

## 소음성 난청 진단에 있어 연령 보정의 효과

원종욱 · 안연순 · 노재훈

연세대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

### The effects of age adjustment on the diagnosis of noise induced hearing loss

Jong Uk Won, Yeon Soon Ahn, Jae Hoon Roh

*Department of Preventive Medicine and Public Health, Yonsei University College of Medicine*

In Korea there is no specific method of age adjustment in noise induced hearing loss(NIHL). We attempted the age adjustment to understand the effects of age on the diagnosis of NIHL. We used the International Standard Organization 1999 as an age adjustment method. We used the 1, 617 otologically normal person's hearing data from a health examination center, and 206 workers diagnosed as NIHL.

We concluded as follows;

1. The ISO 7029 function used for age specific hearing loss is not suited to Korean people.
2. The mean of age specific hearing loss is 11.0 6.2dB and the older of age, the more decrease on hearing loss, especially in 4000Hz.
3. The difference of NIHL between before age adjustment and after age adjustment in the 3rd decade is 5.4dB, in the 4th decade is 6.7dB, in the 5th decade is 8.5dB, in the 6th decade is 10.4dB, and in the 7th decade is 12.9dB. The older, the more is the difference.
4. After age adjustment, the number of workers diagnosed as NIHL decreases to 60% of unadjusted.

---

Key words : noise induced hearing loss, age adjustment

## 서 론

소음성 난청은 그 동안 우리나라에서 가장 흔한 직업병의 하나로 중요하게 다루어져 왔다. 그러나 아직도 많은 수의 근로자가 소음성 난청의 위협에 처해 있다. 1992년 현재 소음 작업장에서 근무하는 근로자는 338,308명이었고 이 중 소음성 난청 요관찰자(C)는 65,966명, 소음성 난청 유소견자(D)는 3,330명이었다(92 근로자 건강진단 실시 결과 분석, 1993). 이 수치는 전체 직업병 유소견자 5,914명의 55.3%에 해당하는 수이다. 소음성 난청은 그 규모가 클 뿐 아니라 예방할 수 있다는 관리 측면 때문에 더욱 중요하다.

소음성 난청에 영향을 주는 요인으로는 소음에 폭로된 기간이 가장 중요하겠지만 인구학적 특성인 눈의 색, 성, 연령 등 내적인 요소도 적지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Henderson, 1993). 이 가운데 연령과 소음 폭로 사이의 관계가 가산적(additive)인지 상호작용(interaction)이 있는지에 대해서는 많은 논란이 있다(Ballenger, 1991). 유년기에 소음에 폭로되면 소음성 난청이 될 위험이 더 높으며, 나이가 들어서는 소음에 상대적으로 내성이 있다는 보고가 있다(McCrae, 1971). 또 다른 논란은 소음성 난청이 발생하는데는 장기간이 소요되기 때문에 소음에 폭로되지 않고 발생하는 연령에 의한 청력 감소와 소음에 의한 청력 감소 사이의 관계가 어떠한가 하는 것이다. Macrae(1971)와 Mills(1992)는 소음성 난청과 노인성 난청 사이의 관계를 가산적(additive)이라고 하였으며, 가장 잘 알려진 모델을 제기한 Corso(1980)는 둘 사이의 관계가 제한적으로 가산적(limited additive)임을 밝힌 바 있다. 그러나 아직도 소음성 난청 가운데 노인성 난청이 얼마나 기여하고 있는지에 대해서는 정확히 알려진 바 없지만 연령이 소음성 난청에 대해 제한적이지만 가산적(limited additive)이라는 의견이 많다. 이에 따르면 직업에 의한 소음성 난청이 발생했을 때, 연령에 의한 기여분을 제외한 순수한 소음성 난청에 대해서만 보상해야 한다는 논리가 성립할 수 있다. 소음성 난청의 보상적인 측면에서 보면 미국의 8개 주에서는 소음성 난

청을 보상하는데 있어 연령 보정을 허용하고 있지만 나머지 대부분의 주는 소음성 난청을 보상하는데 있어 연령 보정을 인정하지 않고 있다. 미국의 경우 난청의 정도를 평가하는데 하한선(low fence)의 개념을 도입하고 있어서 연령 보정을 실시하면 이증으로 연령을 보정하는 결과라는 비판을 제기하고 있다(Melnick, 1991).

이제까지 우리나라에서는 박경희(1971) 등이 조기손실지수(Early Loss Index, 이하 ELI)를 이용하여 연령 보정을 시도한 이후 이용환(1989), 김지용(1993) 등 다수가 연구 목적에 ELI법을 이용하여 연령보정을 시도하였다. ELI법은 Hermann(1963)이 4000Hz에서 연령별 특수 노인성 난청치(age specific presbycusis value)를 차감한 값으로 소음성 난청의 등급을 정하는 것으로 대부분 우리나라의 연구에서 Hermann이 제시한 값을 이용하였다. 그러나 이 값이 우리나라의 노인성 난청치에 합당한지에 대한 검토는 없었다. 최근 소음성 난청을 진단하는데 있어 노인성 난청에 의한 부분을 가감하는 것과 관련되어 문제가 제기되었다. 우리나라의 경우 소음성 난청에 의한 청력 손실 가운데 노인성 난청에 의한 부분을 보정할 수 있는 기준이 마련되어 있지 않은 상황에서 1994년 노동부에서 소음성 난청 판정에 참고 사항으로 미국과 일본의 기준을 제시한 바 있다. 그러나 소음성 난청뿐 아니라 노인성 난청도 인종과 성별에 따라 다르다는 것이 일반적인 견해이기 때문에 다른 나라의 기준을 이용하는 것은 타당한 방법이라고 할 수 없다.

