

청력 선별검사와 정밀검사의 가청역치 비교*

계명대학교 의과대학 예방의학교실

윤 능 기 · 서 석 권 · 이 종 영

대한산업보건협회 대구지부

이 성 관

서 론

산업의 발달과 더불어 증가되고 있는 소음의 폭로에 대한 정확한 통계는 나와 있지 않으나 우리나라에서는 최소한 100만명 이상의 근로자들이 폭로되고 있는 것으로 추정되고 있다(대한산업보건협회, 1989). 직업성 소음성 청력손실은 우리나라에서 진폐에 이어 2위를 차지할 정도로 흔한 직업병으로 산업의학의 중요 분야로 다루어져 왔고, 1963년 최초로 실시된 국가적인 광범위한 규모의 조사에서 보면 평균 평균유병률이 남자 근로자 3.33%, 여자 근로자 0.77%였으며, 1989년의 소음부서 근로자 227, 202명에 대한 최근 자료에서는 3,403명(1.22%)이 소음성 난청으로 판정 받은 것으로 나타났다(Cho, 1991).

소음성 청력손실을 예방하기 위해서는 작업환경 내의 소음원에 대한 관리 및 청력 보호구 착용 등을 통해 소음폭로 수준을 낮추는 것이 가장 중요하지만 모든 근로자에 대해 소음폭로를 줄이거나 방지하는 것은 현실적으로 어려운 설정이다. 근로자가 청력장애를 인식할 때에는 일반적으로 일반회화 주파수 음역이 영향을 받은 비가역적인 감각신경성 청력손실이 나타나지만, 이러한 청력장애를 인지하기 상당 기간전에 청력도에서 유의한 변화를 관찰할 수 있기 때문에 소음성 청력장애를 조기에 발견하고, 더 이상의 진행을 막기 위해 청력검사가 조기 진단이나 관리에 유용하게 이용되고 있다.

청력검사를 통한 소음성 청력손실의 관리를 위해 우리나라에서는 1차적으로 선별검사를 실시하여 1,

000 Hz에서 30 dB 이상 또는 4,000 Hz에서 40 dB 이상의 청력손실이 있는 근로자들을 2차 정밀검사 대상자로 분류하여 최소한 4개 주파수 즉, 500, 1,000, 2,000 그리고 4,000 Hz에서 가청역치에 대한 정밀검사를 시행하고 있다(노동부, 1989). 청력검사는 소음노출 중지 14-16 시간 후에 방음실에서 시행되어야 하는데 현지에서 실시되는 1차 선별검사에서는 실제적으로 잘 이루어지지 않고 있기 때문에 이것이 실제의 가청역치에 많은 영향을 미칠 것이라고 추측이 되고 있지만 아직 이에 관한 조사가 되어 있지 않다. 이번 조사에서는 현 상황의 선별검사의 가청역치와 청력검사의 원칙에 따라 실시된 정밀검사의 가청역치를 비교하여 그 차이를 알아 보고자 한다.

재료 및 방법

소음부서에 근무하는 근로자 중 1991년 상반기에 대한산업보건협회 대구지부의 건강진단기관에서 청력 선별검사와 정밀검사를 받은 345명을 대상으로 나이, 성과 근무년수 그리고 선별검사와 정밀검사에 나타난 좌우측 귀의 각 주파수별 가청역치를 조사하였다. 가청역치의 측정은 선별검사와 정밀검사 모두 수동식 순음청력계(Beltone audiometer, model 112)로 이루어졌고, 대상자는 청력에 영향을 줄 수 있는 질환의 과거력이 없으며, 이경 검사에서 이상 소견이 없는 사람으로 하였다. 이들의 일반적 특성은 표 1에서 나타난 바와 같다. 가청역치의 차이는 '선별검사의 가청역치 - 정밀검사의 가청역치'로 하였고, 정밀검사에서의 평균 청력손실은 4분법(500, 1,000, 2,000 및 4,000 Hz에서의 가청역치/4)으로 구

* 이 논문은 1992년도 계명대학교 윤종연구비 및 동산의료원 조사연구비로 이루어졌다.

