

## 업무상 질병으로서 비전형적인 소음성 난청 3례

한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 한림대학교 의과대학 이비인후과학교실<sup>1)</sup>

김규상 · 박문서<sup>1)</sup> · 강성규

— Abstract —

### Atypical Noise-induced Hearing Loss As a Workers' Impairment Criteria

Kyoo Sang Kim, Moon Suh Park<sup>1)</sup>, Seong-Kyu Kang

*Industrial Safety & Health Research Institute, KISCO  
Department of Otolaryngology, Hallym University College of Medicine<sup>1)</sup>*

**Objectives:** The problem of noise-induced hearing loss (NIHL) was objectively and systematically investigated by diagnosing three workers who complained of tinnitus and hearing disturbance.

**Methods:** Atypical hearing loss is diagnosed as a work-related disease by using general medical methods, such as environmental survey, neurological examination, otoscopy, pure-tone audiometry, speech audiometry, otoacoustic emissions (OAE), auditory-evoked potentials, and interview on the history of past disease, family and occupation.

**Results:** Three results were found according to the work-related hearing loss as follows: (1) hearing loss that is caused by exposure to continuous noise of less than 85 dB(A) or impact noise of greater than 135 dB peak, (2) mixed hearing loss that has progressed due to noise with past otitis media, and (3) atypical hearing loss that showed remarkable differences between air and bone conduction due to tinnitus.

**Conclusions:** The criteria for work-related hearing loss should be carefully investigated by considering exposure to impact noise, the effect of continuous noise on mixed hearing loss patients, and the hearing loss caused by tinnitus.

**Key Words:** Atypical, NIHL, Noise, Tinnitus, Mixed Hearing Loss

## 서 론

직업성 난청은 근로자가 노출되는 환경으로 인해 난청이 발생한 것으로 그 정도는 경도에서부터 심지어 전농까지 발생할 수 있고, 난청의 유형은 전음성, 감음성 그리고 혼합성 난청의 모든 형태가 가능하다. 직업성 난청의 경우에는 양측성으로 오는 것이 일반적이지만 편측성으로 올 수도 있다. 원인에 따라서는 소음성 난청이 가장 대표적이거나 그 외 주로 중추신경독성의 특성을 갖는 여러 산업화학물질에 의한 이독성 난청, 음향외상성 난청, 이상기압으로 인한 난청, 외상성 난청으로 분류할 수 있다. 그리고 노출 소음 수준, 발생시점과 관련하여 소음이 원인으로 추정되는 돌발성 난청을 들 수 있다(김규상 등, 1998).

소음성 난청의 발생은 소음의 음향적 특성, 음압 수준, 소음 노출기간, 1일 노출시간이나 노출양상 및 개인의 감수성에 따라 서로 다르게 나타난다. 이 중 소음 노출 근로자들의 청력역치와 가장 밀접한 관계가 있는 것은 노출기간과 노출량이다. 소음성 난청은 내이의 모세포에 영향을 미쳐 나타나는 감각신경성 난청으로서 양측성으로 나타나며 초기에 저음역에서 보다 고음역에서 청력손실이 심하게 나타나고 지속적인 소음 노출이 단속적인 소음 노출보다 더 큰 장애를 초래하는 특성을 갖는다. 따라서 이러한 소음으로 인한 난청 장애의 특성과 관련하여 작업환경의 측정, 평가 및 소음성 난청의 기준을 정하고 있다.

우리나라의 경우에 소음의 작업환경측정 대상 작업장은 “강렬한 소음이 발생하는 옥내작업장”으로 규정되어 있으며, 연속음으로 85 데시벨[dB(A)] 이상의 소음에 노출되는 작업장으로 하고 있다. 그리고 소음 노출 근로자에 대한 특수건강진단 결과 유소견자(D<sub>1</sub>) 판정기준은 기도 순음청력검사상 4,000 Hz의 고음영역에서 50 dB 이상의 청력손실이 인정되고, 삼분법에 의한 평균 30 dB 이상의 청력손실이 있고 직업력상 소음 노출에 의한 것으로 추정되는 경우로 정하고 있다. 소음성 난청의 업무상재해 인정기준은 연속음으로 85 dB(A) 이상의 소음에 노출되는 작업장에서 3년 이상 종사하거나 종사한 경력이 있는 근로자로서 한 귀의 청력손실이 6분법으로 40 dB 이상이 되는 감각신경성 난청의 증상 또

는 소견이 있을 것으로 정하고 있다. 이 규정에 의한 근로자의 증상으로 고막 또는 중이에 뚜렷한 병변이 없으며, 순음청력검사 결과 기도청력역치와 골도청력역치 사이에 뚜렷한 차이가 없어야 하며, 청력장해가 저음역보다 고음역에서 큰 아주 전형적인 소음성 난청만을 대상으로 하고 있다. 그리고 소음성 난청에 대한 평가시 난청의 정도인 역치와 난청의 유형에 대한 판단이 전적으로 주관적 검사인 순음청력 검사에 의존하고 있다. 위와 같은 1999년 현재의 인정기준은 과거 소음 발생장소에서 종사기간이 5년에서 3년, 노출수준은 90 dB(A) 내외에서 연속음으로 85 dB(A) 이상의 소음으로, 청력손실치의 하한값은 40 dB 초과에서 40 dB 이상이 되는 감각신경성 난청으로 각각 개정이 되어 그 동안 제기되었던 문제점을 보완하였으나(노동부, 1999), 이러한 제 규정은 소음성 난청이 발생하는 소음작업의 규정을 연속음으로 85 dB(A) 이상의 소음에 노출되는 작업장으로 규정한 점과 소음성 난청의 임상적 특성인 C<sub>5</sub>-dip과 감음성 난청의 기준을 엄격하게 적용하는 경우에 명확히 소음에 의해 나타날 수 있는 소음성 난청이나 소음에 의해 악화된 청력장해는 배제될 수 있다. 즉, 연속음으로 85 dB(A) 미만의 충격소음에 노출되는 경우나 소음에 노출되는 근로자에서 청력장해와 관련한 기저질환이 소음에 노출된 또는 노출 후에 병합되어 나타나는 혼합성 난청의 경우는 업무상질병으로서 소음성 난청으로 인정을 받지 못할 수 있다. 따라서 현재의 전형적인 소음성 난청 기준의 예외적인 적용이 가능한 업무상질병의 판단기준을 제시할 필요가 있다.