국제표준기구에서는 청각학(聽覺學)적으로 정상인들의 기도청력의 역치를 연령과 성의 함수로 표시한 바 있고(ISO 7029, 1984), ISO 1999에서 소음에 폭로된 집단에서 소음 폭로와 청력 손실 사이의 관계에 대한 공식을 제시한 바 있다(ISO 1999, 1990). 여기에서도 연령과 소음에 의한 청력 손실의 관계는 제한적으로 가산적인 것으로 간주하고 있다.

소음성 난청에 대해서 연령을 보정하고자 하면 우선 연령별 정상 청력치에 대한 연구조사가 선행되어야 한다. 우리나라에서는 이희용(1974)이 18~24세 성인을

대상으로 한국인 정상 청력에 관한 연구를 하였으며, 오혜경 등(1982)은 의과대학생과 간호대학생을 대상으로 역시 정상 청력에 대한 연구를 하였다. 또한 50세 이상의 노인을 대상으로 노인성 난청에 대한 연구도 있었다(나기양과 박찬일, 1982). 그러나 각 연령에 대한 정상 청력에 대한 기준이나 정상 청력치에 대한 연구는 아직 시행되지 않았다.

본 연구의 목적은 연령을 보정했을 때 소음성 난청 진단에 어떤 영향을 미치는지를 알아보는 것이다. 이를 위한 세부 목적으로는 첫째, ISO 7029에서 제시한 연령과 성에 따른 기도 청력의 역치가 우리나라 사람들에게도 적용이 가능한지 분석한다. 둘째, ISO 1999에서 제시한 소음성 난청과 노인성 난청의 관계에서 순수한 소음성 난청을 구하여 재평가했을 때 평균 청력치의 변화를 알아본다. 셋째, 연령 보정이 소음성 난청 진단에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

## 연구 방법

### 1. 국제표준기구에서 제시한 청력과 한국인 청력의 비교

#### 1) 연구 대상

우리나라 성인의 정상 청력을 알기 위해서 서울의 한 종합건강진단센터에 건강진단을 위해서 1994년 5월부터 1995년 3월까지 방문한 사람들에게 실시한 청력검사 자료를 이용하였다. 이들은 500, 1000, 2000, 4000Hz 주파수의 기도 청력과 임피던스 검사를 실시하였으며(Welch-Allyn GSI-38을 사용했음), 이경 검사상 정상이고, 과거나 현재에 귓병을 앓은 병력이나 직업적으로 소음에 폭로된 과거력이 없으며, 청력 검사상 정상이었던 남자 1,617명을 대상으로 하였다.

#### 2) ISO 7029에 의한 기준 청력

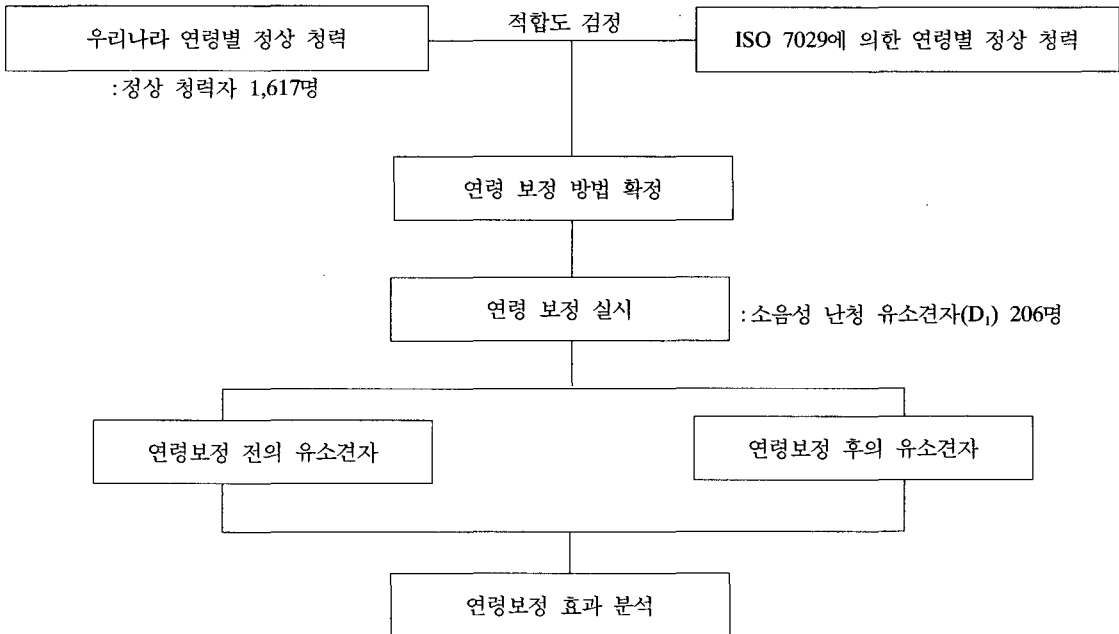


그림 1. 연구의 틀

국제표준기구(ISO)에서는 연령이 Y인 청각학적으로 정상인 사람의 청력 역치의 중위수(median)를 다음과 같은 방정식으로 표시하였다.

$$H_{md,Y} = \alpha(Y - 18\text{year})^2 + H_{md,18} \dots\dots\dots \text{식 (1)}$$

여기서  $H_{md,18}$  는 18세 동일한 성별의 정상인 청력의 중위수를 말하는데 실제적으로는 ISO 389에서 정의한 대로 0dB을 취할 수 있다. 계수( $\alpha$ )는 성별과 주파수에 따라 다른데 이를 표 1에 제시하였다.

