

소음노출 근로자들의 직업병 Occupational Diseases of Noise Exposed Workers

이지호

울산대학교 의과대학 산업·환경의학교실

Ji Ho Lee, M.D., Ph.D.

Department of Occupational and Environmental Medicine, University of Ulsan, College of Medicine, Ulsan University Hospital, Ulsan, Korea

책임저자 주소: 682-714 울산시 동구 전하1동 290-3번지 울산
대학교병원 산업의학과

Tel: 052-250-7288, Fax: 052-250-7289

E-mail: leejh@uuh.ulsan.kr

투고일자: 2010년 9월 1일, 심사일자: 2010년 9월 17일, 게재확정일자: 2010년 10월 5일

Abstract

Noise-induced hearing loss (NIHL) is one of the most common occupational disease, which carries not only an enormous cost in workers' compensation but also a even greater social cost due to loss of productivity and damage to quality of life. However, the unquestionable impact of occupational noise, NIHL is sometimes underestimated by the majority of workers because of its largely slow and insidious nature. High levels of occupational noise produce stress reactions, disturbances in communication, task performance, as well as development of hypertension, cognitive defects. Approximately 89% of the total disease burden (incidence of disability-adjusted life years, DALYs) is in 15-59 years age group and more than four million DALYs were lost to NIHL. NIHL is incurable and irreversible at present. However, it is preventable, and it is necessary that preventive

programmes be implemented. Within hazard prevention and control program should be involve following elements: 1) the work process: install quieter equipment, promote good maintenance; 2) the workplace: use noise enclosures of acoustic equipment; 3) the workers: set up work practices and other administrative controls on noise exposure, and provide audiometric test and hearing production, and workers' education programmes; and 4) child and adolescence: prevent healthy hearing from over exposure of environmental noise (eg. noisy toy, MP3, discotheque).

Key Words: Occupational noise, Noise-induced hearing loss

서론

소음은 모든 인간의 활동과 더불어 존재하며, 사람에 대한 영향을 고려할 때 일반적으로 직업적 소음과 환경적 소음으로 대별된다. 높은 수준의 직업적 소음은 세계 모든 곳에 존재하는 문제이며, 미국의 경우 3천만 명 이상의 근로자가 유해한 소음에 노출되고 있고,¹ 독일의 경우에도 노동력의 12~15%가 WHO에서 정의한 유해 소음수준에 노출되고 있는 실정이다.² 우리나라의 경우 2008년 노동부 보고에 의하면 특수건강진단 실시자 855,535명 중에 소음노출근로자는 525,803명(61.4%), 전체 직업병 요 관찰자 109,936명 중 소음성 난청 요 관찰자가 104,282명(94.8%), 전체 직업병 유소견자 3,913명 중 소음성 난청 3,641명(93.0%)으로 소음성 난청이 상당한 부분을 차지한다는 것을 알 수 있다.³

소음성 난청이 생길 경우 동료나 가족 간의 의사소통 장애로 인해 사회적 고립감에 시달리며, 불안감, 예민해짐, 자존감의 저하 등의 심리적 문제를 야기하게 된다. 또한 작업환경에 위험신호나 장비소리에 대한 감시능력저하에 따른 손상

의 증가로 인해 근로자보상비용이 증가하며 이는 궁극적으로 생산성저하로 이어지게 된다. 세계보건기구에 따르면 소음으로 인한 장애보정 생존년(disability adjusted life-year, DALY)이 세계적으로 400만 DALY을 초과하며, 우리나라가 속한 동남아시아의 경우 반년 이상의 건강손실이 있는 것으로 나타났다. 직업적 소음노출이 사망원인은 아니지만 귀머거리리에 이르는 심각한 질환을 야기하며, 세계적으로 16%의 농(deafness)이 직업적 소음에 의해 유발되고, 남자(22%)가 여자(11%)보다 2배 정도 높다. 연령별로는 15~59세가 89%를 차지하고 나머지 11%가 60세 이상으로, 근로가능 연령층에서 더 큰 질병부담을 유발하고 있다.⁴ 미국의 보건부에서도 모든 청력손실의 1/3이 소음에 의한 것이고 대부분이 작업기인성이며, 감각적 손실 중 특히 청력의 손상이 직업적 손상의 위험률과 직접적으로 관련이 있으므로 작업장내 안전과 사고예방을 위해서는 건강한 청력이 필요하다고 역설하고 있다.⁵