그리고 순음청력검사는 주관적인 검사 도구로서 보상심리에 따른 위난청의 문제를 발생할 소지가 있을뿐더러 감각신경성 난청으로서의 소음성 난청과 기도골도검사의 적정성에 따른 기도청력역치와 골도청력역치의 차이(air-bone gap)가 각 주파수마다 10 dB 이내여야 한다는 규정은 비전형적인 소음성 난청의 경우에는 적합하지 않을 수 있어 어음청력검사, 중이검사, 청각유발반응검사 및 이음향방사 등을 행하고 참고되어야 한다.

본 연구자들은 이와 같이 기저질환으로 중이염을 가지고 있던 근로자에서 소음으로 인해 청력장해가 병합되어 나타난 혼합성 난청, 이명으로 인해 기도와 골도청력검사 결과 청력역치 사이에 뚜렷한 차이

를 보이는 비전형적인 소음성 난청 및 연속음으로 85 dB(A) 미만이지만 불연속적인 충격음에 상시적으로 노출된 근로자의 난청 등 3명에 대하여, 직력, 작업환경조사, 신경학적 진찰, 이경검사, 순음과 어음청력검사, 이음향방사검사 및 청신경유발전위검사 등의 제반 의학적 검사를 시행하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

### 증례

#### 증례 1

환자 : 권OO, 남자, 35세

주소 : 청력장애와 이명

현병력 : 1994년 8월 OO정밀에 입사하여 2000년 5월 현재까지 자동차 부품 금형을 선반으로 깎아서 만드는 작업을 하고 있다. 동 작업과 유사한 선반작업만 15년 정도 하였다. OO정밀 이전에 근무한 OO금형에서 근무한지 5년째(2000년 현재로부터 10년 전)부터 이루와 조금 잘 안들린다는 느낌은 있었으나 특별히 일상생활에 지장을 줄 정도는 아니어서 치료를 받지 않다가 OO정밀에서 근무한 2-3년째부터 청각장애가 심하여 일상생활에도 지장을 받게 되어 1997년부터 개인적으로 보청기를 착용하고 그해 난청에 대한 업무상장애 여부를 질의하였으나 해당이 안된다고 하여 그 후 국민연금관리공단에 장애연금 신청을 하였다. 그러나 난청 장애 상태가 업무 수행 과정에서 발견이 되었으므로 국민연금에서는 지급이 가능한 연금의 1/2만 지급하여, 나머지 부분에 대한 장애보상 청구와 관련하여 동 사업장의 작업환경에 의해 난청이 발생했는지의 여부를 조사하게 되었다.

개인력 및 가족력 : 음주량은 1주일에 소주 1-2잔/월 정도, 담배는 1/2갑/일로 흡연하였다. 1984년 고등학교를 졸업한 후, 군 입대를 위한 1차 병역신체 검사에서 4급(보충역) 판정을 받고 국군수도병원에서 2차 정밀신체검사서 우측 귀의 장애로 5급 장애판정을 받아 제2국민역으로 병역 면제를 받았다.

1994년 입사 이후로 일반 검진은 매년 OO병원에서 실시하였으나 우측 귀의 비정상 소견 이외에 난청에 대한 특별한 조치는 없었다. 소음에 대한 특수건강진단은 한번도 실시한 적이 없어 이전의 청력손

실치를 정확하게 알 수는 없었다.

작업환경 및 작업력 : OO정밀은 자동차 부품의 금형제작을 하는 사업체로 특수강 원자재가 들어오면 선반으로 깎아서 조립을 하여 출고를 한다. 근무부서는 선반부와 조립부로 구성되어 있으나 동일 공간에서 작업을 한다. 작업환경측정은 이루어진 적이 없어 작업환경측정 규정에 따라 2000년 4월에 소음 노출 수준을 측정하였다. 금형 선반 작업시의 소음 노출 정도는 현행 노출기준인 90 dB(A)를 초과하고 있었다(1회, 선반 작업시 작업자의 위치에서 93.0 dB(A),  $L_{Lpk}$ (MaxP.) 108.9 dB,  $L_{AFMax}$  97.6 dB; 2회 95.1 dB(A),  $L_{Lpk}$ (MaxP.) 110.3 dB,  $L_{AFMax}$  101.7 dB). 권OO의 개인 노출평가에서도 이와 비슷한 94.4 dB(A)를 나타내었다. 타 조립작업의 소음 노출 정도도 현행 노출기준을 초과하지는 않으나 작업환경측정과 소음특수건강진단 대상인 85 dB(A)를 초과하고 있었다(88.5 dB(A),  $L_{Lpk}$ (MaxP.) 104.3 dB,  $L_{AFMax}$  95.6 dB). 동종업체인 OO금형에서도 선반작업을 하였으나 작업환경측정 자료는 없었다.

진찰소견 : 혈압은 130/85 mmHg, 맥박수는 58 회/분이었고 호흡수는 28회/분이었다. 신경학적 진찰을 포함한 특이한 이상 소견은 관찰되지 않았다.