표 1. 청각학적으로 정상인 사람의 연령별 청력의 중위수를 구하는데 사용되는 계수

주파수(Hz)	계수(dB/year <sup>2</sup> )	
	남성	여성
125	0.0030	0.0030
250	0.0030	0.0030
500	0.0035	0.0035
1000	0.0040	0.0040
1500	0.0055	0.0050
2000	0.0070	0.0060
3000	0.0115	0.0075
4000	0.0160	0.0090
6000	0.0180	0.0120
8000	0.0220	0.0150

### 3) 적합도 검정

ISO에 의한 청력과 한국인 평균 청력을 비교하기 위하여 적합도 검정을 실시하였다. 연령대별로 청력 손실의 정도를 0~9dB, 10~19dB, 20~29dB, 30~39dB, 40~49dB, 50dB 이상으로 구분하여, ISO에 의한 구간별 인원수를 기대치로 하고, 직접 측정한 1,617명을 관찰치로 하여  $\chi^2$ -test를 실시했다. 그러나 500Hz와 1000Hz에서는 기대치와 관찰치 사이에 빈 셀(cell)이 발생하여 10dB 미만과 10dB 이상의 두 군으로 분류하였고, 2000Hz에서는 0~9dB, 10~19dB, 20dB 이상의 세 군으로 나누어  $\chi^2$ -test를 실시했다.

## 2. 소음성 난청에 있어 연령 보정

ISO 1999에서는 소음 및 연령에 의해서 발생한 난청으로 소음과 연령의 효과에 대해서 다음과 같은 관계식으로 표시하였다.

$$HTLAN = HTLA + HTLN - (HTLA \times HTLN)/K \dots\dots \text{식 (2)}$$

여기서 HTLAN은 연령과 소음이 함께 고려된 청력 수준(dB)이고, HTLA는 연령과 관계된 청력 수준(dB), HTLN은 소음과 관련된 청력 수준(dB)을 말한다. k는 상수로 최대 청력손실인 120dB를 사용한다.

노인성 난청을 제외한 소음에 의한 청력 손실을 구하기 위해서 식 (2)를 다음과 같이 변환할 수 있다.

$$HTLN = (HTLAN - HTLA)/(1-HTLA/120) \dots\dots \text{식 (3)}$$

위의 식에서 청력 손실의 총합(HTLAN)은 직접 청력 검사를 실시하여 구하였고, 연령에 의한 청력 손실(HTLA)은 앞서 구한 정상인 연령별 평균 청력치를 이용하였다.

## 3. 소음성 난청 진단에 연령 보정의 효과

### 1) 연구 대상

소음성 난청 가운데 연령이 미치는 효과를 알아보기 위해서 연세대학교 산업보건센터에서 1994년 소음성 난청 유소견자(D<sub>1</sub>)로 판정받은 근로자 355명 가운데 여자와 자료 입력이 불충분한 149명을 제외한 남자 근로자 206명을 대상으로 하였다.

### 2) 연구 방법

식 (1)과 (3)에 의해서 연령 보정을 실시한 청력을 구한 다음 현행 법에서 규정된 3분법과 6분법과 조기 손실지수(ELI법)에 의해서 소음성 난청을 진단하여 재평가한 후 연령대별로 연령보정 전후의 평균 청력치의 변화를 보기 위해서 반복측정된 분산분석(repeated

measure ANOVA)를 실시하였고, 연령보정이 소음성 난청 진단에 미치는 영향을 보기 위해서 연령별로 소음성 난청 유소견자(D<sub>i</sub>) 수의 변화에 대해서  $\chi^2$ -test를 실시하였다.

## 연구 결과

### 1. 적합도 검정

주파수별로 청력손실 정도에 따른 인원의 기대치와 관찰치는 표 2와 같다. 여기서 기대치는 ISO 방법에 따라 계산된 청력손실에 의한 것이고, 관찰치는 검진 대상의 수이다. 표 2에서 보는 것처럼 모든 주파수에서 기대치와 관찰치 사이에 유의한 차이를 보였다. 이것은 ISO의 방법을 우리나라에 적용하는 것은 적합하지 않다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 표 3과 표 4에서 보여주는 평균 청력치를 이용하여 연령보정을 시도하였다.

### 2. 우리나라 성인의 평균 청력

우리나라 성인의 평균 청력을 구하기 위해서 이용한 사람들의 평균 연령은 45.5세이고 3분법에 의한 전체적인 평균 청력은 좌측이 11.1±6.6dB, 우측이 11.0±6.2dB이었

다. 이들의 연령별 3분법에 의한 평균 청력은 우측 귀의 경우 5.6dB에서 15.9dB의 분포를 보였고, 좌측 귀는 6.1dB~17.2dB의 분포를 보였다(표 3). 우측 귀의 주파수별 평균

표 3. 연령별 평균 청력손실

단위 : dB

연령	대상 인원(명)	우측 귀(dB)	좌측 귀(dB)
~ 24	37	5.6 ± 3.5	6.1 ± 3.9
25 ~ 29	96	7.3 ± 4.3	6.8 ± 4.2
30 ~ 34	172	7.6 ± 4.0	8.1 ± 4.7
35 ~ 39	216	9.4 ± 4.9	8.9 ± 5.2
40 ~ 44	308	11.3 ± 6.0	11.3 ± 6.4
45 ~ 49	207	10.2 ± 5.5	10.5 ± 5.5
50 ~ 54	241	11.9 ± 5.9	12.0 ± 5.8
55 ~ 59	237	14.3 ± 6.8	14.4 ± 7.2
60 ~	103	15.9 ± 6.8	17.2 ± 9.4
계	1617	11.0 ± 6.2	11.1 ± 6.6

청력치는 연령에 따라 500Hz에서는 5.9~16.3dB, 1000Hz에서는 5.9~14.8dB, 2000Hz는 5.0~16.7dB, 4000Hz의 경우 6.6~26.9dB의 분포를 보였다(표 4,5). 좌측 귀는 500Hz에서 7.8~17.5dB, 1000Hz는 5.5~15.3dB, 2000Hz는 5.1~18.6dB, 4000Hz는 7.1~33.1dB의 분포를 보였다. 이 결과를 보면 연령이 증가함에 따라 청력이 감소하는 경향을 보이고 있는데, 각 주파수대별로 동일한 경향을 보이며, 특히 감소하는 폭은 500, 1000, 2000Hz에 비해 4000Hz의 경우가 의미