우리나라의 경우 전체 제조업의 46.4%가 소음부서이고, 이중 90 dB(A)를 초과하는 사업장이 연구자에 따라 다르나 31~58%에 이르고 있으며, 제조업 종사자들의 10.2%가 작업장 환경소음에 노출되고 있으므로 지속적으로 소음성 난청환자가 발생할 가능성이 있다. 그러나 현실적으로 작업장에서 소음이 발생하는 위험요소를 원천적으로 없애는 것은 불가능한 일이며, 기술적인 또는 비용 상의 문제 등으로 어느 한계이상의 소음을 줄이기 힘들므로 청력보호구를 이용한 소음성 난청 예방의 핵심이 된다.⁶

소음성 난청은 연속적이고 적절한 청력보존프로그램에 의해 더 이상의 악화를 막을 수 있는 예방 가능한 장애이다. 작업장내 청력손실의 부가적 악화 요인의 관리와 청력 데이터베이스의 분석을 통한 감수성자의 관리 및 개인적 감수성을 결정하는 요인을 고려한 업무적합성 평가를 통해 현장의 근로자들을 적극적으로 관리한다면 소음노출근로자의 삶의 질 향상과 사회적 질병부담 및 비용 등이 경감될 것으로 보인다. 여기서는 직업적 소음노출의 역학, 소음노출근로자의 건강 영향과 감수성 결정요인 등에 대하여 살펴보고자 한다.

본 론

1. 직업적 소음노출의 현황과 소음성 난청의 역학

직업성 소음에 대한 노출 측정법은 주로 A-특성치(dBA)를 이용하며 일반적으로 하루 8시간 작업에 대한 평균값(LAeq, 8h)으로 표현되는데, 이는 사람의 청력 손실에 대한 소음의 영향을 가장 잘 반영하므로 노출에 대한 역학적 측정법에서 가장 흔히 사용된다. 측정값은 연속변수이지만 실제로는 한계치를 적용하여 85 dBA이하, 85~90 dBA, 90 dBA 이상과 같은 구간별로 적용하는 경우가 많다. 일반적으로 규제기준은 나라마다 다르지만 선진국의 경우 85 dBA, 개발도상국의 경우 90 dBA를 적용하는데,⁷ 우리나라의 경우 80 dBA 이상이면 작업환경 측정 대상이 되며 85 dBA 이상이면 보호구 착용을 권고하고, 실제적인 소음노출의 법적 기준은 90 dBA로 적용하고 있다. 최근 산업안전보건연구원의 작업환경 측정 결과에 의하면 2002년부터 2005년 사이의 평균소음수준은 84~86 dBA이며, 우리나라 소음노출 기준인 90 dBA를 초과하는 사업장은 23.9~28.7%이고 대상자는 19.3~22.9% 정도인 것으로 나타났다.⁸

세계적 질병부담연구에서는 직업분류 및 경제적 소분류에 따라 소음수준의 차이를 반영하여 85 dBA이상의 소음에 대한 근로자의 노출 분포에 대한 실제 측정값과 추정치를 제시하였다. 소음성 난청의 위험이 높은 직업은 제조업, 운송업, 광업, 건축업, 농업, 군대 등이었으며, 청력손실의 분포는 작업장의 형태와 공정, 원재료 및 기계공구의 사용, 공학적 및 업무관리 등과 같은 작업환경 관련 요인뿐만 아니라 개인 청력보호구의 착용과 유지 등의 개인적인 요인에 따라 달라진다(Table 1).⁹

우리나라의 소음성 난청은 산업안전보건법상 특수건강진단에서 1991년 이후 직업성 질환 중 가장 높은 분율을 차지하고 있으며, 1991년에 3990명이었다가 점차 감소하여 1998년에는 849명으로 최저점을 지난 후 계속 증가하여 2002년 이후 모든 직업성 질환 중 90%이상을 점유하고 있다. 소음성 난청 진단자(D1) 중 산업재해보상보험법상 최저 14급 이상의 요양승인 대상자는 1991년의 4.5% (178/3990)에서 1998년 27% (232/849)까지 상승하였다가 최근 10% 미만으로 다시 하강하였다. 이는 산업재해보상보험법상의