검사소견 : 1997년 2월 OO대학교의과대학부속병원 이비인후과에서의 검사 결과 만성중이염으로 진단받았으나 외과적 치료는 하지 않고 보청기 처방만을 받았다. 순음청력검사서 우측 농(105 dBHL), 좌측 중등고도난청(60 dBHL)이었으며, 어음청력검사서 어음청취역치(speech reception threshold, SRT)는 우측 105 dBHL, 좌측 55 dBHL이었으며, 어음명료도(word recognition score, WRS)는 우측 30 %(105 dBHL), 좌측 100 %(85 dBHL)이었다. 이음향방사검사(distortion-product otoacoustic emissions, DPOAEs)에서는 음성반응을 나타냈으며, 뇌간유발반응검사(auditory brainstem response, ABR)에서는 ABR latency value상 V파가 우측에서는 보이지 않았으며 좌측은 90 dB에서 6.88 msec, 80 dB에서 7.36 msec로 지연되어 나타났다.

이 근로자의 난청에 대해 2000년 4월 본 연구원에서 이경, 청력검사 및 중이검사를 실시하였다. 이경 검사상 우측 고막은 크게 천공이 된(largely perforated) 상태이고, 좌측 고막은 약간 견축되어

(retracted)있었다. 순음청력검사상 농(우측, 3분법상 103 dBHL) 및 고도난청(좌측, 3분법상 65 dBHL)이었다. 고막운동성검사(tympanometry)에서는 비정상 고막운동의 형태(우측, B형; 좌측, C형)를 보였으며, 등골근반사검사(acoustic reflex test)에서는 좌우측 모두 500 Hz에서 2,000 Hz까지 자극소리와 같은 쪽(ipsilateral)과 반대쪽(contralateral) 모두 정상 청력인 귀에서 보이는 등골근반사역치를 보이지 않았다(Table 1, Fig. 1).

증례 2

환자 : 권OO, 남자, 33세

주소 : 이명, 이통 및 청력장애

현병력 : 근로자 권OO은 1996년 3월 OO자동차정비에 입사하여 2000년 6월 퇴직한 자로 자동차정비 업무중 관금작업을 하였다. OO자동차정비에 입사하여 2-3년 후부터 이명이 발현하여 일상생활에도 큰 지장을 받게 되고 2000년 6월에 이명과 함께 이통이 심하게 지속되어 의정부 OOO병원 이비인후과에서 외래진찰을 받았다. 진찰 결과 우측 25-10-10-

65 dB(각각 500, 1000, 2000 및 4000 Hz, 이하 같음), 좌측 30-20-20-65 dB의 소음성 난청, 양측(의증)를 진단받아 이에 동 사업장에 대한 작업환경 측정 및 작업 환경에 의해 난청이 발생하였는지 여부를 본 연구원에서 조사하였다.

개인력 및 가족력 : 근로자 권OO은 평소 건강하였으며 음주는 소주로 주 2회 1병, 담배는 1갑/일로 13년간 흡연하였다. 군대는 현역 보병으로 1990년 제대하였으며 1996년 3월부터 자동차 정비 업무를 하였다. 근무시에 귀마개는 전혀 착용하지 않았다. 과거력상 이질환력, 약물 복용력(항생제 복용 등), 두부외상 등의 특이 병력은 없었다. 1996년 입사 이후로 일반 검진(청력검사 포함)은 실시하였으나 정상이었다. 소음에 대한 특수건강진단은 한번도 실시한 적이 없어 이전의 청력손실치를 정확하게 알 수는 없었다.

작업환경 및 작업력 : OO자동차정비는 작업환경 측정을 실시한 적이 없어 2000년 9월에 사업장을 직접 방문하여 작업환경을 측정하였다. 피재자가 근무한 관금작업은 다른 작업공정과 같이 작업량의 변동으로 인해 정상적으로는 이루어지지 않고 있었다.

Table 1. Audiologic results of 3 cases of atypical noise-induced hearing loss

	Case 1	Case 2	Case 3
Past history	Chronic otitis media	-	-
Noise exposure leve	94.4 dB(A), 15 years	86.3 dB(A), 4 years	135 dB peak, 11 years
Otoscopy	Rt largely perforated Lt mild retracted	both normal	both normal
Pure-tone audiometry			
PTA	Rt 103 dB, Lt 65 dB	Rt 12 dB, Lt 15 dB	Rt 65 dB, Lt 87 dB
4 kHz	Rt 100 dB, Lt 80 dB	Rt 65 dB, Lt 70 dB	Rt 75 dB, Lt 95 dB
Speech audiometry			
SRT	Rt 105 dB, Lt 55 dB	Rt 15 dB, Lt 25 dB	
WRS	Rt 30% (105 dB) LT 100% (85 dB)	Rt 100% (55 dB) Lt 90% (65 dB)	
Tympanogram	B & C type	A	A
DPOAEs	both abnormal	both abnormal	
ABR	both abnormal	both abnormal	
Tinnitogram		pitch-4 kHz loudness-Rt 57.5 dB Lt 60 dB	

\* PTA : puretone threshold average, SRT: speech reception threshold,  
WRS : word recognition score, DPOAE: distortion-product otoacoustic emissions,  
ABR : auditory brainstem response