표 2. 주파수에 따른 ISO 방법의 적합도 검정

단위 : 명

		0~9dB	10~19dB	20~29dB	30~39dB	40~49dB	50~dB	$\chi^2$
500Hz	기대치 <sup>§</sup>	1607	10					1648.1*
	관찰치 <sup>¶</sup>	509	1201	261	40	6		
1000Hz	기대치	1580	37					1285.6*
	관찰치	632	772	180	29	3	1	
2000Hz	기대치	1266	341	9	1			654.4*
	관찰치	591	729	729	232	48	13	
4000Hz	기대치	672	500	340	68	32	5	269.2*
	관찰치	389	539	291	172	117	109	

\* p < 0.0001

§ 기대치는 ISO 방법으로 구한 청력 손실로 계산된 인원 수이다.

¶ 관찰치는 종합검진에서 정상으로 판정된 사람들의 수이다.

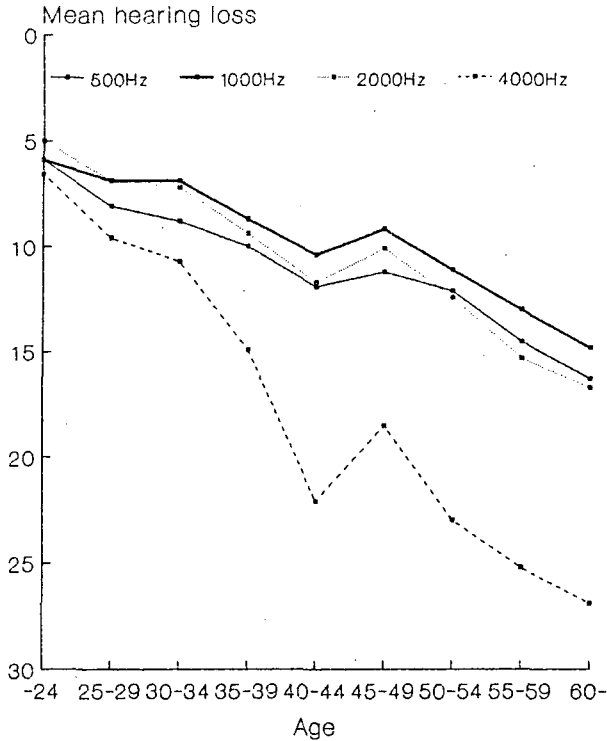


그림 2. 우측 귀 연령별 주파수별 청력손실

있게 큰 것을 보여주고 있다(그림 2).

### 3. 연령 보정의 효과

앞서 언급한 대로 ISO 7029의 식에 의한 연령별 정상 청력치는 우리나라 사람들과는 맞지 않았기 때문에 우리나라 정상 성인의 평균 청력치를 이용하였다. 다만 연령 보정의 방법은 ISO 1999 공식을 따랐으며 정상 청력치는 표 4, 5에서 제시한 평균 청력치를 이용하였다.

1994년 연세대학교 산업보건센터에서 소음성 난청(D<sub>i</sub>)으로 판정 받은 근로자들 가운데 연구대상이 된 근로자들의 평균 연령은 47 ± 9세였고, 이들이 소음 작업장에서 근무한 평균 기간은 10 ± 7년이었다. 연령보정을 실시하기 전과 후의 연령별 평균 청력(3분법)은 차이를 보이지 않았지만, 연령보정 전과 후의 청력의 차

이의 평균은 연령에 따라 유의한 차이를 보였다. 즉 연령이 증가함에 따라 평균 청력 손실이 더 컸다(표 6).

1994년도는 소음성 난청 판정 방법이 4분법에서 3분법으로 바뀌었기 때문에 진단 방법에 따라 연령보정 전의 소음성 난청 유소견자의 수에 차이가 있지만, 연령 보정을 실시하면 소음성 난청으로 진단받는 근로자의 수는 연령보정을 실시하기 전에 소음성 난청으로 진단 받은 근로자 수의 58.3% 내지 67% 정도 감소하였다(표 7,8). ELI법은 그 자체가 연령보정 방법이기 때문에 연령보정 전의 소음성 난청 유소견자 수를 3분법에 의한 소음성 난청 유소견자 수로 대치하였다. ELI법만이 연령보정 후 유소견자의 수가 증가(21.9%)하거나 변함이 없었다(표 7, 8). 연령별로는 나이가 증가함에 따라 연령보정 후에도 소음성 난청으로 진단받는 근로자의 수가 더 많이 감소하는 경향을 보였지만 통계학적으로는 유의하지 않았다(표 7, 8).

표 4. 연령에 따른 정상인 우측 귀의 평균 청력손실

단위 :dB

연령	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
~ 24	5.9 ± 5.1(0.1)	5.9 ± 4.7(0.1)	5.0 ± 4.1( 0.2)	6.6 ± 8.7( 0.3)
25 ~ 29	8.1 ± 5.6(0.4)	6.9 ± 5.4(0.4)	6.9 ± 5.6( 0.7)	9.6 ± 9.8( 1.1)
30 ~ 34	8.8 ± 5.4(0.8)	6.9 ± 4.8(1.0)	7.2 ± 5.5( 1.6)	10.7 ± 12.0( 2.6)
35 ~ 39	10.0 ± 6.4(1.4)	8.7 ± 5.7(1.6)	9.4 ± 6.7( 2.8)	14.9 ± 14.6( 4.6)
40 ~ 44	11.9 ± 7.2(2.2)	10.4 ± 6.7(2.5)	11.7 ± 8.3( 4.4)	22.1 ± 17.6( 7.2)
45 ~ 49	11.2 ± 7.0(3.2)	9.2 ± 6.4(3.6)	10.1 ± 7.1( 6.3)	18.5 ± 13.7(10.4)
50 ~ 54	12.1 ± 7.3(4.3)	11.1 ± 7.0(4.9)	12.4 ± 8.0( 8.6)	23.0 ± 15.9(14.1)
55 ~ 59	14.5 ± 7.8(5.6)	13.0 ± 7.6(6.4)	15.3 ± 9.6(11.2)	25.2 ± 16.1(18.4)
60 ~	16.3 ± 9.3(7.1)	14.8 ± 7.9(8.1)	16.7 ± 8.8(14.2)	26.9 ± 14.1(23.3)