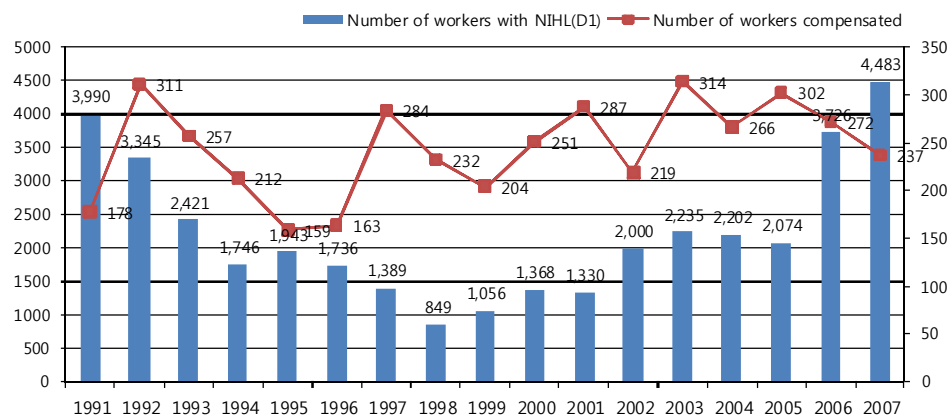
Table 1. Proportion of Workers in Each Occupational Category and Economic Subsector Exposed to Noise Levels >85 dB(A)*

Economic subsector	Occupational category						
	Professional	Administrative	Clerical	Sales	Services	Agriculture	Production [†]
Agriculture	0.05	0.05	0.05	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.20
Mining	0.05	0.05	0.05	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.85
Manufacturing	0.05	0.05	0.05	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.22
Electricity	0.05	0.05	0.05	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.15
Construction	0.05	0.05	0.05	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.18
Trade	0.02	0.02	0.02	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.13
Transportation	0.02	0.02	0.02	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.12
Finance [‡]	0.02	0.02	0.02	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.02
Services	0.02	0.02	0.02	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	0.20	0.03

*Source: NIOSH (1998).

[†]Figures shown in normal typeface are derived by expert judgement. Figures in *italics* are derived by extrapolation from the most relevant subsector in the production worker survey. Figures in **bold** indicate direct measurements.

[‡]Based on a figure of 1.5% for the proportion of "business services" workers exposed to noise.

**Fig. 1.** Prevalence of noise induced hearing loss and compensated workers from 1991 to 2007

보상기준은 변함이 없으나 사회적 용인 정도에 따라 소음성 난청의 직업병 진단기준이 여러 차례 개정되면서 이러한 변화추세를 나타내게 되었던 것으로 추정되며, 그동안 청력보존에 대한 사회적 인식의 변화와 취업 인구의 연령분포에도 영향을 받았을 수도 있다(Fig. 1).⁸

2. 소음노출수준에 따른 청력손실의 비교위험도 추정

국가적 또는 지역적으로 정책적 방안을 마련하거나 그 중요성을 평가하기 위해 소음노출 근로자의 소음노출 수준에 따른 청력손실의 비교위험도를 구하고자 한다면 문헌고찰, 역학적 조사, 사회경제적 및 근무환경이 비슷한 대상의 자료를 이용하여 추정할 수 있다. 소음수준이나 청력손실 유병의 자료는 국가 간 차이가 거의 없고 대부분이 직접 측정된 것이므로 이전의 연구에 근거한 상대적 위험도를 이용하여 산출

하면 된다. 그러나 국가마다 청력손실에 대한 기준이 다르므로 소음성 난청의 비교위험도 추정에서 하나의 표준화된 정의가 필요하다. WHO에서 사용되고 있는 기준은 직업적 영역의 대부분 연구에서 정의하는 NIOSH의 것과 다르므로 이미 출판된 자료의 비교위험도의 보정을 위해서는 DALYs를 이용하는 것이 필요하다.¹⁰