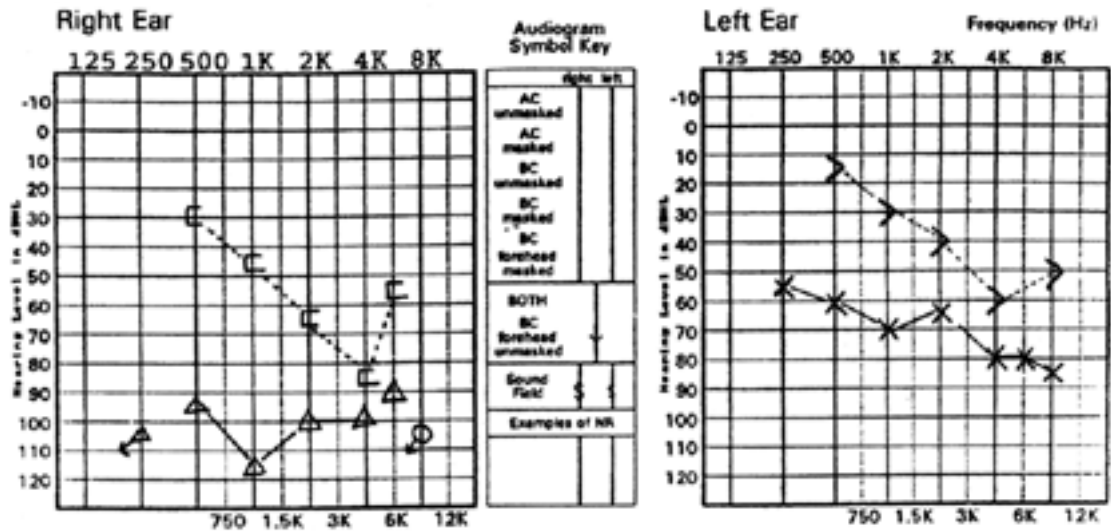


Fig. 1. Pure tone audiometry (case 1).

정상 작업은 망치(hammer, air 망치), (돌)그라인더 등의 장비로 작업이 이루어진다. 정상적으로 이루어지지 않는 소량의 하체부의 작업하에서도 지역 소음 수준은 85 dB를 초과하는 86.3 dB(A)이었다.

진찰소견 : 혈압은 110/70 mmHg, 맥박수는 65 회/분이었고 호흡수는 23회/분이었다. 신경학적 진찰을 포함한 특이한 이상 소견은 관찰되지 않았다.

검사소견 : 좌측 청력장애와 이명으로 2000년 6월 의정부 OOO병원의 이비인후과에서 최초로 이과적인 검사와 치료가 이루어졌다. 순음청력검사상 우측 25-10-10-65 dB, 좌측 30-20-20-65 dB의 소음성 난청, 양측(의증)을 진단(임상적 추정)하였다. 2000년 10월 OO대학교 의과대학 부속병원 이비인후과에서의 특진 결과 난청 및 이명증으로 진단을 받았다. 순음청력검사서 양측 고음역의 청각손실(4,000 Hz에서 우측 55, 좌측 60, 6,000 및 8,000 Hz에서 우측 65, 좌측 70 dBHL)을 보였다. 어음청력검사서 어음청력역치는 우측 15 dBHL, 좌측 25 dBHL이었으며, 어음명료도는 우측 55 dBHL(100%), 좌측 65 dBHL(90%)이었다. 이명의 주파수측정법인 pitch match 검사로 4,000 Hz, 이명의 크기는 loudness balance 검사로 우측 57.5 dBHL, 좌측 60 dBHL, 차폐검사를 통한 이명이 들리지 않는 잡음의 최소값(minimal masking level, MML)은 우측 27.5 dBHL, 좌측 15 dBHL이었다. 뇌간유발

반응검사에서는 ABR latency value상 V파가 우측 30 dB, 좌측 40 dB에서 지연되어 나타났다.

이 근로자의 난청에 대해 2000년 9월 본 연구원에서 실시한 이경, 순음청력검사 및 중이 검사를 실시하였다. 이경 소견은 정상이었으며, 순음청력검사상 고음역의 청력손실은 보였으나 평균청력은 정상이었다. 그러나 기도 골도청력이 역전되어 있었다. 고막운동성검사에서는 정상 고막운동의 형태를 보이는 A형이었으며, 등골근반사검사에서는 좌우측 모두 500 Hz에서 2,000 Hz까지 자극소리와 같은 쪽과 반대 쪽 모두 정상청력인 귀에서 보이는 등골근반사역치를 보였다(Table 1, Fig. 2).

증례 3

환자 : 원OO, 남자, 51세

주소 : 청력장애와 이명

현병력 : 근로자 원OO은 1990년 3월 OO중공업(주)에 입사하여 1991년 5월부터 산차사업본부 지계차 조립부에서 근무하여 오다가 1999년 12월 산차사업본부 생산담당 생산 2팀 조립 1직 부서를 끝으로 퇴직한 근로자이다. 1993년부터 청각장애와 1995년부터 이명의 자각증상을 느꼈으나 근무시에 난청과 관련하여 문제제기를 하지 않다가 퇴사후 요양신청을 하였다. 회사에서는 청구인의 근무부서가 소음