• ( )는 ISO에 따른 정상치

표 5. 연령에 따른 정상인 좌측 귀의 평균 청력손실

단위 :dB

연령	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
~ 25	7.8 ± 6.1(0.1)	5.5 ± 5.2(0.1)	5.1 ± 4.6( 0.2)	7.1 ± 9.6( 0.3)
26 ~ 30	8.2 ± 5.6(0.4)	6.3 ± 5.1(0.4)	5.9 ± 5.2( 0.7)	9.3 ± 9.0( 1.1)
31 ~ 35	9.6 ± 5.8(0.8)	6.6 ± 5.5(1.0)	8.2 ± 6.7( 1.6)	13.3 ± 13.6( 2.6)
36 ~ 40	10.2 ± 6.4(1.4)	7.7 ± 5.8(1.6)	9.0 ± 7.3( 2.8)	16.6 ± 14.5( 4.6)
41 ~ 45	12.3 ± 7.4(2.2)	9.5 ± 6.9(2.5)	12.3 ± 8.8( 4.4)	24.6 ± 18.9( 7.2)
46 ~ 50	11.6 ± 6.1(3.2)	9.0 ± 6.5(3.6)	11.1 ± 7.9( 6.3)	22.2 ± 16.7(10.4)
51 ~ 55	12.5 ± 7.1(4.3)	10.1 ± 6.5(4.9)	13.3 ± 8.8( 8.6)	25.1 ± 16.2(14.1)
56 ~ 60	14.5 ± 7.8(5.6)	12.4 ± 8.5(6.4)	16.2 ± 10.2(11.2)	29.5 ± 18.3(18.4)
61 ~	17.5 ± 11.5(7.1)	15.3 ± 10.6(8.1)	18.6 ± 10.3(14.2)	33.1 ± 16.7(23.3)

• ( )는 ISO에 따른 정상치

표 6. 연령 보정 전후의 평균 청력치

단위 :dB(평균 ± 표준편차)

연령	대상자 (명)	우측 귀			좌측 귀		
		전	후	차이*	전	후	차이**
~ 29	7	32.4 ± 11.3	27.0 ± 12.0	5.4	35.7 ± 7.1	31.0 ± 7.4	5.1
30 ~ 39	45	32.8 ± 9.4	26.0 ± 10.0	6.7	37.6 ± 12.8	31.2 ± 13.7	6.5
40 ~ 49	56	34.1 ± 11.0	25.6 ± 12.0	8.5	38.9 ± 11.7	30.7 ± 12.8	8.2
50 ~ 59	85	34.2 ± 8.8	23.8 ± 9.6	10.4	35.0 ± 8.5	24.7 ± 9.6	10.3
60 ~	13	36.5 ± 8.6	23.6 ± 8.6	12.9	37.4 ± 9.8	23.6 ± 11.3	13.9

• F-value = 128.2, p < 0.0001

\*\* F-value = 135.6, p < 0.0001

표 7. 진단법에 따른 우측 귀의 연령보정 전후 소음성 난청(D<sub>r</sub>) 근로자 숫자의 변화

연령	3분법(명) <sup>1)</sup>			6분법(명) <sup>2)</sup>			조기손실지수법(명) <sup>3)</sup>		
	전(A)	후(B)	(A-B)/A·100	전(A)	후(B)	(A-B)/A·100	전(A)	후(B)	(A-B)/A·100
~ 29	3	2	33.3	2	2	0	3	7	-57.1
30 ~ 39	30	13	56.7	17	6	64.7	30	45	-33.3
40 ~ 49	34	16	52.9	19	11	42.1	34	52	-34.6
50 ~ 59	64	17	73.4	42	8	81.0	64	66	-3.0
60 ~	12	2	83.3	8	2	75.0	12	13	-7.7
계	143	50	65.0	88	29	67.0	143	183	-21.9

1)  $\chi^2 = 3.112, p > 0.05$

2)  $\chi^2 = 5.853, p > 0.05$

3)  $\chi^2 = 3.584, p > 0.05$

표 8. 진단법에 따른 좌측 귀의 연령보정 전후 소음성 난청(D<sub>r</sub>) 근로자 숫자의 변화

연령	3분법(명) <sup>1)</sup>			6분법(명) <sup>2)</sup>			조기손실지수법(명) <sup>3)</sup>		
	전(A)	후(B)	(A-B)/A·100	전(A)	후(B)	(A-B)/A·100	전(A)	후(B)	(A-B)/A·100
~ 29	6	2	66.7	3	2	33.3	6	7	-14.3
30 ~ 39	39	21	46.2	23	12	47.8	39	44	-11.4
40 ~ 49	50	25	50.0	30	14	53.3	50	55	-9.1
50 ~ 59	70	19	72.9	44	14	68.2	70	55	27.3
60 ~	9	4	55.6	8	3	62.5	9	13	-30.8
계	174	71	59.2	108	45	58.3	174	174	0