Cocha-Barrientos 등은 소음노출수준, 성별, 연령에 따른 청력손실의 비교위험을 세계적 질병부담 연구를 통해 Table 2와 같이 제시하였다. 여기서 소음수준은 85 dBA 미만, 85~90 dBA, 90 dBA 초과로 세군으로 구분하고, 청력손실은 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 Hz의 평균이 25 dBHL 이상인 것으로 정의하면서 청력손실의 비교위험을 추정하였다.¹¹ 비교위험의 추정값 계산에서 초과위험(Excess risk)은 직업적 소음에 노출된 인구집단의 청력손실 근로자의 분율에서

Table 2. Relative Risks for Hearing Loss by Sex, Age Group and Level of Occupational Exposure

Sex	Exposure level	15~29	30~44	45~59	60~69	70~79	80+
Male	<85 dB(A)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	85-90 dB(A)	1.96	2.24	1.91	1.66	1.66	1.66
	>90 dB(A)	7.96	5.62	3.83	2.82	2.82	2.82
Female	<85 dB(A)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	85-90 dB(A)	1.96	2.24	1.91	1.66	1.66	1.66
	>90 dB(A)	7.96	5.62	3.83	2.82	2.82	2.82

Source: adapted from WHO (2004)

Table 3. Proportions of the Working-age Population Occupationally Exposed to Different Noise Levels, by Sex in South-East Asia Region

Sex	Exposure level	Age group (years)			
		15-29	30-44	45-59	60-69
Male	<85 dB(A)	0.87	0.79	0.80	0.84
	85-90 dB(A)	0.09	0.15	0.15	0.11
	>90 dB(A)	0.04	0.05	0.05	0.05
Female	<85 dB(A)	0.91	0.94	0.95	0.96
	85-90 dB(A)	0.07	0.04	0.03	0.02
	>90 dB(A)	0.02	0.02	0.02	0.02

Source: adapted from WHO (2003)

직업적 소음에 노출되지 않은 집단의 분율을 뺀 값을 이용하였다. 대부분의 연구가 NIOSH의 청력역치 정의를 따르므로 WHO 질병부담의 정의와 관련된 초과위험을 보정하기 위한 보정값이 필요하였는데 여기서는 보정값으로 0.446을 이용하였으며(NIOSH, 1991),¹² 연령에 따른 비교위험 추정치는 1+ (초과위험/예상위험)의 식을 따랐다. 다양한 소음노출수준에서 청력손실의 비교위험이 제시되어 있지만, 각국의 실정에 맞게 사용할 것을 권고하고 있다. 이 Table에서는 소음수준이 증가함에 따라, 연령층이 낮은 군에서 청력손실의 비교위험도가 높았으나 성별의 차이는 보이지 않는다(Table 2).

우리나라가 속해있는 동남아시아의 근로자에 대한 성별, 연령군별, 소음수준별 인구분포는 Table 3과 같다. 여성보다 남성이 높은 소음수준에 노출되고, 30~59세의 소음노출 근로자가 유럽이나 미국에 비해 85 dB(A) 이상의 보다 높은 소음에 속한 분율이 높게 나타나 있다. 이는 추정치에 의한 값이기는 하나 현재 우리나라의 법적 기준이나 소음노출 근로자 중 요관찰자(C1)의 수를 고려할 때 앞으로 소음성 난청에 의한 질병부담은 다른 나라에 비해 가중될 수밖에 없는 상황으로 보인다(Table 3).

3. 직업성 소음노출 근로자의 건강영향

작업장 소음에 대한 국제적 규제인 85 dB(A)는 평생근무기간동안 소음의 근로자(10~15%)가 청력장애로 이환될 가능성이 있는 사회적 합의의 기준이며, 실제 하루 8시간 노출동안 무해한 기준은 75 dB(A) 이하로 알려져 있다.¹³ 이러한 규제도 8시간 평균의 연속음에 대한 것으로 충격음에 대한 고려는 되어 있지 않은 것이며, 대부분의 근로자들이 충격소음과 연속소음에 동시에 노출된다는 점과 충격음의 손상이 동일한 에너지의 연속소음보다 광범위하여 시간가중평균치(TWA)로만 계산할 경우 건강영향이 저평가될 가능성이 있다.