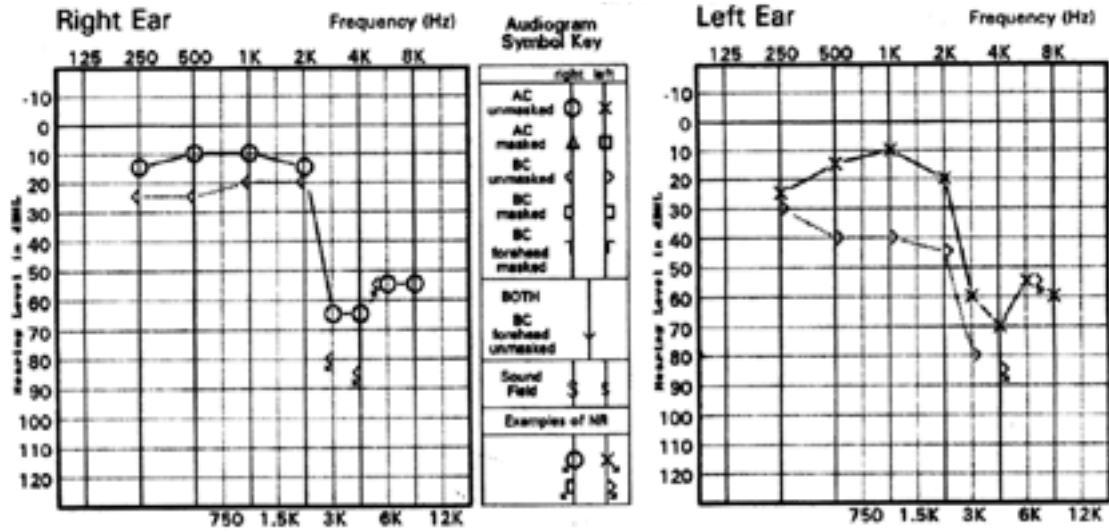


Fig. 2. Pure tone audiometry (case 2).

85 dB(A) 이하이기 때문에 인정할 수 없다고 날인이 부재한 상태에서 요양신청을 하여 근무부서의 소음 노출과 관련하여 본 연구원에서 업무상질병 여부를 조사하게 되었다.

**개인력 및 가족력 :** 근무시에 귀마개는 1995년 이후 부터 착용하였으나 지속적으로 착용하지는 않았다. 과거력상 이질환력, 약물 복용력(항생제 복용 등), 두부외상 등의 특이 병력은 없었다. 1990년 입사 이후로 소음 특수건강진단은 받지 않았으며 다만 부품도장 근무시 유기용제 특수건강진단과 일반 검진 및 종합검진만을 받았다. 일반건강진단의 청력측정 결과를 보면, OO중공업(주)에서 근무한 초기인 1993년 일반건강진단 자료에 의하면 1 kHz 기준으로 우측 40 dB, 좌측 55 dB이었으며 1995년에는 우측 75 dB, 좌측 90 dB로 악화되었으며, 그 이후인 1996년에는 청력측정 역치 결과는 없고 좌우 비정상 으로서만 기록되어 있었다. 1990년 이전의 건강진단 결과는 자료 보관기간이 경과하여 확인할 수 없었다.

**작업환경 및 작업력 :** OO중공업(주)은 산업용 차량(굴삭기, 지게차 등)을 생산하는 사업체이다. 근로자 원OO이 OO중공업에 입사이후 근무한 산차생산부(조립 3직, 부품도장부)는 지게차의 조립 및 부품을 도장하는 부서이다. 산차 생산 2부의 지게차 조립 및 부품도장의 소음에 대한 작업환경은 85 dB(A) 이하로 현재까지 측정하지 않아 작업환경측정자료가

없었다. 원OO이 근무한 산차 생산 2부의 부품 도장 및 지게차 조립 공정에서 본 연구원이 2000년 8월에 측정한 누적소음계에 의한 소음 노출정도는 각각 82.6, 86.3 dB(A) 수준을 보였다. 그러나 지게차 조립공정의 MF라인(오함마를 이용하여 지게차의 베어링을 쳐서 끼우는 작업 또는 타이어 볼팅을 위한 임팩트 작업)의 소음은 충격음으로서 작업강도에 따라 125-135 dB 범위의 충격음으로 측정되었다. 해머의 임팩트 작업은 일 1,600회(근로자 1인당 지게차 10대 생산) 수행하고 있었다. OO중공업 입사 이전의 주요 근무경력을 살펴보면, 1978-1983년까지 OO원자력에서 용접과 배관작업을 하였고, 1984-1990년까지는 OO조선에서 기계설치, 정비작업을 하였다. 용접 업무 종사 근로자에 대해서는 소음 작업 환경 측정이 잘 이루어지지 않고 근로자 원OO의 경우도 노출 소음수준을 알 수 있는 자료가 없었다.

**진찰소견 :** 혈압은 110/70 mmHg, 맥박수는 65 회/분이었고 호흡수는 23회/분이었다. 신경학적 진찰을 포함한 특이한 이상 소견은 관찰되지 않았다.

**검사소견 :** 이 근로자의 난청에 대한 업무상질병의 심의의뢰 후 2000년 4월 본 연구원에서 청력검사 및 중이 검사를 실시하였다. 고막소견은 정상이었으며, 순음청력검사상 감각신경성난청으로서 양측성의 고도 난청(우측, 3분법상 65 dBHL) 및 심도난청(좌측, 3분법상 87 dBHL)이었다. 고막운동성검사에서는 정

상 고막운동의 형태를 보이는 A형이었다(Table 1, Fig. 3).

고 찰

우리나라는 근로기준법에 재해보상의 근거를 만들어 놓고 1963년에 산재보험을 만들어 직업성 사고에 의한 상해나 업무상질병에 대해 요양과 보상을 하고 있다. 업무상 질병 또는 업무상 질병으로 인한 사망에 대한 업무상 재해인정기준은 산업재해보상보험법 시행규칙 제 39조 제1항 관련으로 별표 1에 제시되어 있다. 소음성 난청은 노출 소음수준, 노출기간, 청력손실의 최저기준, 난청의 유형 및 배제 이질환을 인정기준에 제시하고, 난청의 측정방법으로 순음 청력검사의 기도 및 골도청력역치의 차이를 제시하고 있다. 즉, 전형적인 소음성 난청의 특징인 청력장애가 저음역보다 고음역에서 큰 C<sub>5</sub>-dip, 기도청력역치와 골도청력역치의 차이가 각 주파수마다 10 dB 이내인 감각신경성 난청으로 규정하고 있다. 소음 노출력은 연속음으로 85 dB(A) 이상의 소음에 노출되는 작업장으로 정하고 있어, 충격소음에 노출되는 경우의 작업환경 측정에서 노출평가가 이에 미치지 못할 수 있다. 그러나 지속적인 충격소음에 노출되는 경우의 청력에 미치는 영향은 더 크다. 또 중이에 뚜렷한 병변이 있는 경우를 제외하고 있어 소음에