하였다. 정밀검사의 가청역치를 추정하기 위한 분석에서는 SPSS/PC⁺ V4.0 통계프로그램을 이용하여 나이, 성, 근무년수 및 선별검사의 가청역치를 포함시켜 단계별 투입방법에 의한 다중회귀분석을 실시하였다.

성 적

선별검사와 정밀검사 사이의 가청역치의 차이는 주파수 1,000 Hz에서 좌측 귀에 있어서는 10 dB 50.1% (173명), 15 dB 33.9% (117명), 20 dB 10.4% (36명), 25 dB 이상 3.5% (12명) 그리고 5 dB 이하 2.0% (7명) 순으로 나타났고, 평균 13(±4.4) dB이었다. 이를 선별검사의 가청역치별로 구분해 보면, 평균 가청역치의 차이는 선별검사의 가청역치 20 dB이하에서 9(±3.2) dB, 50 dB이상에서 19(±9.2) dB로 선별검사의 가청역치의 증가에 따라 증가하였고, 선별검사 가청역치 25 dB이하에서는 가청역치의 차이가 20 dB이상인 예는 없었으며 40 dB이상에서는 10 dB미만인 예가 없었다.

우측 귀에 있어서도 가청역치의 차이는 10 dB이 46.4% (160명)로 가장 많았으며, 15 dB 36.2% (125

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Mean ± Standard deviation
Age(year)	39.6 ± 10.5
Working duration(year)	8.8 ± 5.7
Sex	
Male	284(82.3%)
Female	61(17.7%)
Number of cases	345(100.0%)

명) 그리고 20 dB 11.9% (41명) 순이었고, 평균 13(12±4.2) dB이었다. 선별검사의 가청역치가 증가함에 따라 평균 가청역치의 차이도 9(±2.0) dB에서 15(±4.1) dB로 15(±4.1) dB로 증가하였고, 가청역치의 차이의 분포도 좌측 귀에서와 같은 양상이었다. 가청역치 차이의 범위는 좌측귀 -5 dB ~30 dB, 우측 귀 0 dB ~25 dB였다(표 2).

주파수 4,000 Hz에서의 가청역치의 차이는 좌우측 귀 모두에서 5 dB이 각각 98.3% (3339명), 97.4% (336명)로 가장 많았고, 평균도 5(±0.8, 1.1) dB로 동일하였다. 선별검사의 가청역치 별로도 평균 가청역치의 차이는 양측 귀 모두에서 45 dB이하에서 4 dB

Table 2. Distribution, mean and standard deviation of difference of hearing threshold in 1,000 Hz between screening and diagnostic test

Hearing thresholds of screening test (dB)	Side of ear	Number of subjects	Difference					Mean ± SD
			≤5dB	10dB	15dB	20dB	≥25dB	
20	Left	29	3(10.4)	25(86.2)	1(3.4)			9±3.2
	Right	21	4(19.0)	17(81.0)				9±2.0
25	Left	44	1(2.3)	35(79.5)	8(18.2)			11±2.1
	Right	46	3(6.5)	30(65.2)	13(28.3)			11±2.8
30	Left	76	1(1.3)	49(64.5)	25(33.3)	1(1.3)		12±2.7
	Right	87	2(2.3)	51(58.6)	29(33.3)	5(5.7)		12±3.2
35	Left	104	2(1.9)	39(37.5)	48(46.2)	13(12.5)	2(1.9)	14±3.9
	Right	105	1(1.0)	40(38.1)	44(41.9)	15(14.3)	4(4.8)	14±4.4
40	Left	62		16(25.8)	27(43.5)	15(24.2)	4(6.4)	16±4.6
	Right	64		13(20.3)	33(51.6)	17(26.6)	1(1.6)	15±3.6
45	Left	24		7(29.2)	7(29.2)	6(25.0)	4(16.7)	16±5.4
	Right	15		7(46.7)	3(20.0)	2(13.3)	3(20.0)	15±4.1
≥50	Left	6		2(33.3)	1(16.7)	1(16.7)	2(33.3)	19±9.2
	Right	7			2(28.6)	3(42.8)	2(28.6)	15±4.0
Total	Left	345	7(2.0)	173(50.1)	117(33.9)	36(10.4)	12(3.5)	13±4.4
	Right	345	10(2.9)	160(46.4)	125(36.2)	41(11.9)	9(2.6)	13±4.2