직업적 소음과 관련된 특징적인 건강영향은 청력장애이며 특정 수준이상의 소음노출과 관련하여 발생된다. 과도한 소음에 노출될 경우 전형적인 청력역치 이동이 유발되며 주로 3,000~6,000 Hz의 고주파수 영역에서 나타나는데 일반적으로 4,000 Hz의 역치이동이 제일 심하다. 이러한 역치이동은 소음성 난청의 전구증상으로 대부분 이명과 동반이 되지만, 서서히 진행되고 역치이동이 커지기 전까지는 인식하기 어려우므로 초기진행단계에서는 청력검사를 통해서만 확인이 가능하다. 청력저하의 정도는 소음노출의 강도와 기간에 따라 증가하는데 진동, 이독성 약물, 화학물질 등에 노출될 경우 더 악화되기도 한다. 청력장애 이외의 건강 영향으로는 불쾌감, 고혈압, 사회정신적 안녕의 지장 및 정신과적 이상 등이 있으며 이에 대한 인과적 관련성의 정도가 각각 다르다(Table 4).

de Hollander 등⁹에 의하면 문헌고찰에서 사회정신적 안녕, 정신과적 이상, 업무 수행에 대한 영향 등은 수용가능한 결과이나 역학적 근거는 다소 미약하며, 생화학적 영향, 면역체계에 대한 영향, 출산체중에 대한 영향 등은 결과에 대한 근거는 아직 제한적이다. 소음에 의한 불쾌감은 보다 강력한 근거가 있는데 1년 이상 37 dB(A) 이상에서는 일정하게 나타나며, 42 dB(A) 이상의 직업적, 환경적 소음에 노출될 경

Table 4. Assessment of Reported Responses to Occupational Noise Dxpousurea

Outcome	Evidence ^b	observation threshold (dB(A))
Performance	limited	
Biochemical effects	limited	
Immune effects	limited	
Birth weight	limited	
Annoyance	sufficient	<55 (office) <85 (industry)
Hypertension	sufficient	55~116
Hearing loss (adults)	sufficient	75
(unborn children)	sufficient	<85

^aSource: adapted from HCN (1999) and de Hollander et al. (2004)

^bEvidence describes the strength of evidence for a causal relationship between noise exposure and the specified health endpoint.

우 심한 불쾌감을 호소한다. 심혈관계에 대한 소음의 영향은 메타분석에 근거해볼 때 고혈압의 경우만 관련성이 있었고, 항고혈압제의 사용, 심혈관질환 치료제 사용, 협심증, 심근 경색증, 허혈성심질환 유병률 등에 대해서는 일정한 결과를 도출하지 못하였는데 이는 후향적 노출 추정, 혼란변수의 통제부족, 선택편견(건강 근로자 효과) 등과 같은 방법론적 취약점이 원인이었다. 최근 국내에서 이러한 방법론적인 취약점을 보완한 코호트 연구를 통하여 소음노출 수준별 혈압의 변화를 관찰한 결과 수축기 혈압에는 용량-반응적 관련성이 있음을 관찰한 바 있었으며, 만성적 소음노출이 혈압을 상승시킨다고 보고하였다.¹⁴

4. 소음손상의 개인적 감수성에 영향을 주는 요인

같은 소음에 노출되더라도 청력 역치는 손상이 거의 없는 경우로부터 전농에 가까운 경우까지 다양하게 나타난다. Shapiro (1959)는 낙하단조장치에서 28년간 소음에 노출된 두 사람 중 한 사람은 정상 청력이었고 다른 사람은 완전히 귀가 멀었던 경우를 보고한 바 있는데 비슷한 노출에서도 청력 손실에 극도의 차이가 있음을 보인 처음 보고였다. 이후 Taylor 등 (1965)은 115 dB의 공장 소음에 40년간 노출된 사람에서 4 kHz에 0~60 dB의 청력 손실을 보고하였다. 이처럼 소음노출의 정도와 청력 영향 사이의 관계를 정의하기 힘든 것은 개인적 감수성 차이 때문이며, 많은 내적 요인이 여러 단계의 소리 전달과 처리과정에 기여하여 개인 사이에 큰 편차를 유발하는데,¹⁵ 지금까지 논의되었던 개인적 감수성

에 대한 위험 및 보호 요인 중 관련성이 높고 중요한 내용들을 다루어봄으로써 소음작업장 근로자의 청력보호에 관리에 도움이 되고자 한다.