의한 난청이 진행하여 소음 노출전 후의 중이질환과 병합되어 나타날 수 있는 혼합성 난청을 배제하고 있다. 그러나 노출 유해요인에 의해 이환된 의학적으로 인정되는 질환만 아니라 기초질환 또는 기존 질병이 있는 근로자의 경우 그 질환 또는 질병이 자연발생적으로 나타난 증상이 아닌 악화 진행되어 나타났다면 이도 직업성 질환으로서 업무상 질병의 범주에 포함시키고 있다. 또한 근로자의 업무상 질병 또는 업무상 질병으로 인한 사망에 대하여 업무상 재해여부를 결정하는 경우에는 인정기준 외에 당해 근로자의 성별·연령·건강정도 및 체질 등을 참작하여야 한다고 하나 현실적으로는 제시된 인정기준의 잣대로 업무상질병의 인정여부를 판단하고 있다.

근로복지공단의 실무적인 차원에서 요양신청 대상의 여부와 업무상질병의 판단에서 (1) 산업위생학적으로 소음 노출의 위험성이 없다는 판단에서 배제된 경우로 가) 비소음부서로 전출(작업전환)되어 장기간이 지나거나, 나) 작업환경측정 대상작업장인 강렬한 소음이 발생되는 옥내작업장에 해당되지 않아 작업환경측정을 전혀 하지 않거나, 다) 소음에 대한 작업환경측정이 이루어졌다 하더라도 연속음으로 85 dB(A) 이하인 경우에 일차적으로 업무상질병으로서의 소음성 난청의 위험성을 낮게 보는 경우가 많았다. 그리고 (2) 산업의학적으로 소음성 난청의 인정기준에 미치지 못한 경우로 가) 소음에 노출되는 작

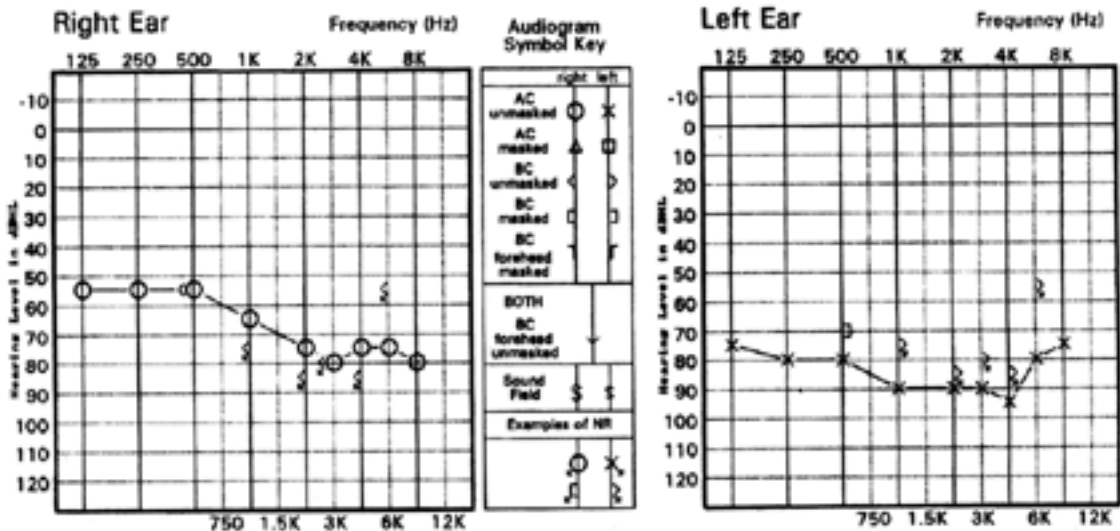


Fig. 3. Pure tone audiometry (case 3).

업장에서 3년 이상 종사하지 못한 경우에서 발생한 소음성 난청, 나) 한 귀의 청력손실이 40 dB 이상이 되는 감각신경성 난청으로서 순음청력검사 결과 기도청력역치와 골도청력역치 사이에 뚜렷한 차이가 없어야 하며, 청력장애가 저음역보다 고음역에서 큰 아주 전형적인 소음성 난청만을 대상으로 하여 비전형적인 소음성 난청인 경우의 업무상질병으로서 관련성을 무시할 수 있다. 실제로 위 세 증례도 요양신청 또는 장애보상을 청구하였으나 부지급 결정되어 재심사 청구 심리중 산업재해보상보험심사위원회의 보완 요구에 따라 본 연구원에 업무상질병 여부를 심의의뢰하였다. 더구나 단면적인 산업위생학적, 산업의학적인 자료만으로 산업장 근로자에서 발생한 돌발성 난청과 과거 병력을 가진 자의 혼합성 난청과 같은 증례는 업무상질병으로서 판단은 매우 어려운 일이지만 또한 중요한 일이라고 할 수 있다.

증례 1은 과거력상 청력에 영향을 줄 수 있는 병력에 대한 정보로는 병역 신체검사에서 만성화농성 중이염으로 5급 제 2국민 역관정을 받은 바 있으며, 청각검사상 중이검사에서 중이의 이상이 있고, 순음청력검사상 air-bone gap이 있으며 기도와 골도의 청력손실이 있는 양측성의 농(우측, 3분법상 103 dBHL) 및 고도난청(좌측, 3분법상 65 dBHL의 평균청력손실)의 혼합성 난청으로 판단되었다.