1)  $\chi^2 = 4.347, p > 0.05$

2)  $\chi^2 = 1.594, p > 0.05$

3)  $\chi^2 = 3.143, p > 0.05$

## 고 찰

직업에 의한 소음성 난청은 내이 손상에 의한 감각 신경계 난청이며, 청력 손실이 고음역부터 시작되어 소음 폭로가 계속되는 경우 회화음역에서도 청력손실이 일어나는데 소음량과 난청 정도는 양의 반응 관계가 있다. 그러나 이러한 직업성 난청의 발생은 소음의 음향적 특성, 음압수준, 소음 폭로 기간, 개인의 감수성에 따라 서로 다르게 나타난다(Gierke, 1976). 특히 노인성 난청은 소음성 난청과 마찬가지로 고음역에서 먼저 청력손실이 일어나고, 소음 부서에서 오래 근무한 근로자일수록 나이가 많기 때문에 소음성 난청과 노인성 난청은 불가분의 관계가 있다. 따라서 소음에 의한 청력의 손실을 연구하기 위해서는 소음에 폭로되지 않

은 사람이 나이를 먹음에 따라 어느 정도 청력 손실이 일어나는지를 아는 것이 필수적이다.

이번에 조사된 우리나라 남자 성인의 정상 청력치는 연구 목적으로 조사된 것이 아니고, 종합건강진단 자료를 통해서 얻은 것이어서 대표성의 문제는 있지만 이제까지 부분적으로 조사된 우리나라의 다른 연구와 차이가 없었고, 자료의 분포를 알 수 없어 통계학적 비교는 불가능하지만 OSHA나 일본 자료보다는 약간 높게 측정되었지만 큰 차이는 없는 것 같다(표 9). 좀 늦은 감이 있지만 이제라도 우리나라 성인의 연령에 따른 정상 청력치에 관한 연구가 있어야 하겠다.

현재 우리나라에서 소음성 난청(D<sub>r</sub>)을 진단하는 기준으로 사용하는 노동부 시행 규칙(노동부고시 94-38호)은 3분법{(500Hz + 1000Hz + 2000Hz)/3}을 이용한 평



균 청력 손실이 30dB 이상인 사람으로 하고 있고, 산업 재해보상보험법 시행령(1991. 12)과 업무상재해인정기준(제234호)에서는 6분법  $\{(500\text{Hz} + 2 \times 1000\text{Hz} + 2 \times 2000\text{Hz} + 4000\text{Hz})/6\}$ 에서 40dB 이상 청력손실이 있는 사람으로 정의하고 있고 연령 보정에 대해서는 언급이 없다. 그러나 김현욱(1994) 등에 의하면 특수건강진단 기관의 66%가 소음성 난청을 판정할 때 자주(가끔 이상) 연령의 효과를 고려하고 있는 것으로 나타났다. 여기서 조사된 바에 따르면 연령효과를 고려할 때에는 고연령에서의 난청은 아예 노인성 난청으로 판정하거나, 연령에 따른 고려, 직업경력 참고시, D<sub>1</sub> 판정시, 연령 및 성별 참고치를 보유하고 참고하거나, 직업력과 연령을 함께 고려하는 등 다양한 방법으로 연령을 보정하고 있었다. 노동부에서는 1994년 특수건강진단방법 및 건강관리기준을 개정하면서 연령 보정에 관해서 OSHA 자료와 일본 자료를 참고 자료로 제시한 바 있지만(산보 68341-396), 노인성 난청이 인종에 따라 다른 점을 고려해야 할 것이다. 우리나라에서 이제까지 연구의 목적으로는 Hermann 등이 주장한 조기손실지수법(Early Loss Index, ELI)을 연령 보정의 목적으로 사용해왔다. 그러나 ELI법은 4000Hz에서만 연령

별 손실지수를 감해서 소음성 난청 유무를 가리는 것으로 난청의 정도를 진단하는데 현실적으로 더 중요할 수도 있는 회화음역에서의 연령의 효과는 볼 수 없다는 단점이 있다.

1960년대 Burns(1964) 등 많은 연구들이 청력손실에 대한 소음 폭로와 연령 사이의 관계가 가산적임을 시사하였고, Macrae(1971)는 4000Hz에서 소음성 난청과 노인성 난청은 독립적이고 가산적이라고 하였으며 Hermann의 ELI법도 이와 같은 맥락에서 생각할 수 있다. 또한 Corso(1980)는 그 관계가 단순한 가산적 관계가 아니라 제한적으로 가산적이라고 하였다. 이번 연구에 사용된 ISO 1999의 공식에는 두 가지 중요한 가정이 있는데 첫째는 폭로된 소음의 레벨은 시간에 따른 음압의 제곱의 총합으로 나타내고, 둘째, 청력 변화는 연령과 소음 각각에 의해서 발생하는 변화를 합하되 둘의 유효 총합(effective total)은 수학적으로 합하는 것보다 작다는 것이다. 앞의 공식( $\text{HTLAN} = \text{HTLA} + \text{HTLN} - (\text{HTLA} \times \text{HTLN})/120$ )에서  $-(\text{HTLA} \times \text{HTLN})/120$ 의 의미가 제한적이라는 것이다. 또 이 빼는 부분은 총청력손실이 40dB 이상에서의 미 있다는 전제가 있었다.