1) 내이로의 소리 전달

환경으로부터 고막까지 소리 전달의 효율성이 개인의 청력 손상 결정에 중요한 역할을 한다. 귓바퀴는 3~6 kHz 주파수 범위에서 소리의 국소화와 증폭으로 3 dB의 이득을 얻을 수 있고, 외이는 공명기로 작용하여 4~5kHz 범위에서 10 dB의 음압을 얻는다. 외이도의 평균 길이와 지름에 따라 증폭의 정도가 달라지는데 평균 이도의 공명주파수는 3,400 Hz이고 20 dB의 증폭이 일어난다. 이도의 특징에 따라 중이와 달팽이관으로 전달되는 청각 에너지에 차이가 생기며, 6~8 dBA의 역치변화가 초래될 수가 있다.

2) 청각반사(acoustic reflex)

중이의 경우 소리 매질이 공기에서 액체로 바뀔으로써 임피던스의 불일치에 의해 손실된 에너지를 증폭시키는 역할과 청각 반사를 통해 강한 소리 노출로부터의 내이를 보호하는 기능도 가지고 있다. 등골근은 안면신경, 고막장근은 삼차신경에 의해 조절되며 안면신경 마비가 있는 경우 등골근의 기능이 소실되어 보호기능이 떨어진다. 청각반사는 청력 역치보다 80 dB 주변에서 활성화되면 2,000 Hz이하의 주파수에서 20 dB 정도 음압을 감소시킨다.

달팽이관의 경우 소리가 도달하면 구조적 및 기능적 특성 즉 대사, 혈관분포, 원심성과 구심성 시스템, 기저막의 긴장도 등이 변화하여 청력소실의 다양성에 기여하게 된다.

소음 노출은 달팽이관의 혈류 공급에 변화를 초래하는데, Thorne와 Nuttall (1987)은 큰 소리는 달팽이관의 혈류 공급을 감소시키며, 급성 청각 외상이 말초 혈관수축을 일으킨다고 하였다. 달팽이관의 미세혈류에 변화에 대한 소음의 영향은 논란이 있지만, 달팽이관은 저산소증에 취약하다는 것은 알려진 사실이며, 돌발성 청력손실이나 이명이 혈류변화와 관련이 있으며 동맥경화증과 같은 전신성 혈류문제도 소음에 대한 감수성을 증가시킨다.

3) 흡연

흡연은 청력 손실의 독립적 위험 인자이며 주로 고주파수 손실과 관련이 있으며 이는 흡연할 때 혈액 점도가 높아지는 것과 관련이 있다고 한다. Cocchiarella 등(1995)은 현재 흡

연자가 흡연력이 없는 사람들에 비해 청력이 6.8 dB 더 나쁘다고 하였으며, Mizoue 등(2003)은 4624명의 철강 근로자에서 소음에의 노출과 청력 손실간의 관련성을 조사하여 유병률 비(prevalence rate ratio)가 소음노출 흡연자 2.56이었고 소음 비노출 흡연자는 1.57, 소음노출 비흡연자는 1.77로 고주파 청력손실에 대해 용량-반응관계가 있음을 보고하였다. 또한 흡연시 생성된 카복시헤모글로빈의 증가나 유모세포의 니코틴수용체가 직접적인 독성효과가 청력손실의 위험을 증가시키는 것으로 추정하고 있다.

4) 노화

노화된 귀가 젊은 귀보다 감수성이 큰지는 명확하지 않지만, 노화와 소음 노출이 동시에 있을 경우 개인에게 각각 하나만 존재하는 것보다 더 큰 청력손실을 초래한다. 연령과 소음의 청력에 대한 영향은 중등도의 장기간 노출에서는 서로 상가적으로 작용하지만 높은 소음수준에서는 단순히 상가적인 관계를 보이지 않는다. Campo 등(2003)은 3개월과 24~26개월 된 쥐를 대상으로 소음수준에 따른 소음성 난청과 유모세포 손실을 조사하였는데, 4주간 8 kHz 중심의 넓은 대역의 소음에 노출시킬 경우(92 or 97 dB SPL) 24~26개월군이 3개월군에 비해서 더 큰 역치증가를 보였다. 또한, 상대적 저소음(92 dB)에서는 두 그룹 다에서 비슷한 역치 이동을 보였지만, 고소음(97 dB)에서는 나이든 그룹에서 더 큰 역치 이동을 보였다. 이는 중등도의 소음에서는 젊거나 나이가 든 경우에 상관없이 동일한 취약성을 보이지만, 노년층의 경우 큰 소음에 대해서는 보호시스템의 취약성 때문에 손상이 더 커질 수 있다는 것을 암시한다.