(): Precentage

나타난 것 이외에는 5 dB로 동일하였고, 가청역치 차이의 분포도 좌우측 귀 모두 5 dB가 75%-100.0%로 가장 높았으며, 가청역치 차이의 범위도 0에서 15 dB로 좌우측 귀에서 같게 나타났다(표 3).

단계별 투입방식에 의한 다중회귀분석에서 얻어진 각 종속변수-정밀검사 1,000 Hz와 4,000 Hz의 가청역치 그리고 4분법에 의한 평균 청력순실-의 회귀식은 표 4와 같고, 각 회귀식에 포함된 변수들의 설명력은 1,000 Hz의 가청역치와 4분법에 의한 평균 청력순실에 대해서는 각각 62.7, 65.0%였으나, 4,000 Hz의 가청역치에 대해서는 98.8%로 아주 높게 나타났다. 각 회귀분석에 공통적으로 투입된 독립변수는 나이, 성 그리고 근무년수였으나, 이를 모두 통계적 유의성이 없어 단계별 분석방법에 의한 회귀

분석에서 탈락되었다.

고 찰

가청역치를 측정하는데에는 수동식이나 자가기록식 청력측정계를 이용하는 방법이 있는데, 자가기록 청력측정이 수동에 비해 측정자에 의한 오차를 근본적으로 제거할 수 있고, 피검자의 반응이 명백하게 나타나며 측정치를 옮겨적을 때 발생되는 오차가 없는 영구기록을 남기고 피검자가 검사를 수행하는 질을 높여 주는 등의 이점이 있으나(대한산업보건 협회, 1989), 수동청력측정계가 비교적 값이 싸고 고정된 검사의 진행 과정을 피검자가 예측함으로써 야기되는 오차의 가능성성이 수동청력측정에서 본질

Table 3. Distribution, mean and standard deviation of difference of hearing threshold in 4,000 Hz between screening and diagnostic test

Hearing thresholds of screening test (dB)	Side of ear	Number of subjects	Difference				Mean± SD
			0dB	5dB	10dB	15dB	
45	Left	4	1(25.0)	3(75.0)			4± 2.5
	Right	4	1(25.0)	3(75.0)			4± 2.5
50	Left	31	1(3.2)	29(93.5)	1(3.2)		5± 1.3
	Right	30		29(96.7)	3(3.3)		5± 0.9
55	Left	96		96(100.0)			5± 0.0
	Right	99		99(100.0)			5± 0.0
60	Left	69	1(1.4)	67(97.1)	1(1.4)		5± 0.9
	Right	76	3(3.9)	73(96.1)			5± 1.7
65	Left	62		61(98.4)	1(1.7)	1(1.7)	5± 1.3
	Right	60		58(96.7)	1(1.7)	1(1.7)	5± 1.4
≥ 70	Left	83		83(100.0)			5± 0.0
	Right	76	2(2.6)	74(97.4)			5± 0.8
Total	Left	345	3(0.9)	339(98.3)	2(0.6)	1(0.3)	5± 0.8
	Right	345	6(1.8)	336(97.4)	2(0.6)	1(0.3)	5± 1.1

