. C. Arslan E. Hearing loss in sports hunters exposed to occupational noise. British Journal of Audiology 1988;22:85-91.
- Reberts J. Hearing status and ear examination, finding among adults, 1960-1962. DHEW pub. 32 Washington DC. National Center of Health Services Research and Development, U.S. 1968.
- Sataloff R. T. Saltaloff J. Occupational hearing loss. 2nd Edition 1993:371.
- Simpson TH, McDonald D, and Stewart M. Factors affecting laterality of standard threshold shift in occupational hearing conservation Programs. Ear & Hearing 1993: 322-331.
- Taylor W, Pearson J, and Mair A. Study of noise and hearing in jute weaving. J Acoust Soc Am 1969;38:113-120.