5) 일시적 역치이동(Temporary threshold shift, TTS)

일시적 역치이동(TTS)은 소음의 과도자극에 의해 내유모세포(IHC)에서 흥분성 신경전달물질인 글루타메이트(glutamate)를 분비시키고, 이 물질이 일차성 청각신경의 수상돌기에 부분적인 손상을 유발하여 나타난다. 글루타메이트의 길항제인 kynurenate를 강한 소음 노출동안 처치하게 되면 수상돌기 손상과 TTS를 막을 수 있다. TTS로부터 회복은 새로운 수상돌기가 시냅스와 내유모세포(IHC)를 재연결하여 이루어진다. 그러나 영구적인 손실은 외유모세포(OHC)의 손실 혹은 손상 때문이다.

TTS는 개인의 감수성을 파악하는데 이용하기도 했지만, TTS와 PTS간의 양의 상관관계를 보인 연구는 거의 없다. 소

음 노출 후의 초기 TTS의 범위로는 최종 PTS를 예측할 수 없는데, 이는 'toughening' 현상, 자동 회복 범위, 시간 경과 및 주파수 구성과 같은 노출의 특성을 포함하여 많은 다양성이 최종 역치에 영향을 미치기 때문이다. 초기 역치 변화는 장기 영향에 직접적인 지표가 아니지만, TTS는 그 자체로 더 이상의 노출에 대한 영향을 줄여주기 때문에 청각 시스템의 보호 작용을 한다.

결 론

작업과 관련된 소음이 건강에 미치는 영향은 수세기동안 잘 알려진 문제이지만 고도로 발달된 선진국에서도 여전히 해결되지 못한 문제로 남아있다. 소음성 난청은 소음노출근로자의 명백한 영구적 장애이며, 이와 동반된 스트레스의 증가, 수면장애, 심혈관계질환, 정신과적 문제 및 사고의 증가 등 다양한 문제로 인해 경제적 및 사회적 부담이 증가하고 있다. 그러나 질환의 특성상 점진적이고도 느리게 진행하므로 소음의 위해에 대해 크게 깨닫지 못하고 있는 실정이다. 최근 이러한 심각성을 해소하기위해 소음성 난청의 예방과 치료를 위한 항산화제, 자유 라디칼 제거제, 마그네슘 등의 약물들이 연구 중에 있으나 아직 FDA 승인을 받은 것은 없다.

작업장의 소음은 피하기 어려운 유해요인이지만 소음성 난청은 예방이 가능한 질환이며, 이미 청력손상이 있다하더라도 보존이 가능하다. 지금까지 나와 있는 규제와 기준의 의미를 정확히 해석하고, 예방가능성의 한계와 청력의 향상과 악화요인 등을 파악함으로써 청력손실의 위험에 있는 근로자들을 보호해야할 필요가 있다. 역설적으로 소음성 난청의 위험에 처한 1/3이 건강한 청력으로 유지된다면 개인의 건강한 삶은 물론이며 사회적 이익은 보다 더 삶의 질을 향상하는데 이용될 수 있을 것이다.

소음성 난청에 대한 대책을 언급할 때 대부분 소음원의 관리하는 방치한 상태에서 개인보호구의 착용만 강조해왔다. 그러나 소음원의 특징을 파악하고 그 저감방향을 고민하는 가운데 청력보호구의 착용이 더욱 효과를 발휘할 것이며, 현장의 상황을 정확히 아는 지식으로부터 교육과 예방대책의 동기부여가 강화될 수 있다. 이러한 환경의 조성은 청력검사 결과의 해석과 보존프로그램의 평가가 적절한 처방과 미처 발견하지 못한 문제점을 해결하는 방안으로 자리매김하는데 꼭 필요한 시작점이다.