() : Precentage

Table 4. Multiple regression analysis of hearing threshold in diagnostic test(HTLDT) with age, sex, working duration and hearing threshold in screening test(HTLST) by stepwise method

Variable	Regression equation	R square
HTLDT of 1,000 Hz	$0.710428 \times 1,000 \text{ Hz HTLST} - 3.584088$	0.62698
HTLDT of 4,000 Hz	$1.000811 \times 4,000 \text{ Hz HTLST} - 5.028477$	0.98821
Mean of HTLDT	$0.380614 \times 4,000 \text{ Hz HTLST} + 0.291201 \times 1,000 \text{ Hz HTLST} - 0.762219$	0.64984

: Mean of HTLDT was calculated by (sum of HTLDTs in 500, 1,000, 2,000 and 4,000 Hz)/4

적으로 작아진다(Lutaman 등, 1989). 두 측정방법의 가청역치의 변동은 수동청력측정에서 자가기록보다 작았다는 보고(Lutaman 등, 1989)와 컷다는 보고(Erlandsson 등, 1979)가 있고, 자가기록에 의해 측정된 청력역치가 수동 보다 낮기는 하지만 두 방법 사이에는 유용한 직선관계가 있다(Erlandsson 등, 1979)는 점에서 가청역치의 측정에 어느 방법이 이용되었는가는 중요한 문제가 되지 않겠으나 측정방법을 명시하는 것이 가청역치의 비교에 필요할 것으로 보여 본 조사의 가청역치의 측정은 수동 청력계를 이용하였음을 밝힌다.

본 조사에서 선별검사와 정밀검사 사이의 가청역치의 차이가 주파수 1,000 Hz에서 평균 13 dB, 4,000 Hz에서 평균 5 dB로 나타난 것은 검사조건에 따른 영향이 주파수 별로 다를 수 있고, 1,000 Hz에서 그 영향이 더 크다는 것을 보이는 것으로 사료되고, 부분적으로는 측정장소의 환경소음과 같은 배경음(background noise)에 의해 음폐효과(masking effect)가 생겨서 각 주파수의 최소가청역치가 상승되어 나타난 결과로 생각되며, 1,000 Hz에서 평균 가청역치의 차이가 4,000 Hz에서 보다 더 큰 것은 음폐효과는 측정하고자 하는 음의 주파수와 비슷한 배경음 일수록 음폐효과가 크다는 사실(김희강 등, 1991)에 비추어 본다면 다른 영향도 있겠지만 본 연구의 작업환경에는 1,000 Hz 음역의 환경소음이 많이 분포되어 있을 것이라고 추측된다. 본 조사의 선별검사의 가청역치의 측정이 현장조사로 이루어져 측정시 환경여건이나 파검자의 검사요건 등이 고려되지 않은 상태에서 실시된 것이므로 앞으로 1,000과 4,000 Hz 이외의 주파수에 있어서도 검사조건이 가청역치의 측정에 어느 정도 영향을 미치는가에 대해 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

주파수 1,000 Hz에서 선별검사의 가청역치가 높을수록 가청역치의 차이의 평균도 증가하였는데 이는 1,000 Hz에서는 선별검사의 가청역치가 높을수록 위양성의 가능성성이 높다는 것을 나타내는 것으로 보이며, 선별검사의 가청역치 40 dB 이상에서 가청역치의 차이 10 dB미만인 예가 없었다는 것은 본 조사에서와 같은 측정환경에서 실시된 청력검사에서는 선별기준을 1,000 Hz에서는 40 dB 이상으로 하더라도 직업병 관리기준에 기재된 1,000 Hz에서 30 dB 이상을 적용하는 것과 동일한 효과가 나타난다고 할 수 있기 때문에 앞으로 이러한 점에 관한 고려와 대책이 있어야 할 것으로 생각된다.