혼합성 난청은 전음성과 감각신경성 장애가 공존하는 것을 말한다. 일례로 이경화증(otosclerosis)과 같은 전음성 난청으로부터 출발하여 후에 감각신경성 청력장애가 잇달아 나타난 경우라든지 또는 노인성 난청과 같은 감각신경성 청력장애가 있는 자에서 중이염과 같은 전음성 난청이 발생한 경우에서 혼합성 난청의 청력장애 유형을 보인다. 그리고 심한 두부 외상의 경우에는 내이와 중이장애로 인해 전음성 및 감각신경성 청력장애가 동시에 나타날 수 있다. 혼합성 난청은 다음과 같은 특성을 갖는다. 1) 골전도의 감소 및 감각신경성 청력손실과 관련된 외이도 또는 중이의 병리적 소견, 2) 어느 정도의 골전도의 감소는 보이지만 유의할만한 air-bone gap이 있는 정상적인 이과적 소견, 3) 어음 강도의 증가에 따라 향상된 어음명료도를 보이나 정도의 어음명료도의 감소를 보임, 4) 환측 귀로 편위된 음차검사 결과를 보이는 전음성 청력장애가 우세한 편측성의 청력장애를 보인다. 이 경우에는 대개 air-bone gap을 보인다

(Sataloff와 sataloff, 1993).

만성 중이염의 경우 중이 구조물들의 파괴로 인해 기도청력 역치가 증가되어 전음성 난청을 일으키는 경우가 대부분인데 고막의 천공만으로는 보통 20-30 dB 정도의 기도청력 역치의 상승이 있으며 그 이상일 경우는 이소골 연쇄의 이상, 즉 파괴나 고정에 의한 이소골 운동성의 저하를 의심할 수 있다. 만성 중이염이 있을 때 골도청력의 역치가 증가하는 경우가 있는데 임상적으로 이것은 중이염의 이환 기간이나 중이점막의 상태, 진주종의 유무 그리고 이소골의 손상 정도에 따라 정도의 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 이환 기간이 늘어남에 따라 골도청력 역치가 증가하고 진주종이 존재할 때도 영향을 미치게 된다. 이소골의 손상 정도도 중이내의 염증이 오래 지속되었음을 의미하는 지표로서 역시 내이에로의 영향을 반영하므로 골도청력 역치 증가에 변수로서 작용한다. 골도청력 역치 증가의 주된 기전은 정원창 막이 와우 손상을 유발하는 세균 독소들의 통로 역할을 하기 때문으로 생각하고 있는데, 즉 정원창 막의 반투막성이 외임파액과 내임파액의 생화학적 변화를 일으킬 수 있는 독성 물질들의 통로를 제공하여 코르티 기관에 점진적인 파괴를 일으키기 때문이다. 그러나 지속적인 중이강의 염증은 중이 점막의 미세구조를 변화시켜 정원창막의 비후 등을 초래하고 이로 인해 내이로의 독성물질의 확산이 차단되는 효과가 있으므로 다른 요인들도 관여할 것으로 생각되는데 그 외에 관여할 가능성이 있는 요인으로는 만성 염증에 의한 혈류 역학적 변화, 정원창막 두께의 증가로 인한 중이강에서 외임파로의 산소확산 장애에 따른 손상, 나선인대와 기저막의 질량 효과와 강직 인자 등이 있다. 조사에 따라 차이가 있지만 만성 중이염은 10-30 dB의 골도청력 역치의 상승을 유발할 수 있는데 고음역에서 더 심하다. 그러나 병변 측과 반대측을 비교할 때 병변측이 반대측에 비해 10 dB 이하의 증가를 보이는 것이 보통이다.

이 증례의 경우 '소음이 발생하는 장소에서 3년 이상 종사하고 있거나 종사한 경력이 있는 근로자에게 한 귀의 청력손실이 40 dB를 초과하는 감각신경성난청의 증상 또는 소견이 나타나는 경우에는 이를 업무상 질병으로 본다'는 현재의 소음성 난청 업무상질병 인정기준을 적용할 수 없을 것이나, 귀마개를 전혀 착용하지 않고, 작업환경 측정결과상 평균



소음 노출수준이 기준을 초과하고 있고, 기존의 전음성 난청 상태에서 이후 15여년의 소음 노출로 인한 영향 및 추가적인 청력손실이 골도 청력검사상 보이고 있어(골도의 청력역치손실과 C<sub>5</sub>-dip 현상) 개인적인 요인만에 의한 청력장애라고 보기는 어렵다. 혼합성 난청의 청력장애의 주 요인이 전음성 난청인지 또는 감각신경성 난청인지 여부와 예후를 평가하는 검사중에 골도청력역치 외에 어음청력검사(특히 어음명료도)가 있다. 이 증례의 경우 어음청력역치가 우측 105 dBHL, 좌측 55 dBHL, 어음명료도는 우측 30 %(105 dBHL), 좌측 100 %(85 dBHL)의 이는 우측 귀조차도 감각신경성 난청으로서의 장애가 크게 영향을 미쳤다는 점에서 지속적인 소음 노출 결과로 인한 전형적인 소음성 난청 장애라기 보다는 전음성 난청장애에 소음으로 인한 감각신경성 난청이 병합된 양측성의 혼합성 난청으로 판단하였다. 더불어 직업적 요인인 소음으로 인한 장애 정도의 판단은 귀의 장애 등급상의 기도 청력손실치를 적용할 수 없을 것이나, 개인적 요인인 전음성 난청으로서의 중이염은 치료(수술) 후의 청력이 골도 역치까지 접근할 수 있다는 점에서 내이의 영향을 보여주는 골도청력역치로 산정할 수 있지 않을까 한다.