최근 어린이들과 젊은이들의 난청이 증가하고 있으며, 이는 유아기부터 시작된 유해한 소음의 노출과 무관하지 않다. 시끄러운 장난감과 게임, 휴대용 카세트, MP3, 휴대용 전화기, 디스코텍과 콘서트 등은 청력에 영향을 미칠 뿐만 아니라 이명을 유발하기도 한다.¹⁶ 우리나라 남성의 의무인 군복무도 청력에 유해한 환경의 한 부분이며 특히 사격과 같은 충격음의 노출은 적절한 대책이 요구된다. 이렇게 직장에 입사하기 전에 청력의 손상이 진행될 위험에 접하게 되지만, 정작 증상을 느끼지 못하는 경우가 대부분이므로 학동기 때부터 난청에 대한 교육 방안을 마련하는 것이 중요하다. 또한 흡연, 운동결핍, 나쁜 식이습관, 치아손실, 당뇨병과 심혈관질환 등과 같은 유해요인들의 관리가 지식과 기술적 향상에 근거하여 실천될 때 건강한 청력의 유지와 보존이 이루어질 것이다. 보다 체계적이고 광범위한 청력보존 프로그램의 개발과 행정적 지원을 동반한 실천이 소음작업장에 근무하는 근로자뿐만 아니라 그 이전 단계부터 요구되는 시점이며 이는 학계, 사업주뿐만 아니라 유관기관의 공동적인 노력이 필요하다.

References

1. NIOSH. Criteria for a recommended standard: occupational noise exposure. Revised criteria 1998. Cincinnati, OH, National Institute for Occupational Safety and Health.
2. WHO. Occupational and community noise. 2001 Geneva, World Health Organization (Fact Sheet No. 258)
3. Ministry of Labor. Annual report on the work environmental management 2007. Ministry of Labor, 2008. (Korean)
4. Marisol CB, Diarmid CL, Kyle S. Occupational noise-Environmental burden of disease series No. 9. World Health Organization 2004. Geneva
5. American Academy of Audiology (2003). Preventing Noise-Induced Occupational Hearing Loss: position statement. available at <http://www.audiology.org/>
6. Daniell WE, Stover BD, Takaro BK. Comparison of criteria for significant threshold shift in workplace hearing conservation programs. *J Occup Environ Med* 2003;45:579-81.
7. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O, Ismail M, Ballal SG, Ashoor A, Jerwood D. Occupational noise exposure and hearing loss of workers in two plants in eastern Saudi Arabia. *Annals of Occupational Hygiene* 2001; 45:371-80.
8. Jang JK, Chung KJ. A study on the management of noise in work-environments. Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency, 2007.
9. de Hollander AME, van Kempen EEMN, Houthuijs DJM, van Kamp, Hoogenveen RT, Staatsen BAM (2004). Environmental noise: an approach for estimating health impacts at national and local level. Geneva, World Health Organization.
10. Murray CJ, Salomon JA, Mathers C. A critical examination of summary measures of population health. *Bulletin of the World Health Organization* 2000;78:981-94.
11. Concha-Barrientos M, Nelson DI, Driscoll T, Steenland NK, Punnett L, Fingerhut M, Prüss-Üstün A, Corvalan C, Leigh J Tak S. Selected occupational risk factors. 2004 Geneva, World Health Organization.
12. NIOSH. Noise-induced hearing loss. 1991 Cincinnati, OH, National Institute for Occupational Safety and Health.
13. Sulkowski WJ. Occupational noise in Noise and its effects: Edited by Luxon LM, Prasher D. 2007. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, England.
14. Lee JH, Cha TJ, Kim JR, Kang WC, Yaang SR, Lee CR, Yoo CI. Cohort study for the effect of chronic noise exposure on blood pressure among male workers. *Korean Journal of Preventive Medicine* 2008;35:205-13.
15. Prasher D. Factors determining an individual's susceptibility to noise damage. in Noise and its effects: Edited by Luxon LM, Prasher D. 2007. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, England.
16. Daniel E. Noise and hearing loss: a review. *J Sch Health* 2007;77:225-31.