주파수 4,000 Hz에서 선별검사의 가청역치에 따른 가청역치의 차이는 선별검사의 가청역치 45 dB이하에서 평균 4 dB이었고 이외에는 모두 평균 5 dB이었는데 이는 4,000 Hz에서 40 dB 이상을 2차 정밀 대상자로 하는 선별기준과 3,000 Hz 이상의 고음영역에서 50 dB 이상을 소음성난청으로 진단하는 것 그리고 청력측정의 단위가 5 dB인 점을 고려한다면, 본 조사와 같은 환경하에서 2차 정밀 대상자에 대한 선별기준은 4,000 Hz에서 45 dB 이상으로 하는 것이 소음부서 근로자들의 청력관리에 효율적이고 타당함을 시사하는 것으로 생각된다.

정밀검사의 1,000 Hz와 4,000 Hz의 가청역치를 종속변수로 한 단계별 투입방식에 의한 다중회귀분석에서 나이, 성 그리고 근무년수가 독립변수로 투입되었으나 이를 변수 모두가 통계적으로 유의한 변수로 선택되지 못했던 것과 성적에 제시되지는 않았으나 가청역치의 차이와 이를 변수 사이에 통계적으로 유의한 상관성이 없었던 것은 이들이 가청역치 측정시 환경에 의해 생기는 차이에 영향을 미치지 않음을 나타내는 것으로 청력측정의 환경에 따른 가청역치의 변동을 비교할 경우 대상자의 나이, 성 그리고 근무년수에 대한 고려는 중요한 의의가 없으리라 생각된다.

정밀검사의 주파수별 가청역치 및 4분법에 의한 평균 청력손실에 대한 선별검사의 가청역치의 설명력이 60% 이상 되는 것으로 나타나 선별검사의 가청역치는 측정시 환경여건에 영향을 받고 있기는 하지만 정밀검사의 가청역치를 추정하는데 어느 정도는 유용하게 이용될 수 있다고 생각되며, 주파수 4,000 Hz에서는 설명력이 98%로 본 회귀식의 적용으로 추정된 정밀검사의 가청역치가 실측치와 거의 일치함을 보인다고 사료된다. 일시적 가청역치의 변동과 환경소음으로 인한 영향을 제거하기 위해 소음노출 14 시간 후 방음실에서 청력측정을 실시해야 하지만 현재 우리나라에서는 현지조사를 통한 선별검사의 가청역치의 측정에 있어 이러한 조건들이 고려되고 있지 못한 실정에 있기 때문에 현 상태의 선별검사에서 가청역치에 대한 선별기준을 적용할 때에는 본 회귀식을 참고적으로 이용해 봄이 유용할 것으로 보인다.

결론적으로 어떤 측정조건들 또는 복합된 상태가 어느 정도 가청역치의 측정에 영향을 미치는지는 알 수가 없으나, 현재 실시되고 있는 청력검사 원칙이 완전히 이행되지 않은 조건에서 측정된 선별검사의

가청역치에 선별기준을 적용하는 것은 옳지 않으며, 선별기준의 정확한 적용을 위해 현재 실시되고 있는 청력 선별검사는 청력검사원칙이 지켜진 상황에서 이루어 지도록 시급히 개선되어져야 할 것으로 사료된다.

요 약

소음성 난청의 관리를 위해 실시되고 있는 청력 검사에 있어 완전한 구비조건을 갖추지 않고 실시되고 있는 선별검사와 청력검사의 원칙에 따라 측정된 가청역치가 어느정도 차이가 있는지를 알아보기 위해 1991년 상반기에 대한산업보건협회 대구지부의 산업보건센터에서 소음 특수건강진단을 받은 345명을 대상으로 선별검사와 정밀검사의 가청역치, 나이, 성 그리고 근무년수를 조사하였고, 가청역치의 차이는 '선별검사-정밀검사의 가청역치'로 구하였으며, 청력측정은 수동식 순음청력계(Beltone audiometer, model 112)를 이용하였다.