표 9. 연령에 따른 정상인 우측 귀의 평균 청력손실

단위 :dB

연령	500Hz				1000Hz				2000Hz				4000Hz			
	가	나	다	라	가	나	다	라	가	나	다	라	가	나	다	라
~ 24	5.9	2.2	4.1		5	1.1	4.2		5.0	3	0.4	1.9	6.6	5.8	1.7	2.1
25 ~ 29	8.1	2.8			6.9	5.6	2.3		6.9	4	1.7		9.6	7.4	3.2	
30 ~ 34	8.8	3.5			6.9	6	0.8		7.2	4.6	1.6		10.7	9.8	3.0	
35 ~ 39	10.0	3.9			8.7	7	3.2		9.4	5.6	3.3		14.9	12.4	5.3	
40 ~ 44	11.9	7.6			10.4	7.6	2.8		11.7	6.4	2.8		22.1	15.4	5.4	
45 ~ 49	11.2	6.3			9.2	8.4	5.1		10.1	8	5.7		18.5	18.4	9.8	
50 ~ 54	12.1	6.7	19.8		11.1	9.2	4.8	17.8	12.4	9.6	6.8	18.7	23.0	24	9.2	30.1
55 ~ 59	14.5	7.1	21.0		13.0	10.2	7.4	19.6	15.3	11.4	7.3	22.5	25.2	29.4	16.7	35.2
60 ~	16.3	12.8	23.9		14.8	11	13.9	22.1	16.7	13	14.3	22.1	26.9	33	28.7	33.8

자료 - 가 : 본 연구에서 조사된 우측 귀의 평균 청력치  
 나 : OSHA 자료(노동부 제공) - 500Hz 없음  
 다 : 일본 요코나이치(노동부 제공)  
 라 : 24세 - 이희용(1974), 50~65세 - 나기양(1982)

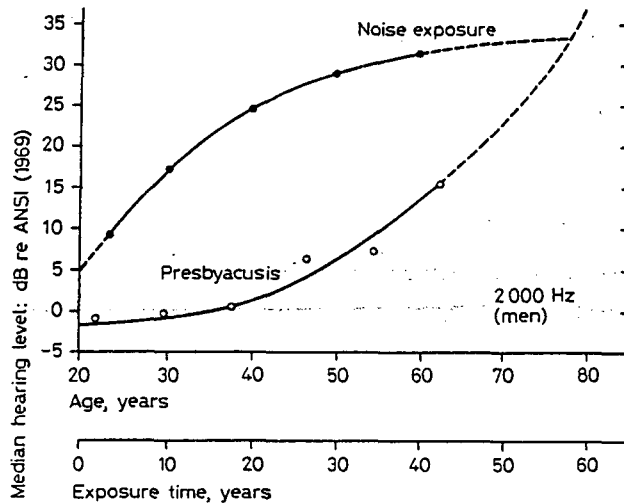


그림 3. 남성에 대한 200Hz에서 소음 폭로 및 노인성 난청의 효과  
 (출처 : Corso JF. Age correction factor in noise-induced hearing loss:  
 A quantitative Model. Audiology 1980; 19: 221-232)

이번 연구에서 연령보정 전과 후의 청력의 차이가 연령이 증가할수록 통계학적으로 유의하게 커지는 것을 보였다(표 6). 이것을 있는 대로 해석하면 연령이 증가할수록 소음보다는 연령에 의해서 더 많은 영향을 받는다고 생각할 수 있다. Gallo(1964)는 소음성 난청과 노인성 난청이 가산적인 관계에 있다고 하면서도 총청력 손실에서 노인성 난청을 뺀 경우 소음성 난청 부분이 처음에는 점차 증가하다가 소음에 폭로된 지 10년을 넘으면 다시 감소하기 시작한다는 것을 보였다.

그림 3은 Corso(1980)가 소음 폭로와 노인성 난청 사이의 관계를 도시한 것이다. 초기에는 청력이 소음 폭로에 의해서 더 많이 감소하지만 40대 중반부터는 노인성 난청에 의한 감소가 더 큰 것을 보여주고 있다. 또한 Rosenhall(1990)은 70세 이상의 노인을 대상으로 소음에 폭로된 노인과 폭로되지 않은 노인의 청력의 차이가 나이가 증가함에 따라 감소하고 79세에서는 의

미 있는 차이가 없다고 하였다. 이런 연구들은 연령이 증가하면서 청력손실이 소음성 난청보다는 노인성 난청이 더 많은 영향을 받는다는 것을 지지하고 있다.

소음성 난청으로 진단 받은 근로자의 수는 전체적으로는 약 60% 정도 감소하였지만 연령에 따라서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이것은 평균 청력의 차이의 결과와는 상이하였다. 즉 연령이 증가할수록 노인성 난청이 미치는 영향이 크다면 소음성 난청으로 진단 받는 근로자의 수가 젊은 사람들에 비해 더 많이 감소해야 하기 때문이다. ELI법에 의한 것은 현재 사용하고 있는 3분법에 의한 방법과 차이가 없었다. 그러나 이런 사실 ELI법이 회화음역에서도 연령 보정의 효과가 있음을 의미하지는 않는다.

끝으로 소음성 난청을 진단하는데 있어 연령 보정을 해야하는가 하는 문제가 있다. 이 문제는 보상과도 관련된 문제이기 때문에 쉽게 결론을 내리기는 어렵다.

이에 대해서 미국 의학협회와 이비인후과학회에서는 소음성 난청의 보상을 평가하는데 있어 연령의 보정을 인정하지 않고 있다. 이들은 연령에 관계 없이 장애는 장애라는 입장이다(Ward 1983). 우리나라의 현행법이나 노동부 시행규칙에는 연령보정에 관해서는 언급이 없다. 연령 보정이 문제가 된 것은 부분적으로 근로자나 사업주 모두가 소음성 난청 유소견자로 판정받는 것을 원하지 않았고, 소음성 난청 유소견자로 판정 받아도 보상받는 수준과는 차이가 있고, 작업부서 전환 등의 조치를 원치 않기 때문에 유소견자를 줄이려고 하는 데서 기인했다고 생각한다(이원진 등 1993). 그러나 이번 연구에서와 같이 연령 보정을 실시할 경우 이제까지 소음성 난청으로 진단받던 근로자의 60%가 소음성 난청 요관찰자(C)로 판정받게 된다. 이렇게 되면 소음성 난청 유소견자의 수도 줄어들지만 보상을 받아야 할 근로자의 수도 감소한다는 것을 유념해야 할 것이다. 따라서 소음성 난청의 진단이 근로자를 보호하는데 있다면 연령 보정을 시도하는 것에는 세심한 주의가 필요하다고 생각한다.