주파수 1,000 Hz에서 선별검사와 정밀검사의 가청역치의 차이는 좌우측귀에서 모두 평균 13 dB이었고, 선별검사의 가청역치의 증가에 따라 증가하였으며, 선별검사의 가청역치 40 dB 이상에서는 10 dB 이상이었다.

주파수 4,000 Hz에서의 가청역치의 차이는 좌우측 모두 5 dB의 차이를 보인 것이 각각 98.3%, 97.4%로 가장 많았고, 평균 5 dB 이하에서 4 dB이었고 이외에는 모두 5 dB로 동일하였다.

정밀검사의 1,000 Hz와 4,000 Hz의 가청역치 그리고 4분법에 의한 평균 청력손실을 각각 종속변수로 한 단계별 투입방식에 의한 다중 회귀분석에서 독립변수로 투입된 나이, 성 그리고 근무년수는 모두 각 회귀식에 포함되지 않았고, 종속변수에 대한 각각의 회귀식은 $0.7104 \times$ (선별검사의 1,000 Hz의 가청역치) $- 3.584088$, $1.000811 \times$ (4,000 Hz의 가청역치) $- 5.02847$ 그리고 $0.380614 \times$ (4,000 Hz의 가청역치) $+ 0.291201 \times$ (1,000 Hz의 가청역치) $- 0.762219$ 였으며, 설명력은 62.7, 98.8 그리고 65.0%였다.

참 고 문 헌

- 김회강, 김인환, 전병영, 김성택 : 최신 소음 진동학.
서울, 동화기술, 1991, 61-68.
- 노동부 : 근로자특수건강진단방법 및 직업병관리기
준. 서울, 노동부, 1989, 369-373.
- 대한산업보건협회 : 근로자건강진단검사방법. 서울,
대한산업보건협회, 1989, 483-489.
- Cho KS: Occupational disease in Korea. 한국의 산
업의학 1991; 30(특집호) : 16-23.
- Erlandsson B, Hakanson H, Ivarsson A and Nilsson
P: Comparison of the hearing threshold measured
by manual pure-tone and self-recording (Bekesy)
audiometry. *Audiology* 1979; 18: 414-429.
- Lutman ME, Cange MA and Smith PA: Comparison
of manual and computercontrolled self-recorded
audiometric methods for serial monitoring of hear-
ing. *Br J Audiol* 1989; 23: 305-315.

=Abstract=

Comparison of the Hearing Threshold Levels in Screening Test and in Diagnostic Test

Nung Ki Yoon, MD; Suk Kwon Suh, MD; Jong Young Lee, MD

Department of Preventive Medicine

School of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea

Sung Kwan Lee, MD

Korean Industrial Health Association, Daegu Branch

In manual pure-tone audiometry of screening test, Changes of hearing threshold level(HTL) might result, for example, from environmental noise of testing site, time-interval after noise exposure and so on. To assess degree of the change of HTL in screening test, HTLs in screening and diagnostic tests for 345 workers were checked and differences of HTLs between screening and diagnostic tests obtained, their age, sex and working duration were also investigated.

Mean difference of HTL between screening and diagnostic tests was 13 dB in 1,000 Hz and 5 dB in 4,000 Hz for both ears. In frequency 1,000 Hz, it was increased in both ear as the HTL of screening test(SHTL) increases.

In each multiple regression analysis by stepwise method on HTLs of diagnostic test(DHTLs) as dependent variables, any independent variables of age, sex and working duration were not selected for equation. Regression equation and R square for DHTL of 1,000 and 4,000 Hz was $0.710428 \times \text{SHTL of } 1,000 \text{ Hz} - 3.584088$ and 0.62698, and $1.000811 \times (\text{SHTL of } 4,000 \text{ Hz}) - 5.028477$ and 0.98821, respectively.

Key Words: Hearing threshold level, Screening test