그러나 이 논문의 문제점은 먼저 연령 보정으로 시도한 정상 성인의 평균 청력치가 우리나라 국민 전체로 일반화하는데 어려움이 있고, 둘째, ISO 1999 공식이 서구에서는 여러 연구를 통해서 검증되었지만 난청이 인종에 따라 다르다는 것을 고려할 때 우리나라에 검증 과정 없이 적용한 것에도 문제가 있다. 셋째, 연령 보정의 효과를 보기 위해 사용한 소음성 난청으로 진단받은 근로자들의 자료가 2차 자료로서 소음 부서에 근무한 총기간이 명확하지 않았다는 단점이 있다.

## 결론 및 제언

소음성 난청을 진단하는데 있어 연령 보정의 효과를 알아보기 위해서 국제표준기구에서 제시한 방법을 통하여 연령 보정을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ISO 7029의 연령별 청력 손실은 우리나라 정상 성인의 연령별 청력 손실과는 적합하지 않았다.

2. 우리나라 정상 성인의 평균 청력 손실은 우측이 11.0 6.2dB, 좌측은 11.2±6.6dB이었으며, 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였고, 특히 감소의 폭은 4000Hz에서 가장 컸다.

3. ISO 1999 방법으로 연령 보정을 실시한 결과 연령보정 실시 전의 청력과 후의 청력 간의 차이가 20대에서는 5.4dB, 30대에서는 6.7dB, 40대에서 8.5dB, 50대 10.4dB, 60대 12.9dB로 연령이 증가함에 따라 커지는 경향을 보였다.

4. 연령 보정을 실시할 경우 소음성 난청으로 진단받는 근로자의 수는 약 60% 감소하는데 연령별로 변화 폭의 차이는 없었다.

5. 앞으로 우리나라 정상 성인의 청력치에 관한 연구가 있어야 하고, 연령 보정에 대해서는 근로자를 보호한다는 측면에서 세심한 검토가 있어야 하겠다.

## 감사의 말씀

본 연구에 귀중한 자료를 제공해 주신 세브란스병원 종합검진센터와 연세대학교 의과대학 산업보건센터 관계자 여러분에게 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 김지용, 임현술, 정해관, 문옥륜. 철강공장 근로자를 대상으로 살펴본 소음성 난청 진단기준에 관한 조사. *예방의학회지* 1993;26(3):371-386
- 김현욱, 정치경, 김형아, 노영만, 장성실. 소음부서 근로자 특수건강진단 실태 및 문제점. *대한산업의학회지* 1994;6(2):276-288
- 나기양, 박찬일. 노인성 난청의 청각학적 고찰. *한이인지* 1982;25(4):632-640
- 대한산업보건협회, 일반건강진단협의회. '92근로자 건강진단 실시결과 분석. 1993, p76
- 문영한, 이경중, 노재훈, 신동천. 소음폭로 근로자의 건강관리 기준에 관한 연구. *대한산업의학회지* 1991;3(1):1-10
- 박경희, 맹광호. 소음으로 인한 직업성 난청에 관한 조사 연구. *한국의 산업의학* 1971;10(4):1-20
- 오혜경, 심형보, 이성은, 김희남, 김영명, 김기령, 서옥기,

- 권영화. 한국인 정상청력치와 그 상관관계에 관한 연구. *한이인지* 1982;25(2):267-284
- 이용환. 산업장 소음환경과 근로자 청력손실에 변동에 관한 조사. *예방의학회지* 1989;22(3):337-354
- 이원진, 김대성, 백도명. 직업병 유소견자들의 사후관리 실태에 관한 조사연구. *대한산업의학회지* 1993;5(2):283-294
- 이희용. 한국인의 기준청력치에 관한 연구. *연세의대논문집* 1974;7(1):181-191
- Ballenger JJ. *Disease of noise, throat, ear, head and neck. 14th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1991, pp.1053-1068*
- Burns W, Hinchcliffe R, Litter TS. *An exploratory study of hearing loss and noise exposure in textile workers. Ann Occup Hyg* 1964;7:323-333
- Corso JF. *Age correction factor in noise-induced hearing loss: A quantitative model. Audiology* 1980;19:221-232
- Gallo R, Glorig A. *Permanent threshold shift changes produced by noise exposure and aging. Am Ind Hyg Ass J* 1964;25:237-245
- Gierke HE. *Effect of noise on hearing. New York, Raven Press, 1976 547-558*
- Henderson D, Subramanian M, Boettcher FA. *Individual susceptibility to noise-induced hearing loss: an old topic revisited. Ear & Hearing* 1993;14(3):152-168
- Hermann ER. *An audiometric approach to noise control. Am Ind Hyg Assoc J* 1963;24:344-356
- International organization for standardization. *ISO standards handbook Acoustics. 1st ed. Geneva, 1990, pp337-353*
- International organization for standardization. *ISO standards handbook Acoustics. 1st ed. Geneva, 1990, pp378-385*
- Macrae JH. *Noise induced hearing loss and presbycusis. Audiology* 1971;10:323-333
- Melnick W, Morgan W. *Hearing compensation evaluation. Otolaryngologic Clinics of North America* 1991;24(2):391-402
- Mills J. *Noise induced hearing loss. Philadelphia, Mosby Year Book, 1992;237-245*
- Rosenhall U, Pedersen K, Svanborg A. *Presbycusis and noise-induced hearing loss. Ear and Hearing* 1990;11(4):257-263
- Ward WD. *The American medical association/American academy of otolaryngology formula for determination of hearing handicap. Audiology* 1983;22:313-324