그러나 만성중이염 환자의 37.5 %에서 와우기능의 저하가 나타나고(Bulstein, 1983), 감염에 의한 내이의 독성작용으로 고음역의 청력장애가 발생하는 등(Paparella, 1972)의 특성으로 만성중이염의 자연경과에 의한 청력장애와 만성중이염과 소음의 부가적 영향으로 인한 청력장애의 양상이 구체적으로 어떻게 다른지 역학적 연구가 있어야 할 것이다.

증례 2는 청각검사상 중이검사에서 중이의 이상이 없고, 기도와 골도의 청력손실이 있는 정도의 감각신경성난청(우측, 6분법상 20.8, 좌측 24.2 dBHL의 평균청력손실)으로 청력손실이 40 dB 미만이나, 과거력상 청력에 영향을 줄 수 있는 병력이 없으며, 직장에서의 신체검사 등 건강진단에서 정상이었으며, 귀마개를 전혀 착용하지 않고, 작업환경 측정결과와 업무의 특성상 평균 소음 노출수준이 기준을 초과하였고, 순음청력검사상 air-bone gap이 이명으로 인해 역전되어 있고, 어음청력검사, 이명검사 및 뇌간유발반응검사 결과가 골도순음청력검사상의 결과를 뒷받침하므로 골도 청력역치로서 한귀의 청

력손실이 40 dB 이상인 지속적인 소음 노출로 인한 소음성 난청으로 판단하였다. 이 증례의 경우 '소음이 발생하는 장소에서 3년 이상 종사하고 있거나 종사한 경력이 있는 근로자에게 한 귀의 청력손실이 40 dB을 초과하는 감각신경성 난청의 증상 또는 소견이 나타나는 경우에는 이를 업무상 질병으로 본다'는 현재의 소음성 난청 업무상질병 인정기준과 귀의 장애 등급상의 기도 청력손실치를 적용할 때에는 해당되지 않는다. 그러나 이 경우 이명을 고려한 이명 및 순음청력검사가 이루어지고 어음청력검사와 객관적인 청각학적 검사 결과가 참고되어야 한다.

이명은 순음청력검사에 사용되는 자극음을 구별하는데 어려움을 야기하여 청력평가를 위한 역치측정에 영향을 미친다. 이명을 호소하는 자에 대한 순음청력검사에 펄스음(pulsed tone: 200 ms on/200 ms off)으로 측정시보다 지속음(continuous tone: 1-2 sec)으로 역치 측정시에는 의양성반응이 더 많아 펄스음으로 이명 환자의 역치 측정을 제안하고 있다(Mineau와 Schlauh, 1997). 청각장애 정도는 순음청력검사 또는 어음청력검사상의 청력손실로 결정되는데 이명과 불균형적인 소리의 차폐효과 때문에 때로는 어음 인지를 보다 더 악화시키는 요인으로 작용한다(Corthals 등, 1998). 따라서 소리에 대한 민감도를 고려하여 순음청력검사 청각도에 기초한 장애 평가와 구별하여 평가하는 것이 필요하다. 이명이 있는 경우에 이명 강도에 따라 청력검사상 역치변화가 심하며, 주관적인 역치보다 객관적인 역치(ABR 역치)가 이명 집단에서 더 낮게 관찰되며(Levi와 Chisin, 1987), 주관적인 이명 정도는 청력역치 또는 sensation level(SL)과의 관련성을 보여주지 못하여 청력역치와 일치하는 이명역치를 보이는 경우에는 이명이 심각함을 고려해야 한다(Axelsson과 Sandh, 1985). 검사실에서 청력손실이 있는 경우는 감각신경성 난청에 의해 누가현상이 생겨 낮은 SL이 실제로 큰 소리를 나타내므로 SL로 측정할 경우 정상 청력인 경우가 청력손실이 있는 경우보다 대체로 크게 측정된다. 이러한 해석상의 오류를 보완하고자 Matsuhira 등(1992)은 SL을 개개의 골도청력을 기준으로 하여 환산한 'effective loudness of tinnitus'의 개념을 제시하여 절대적 수치로 나타내고자 하였다.

기도 및 골도청력역치의 역전은 때때로 가능할뿐

더러 측정시 고유의 변이성에 의해 나타날 수 있으며 5-10 dB에 이른다고 한다. 만약 15 dB 이상의 air-bone gap 역전이 나타났다면 그 원인을 조사하여 설명하여야 한다(Barry, 1994). 위 증례는 이명에 의한 주관적인 특히 기도청력역치의 변동성과 높은 이명 강도, 어음청력검사 및 뇌간유발반응검사 등 객관적인 청력검사 결과와 연관지어 골도청력역치를 기준으로 청력장애 정도를 판단하는 것이 보다 타당할 것이다.

이명의 동반증상으로 난청을 가장 많이 보고하고 있으며, 또한 소음성 난청을 가진 환자의 이명 빈도는 상당히 높게 보고되고 있다. McShane 등(1988)은 소음성 난청으로 보상을 청구한 자 중 49.8%, Daniell(1998)은 소음성 난청의 인정된 자 중에 64%의 이명의 유병률을 보였다. 주물공장의 15 dB 이상의 청력역치를 보이는 근로자군에서 2.5배 이상의 이명 유병율을 보여 유의한 청력손실의 위험을 확인하는데 유용하다고 보고 있다(Griest와 Bishop, 1998). Coles(1984)는 이명의 유병률과 청력 손실 사이에는 직접적인 연관성, 즉 청력손실이 다른 주파수에서 증가함에 따라 이명으로 보고된 환자의 비율이 증가함을 보여주고 있다. 이와 같이 이명은 난청과 동반되는 예가 많아 난청과 함께 신체적 장애를 유발할 수 있으며 특히 소음 작업장 근로자에서 향후 발생할 수 있는 신체장애의 경고증상이 될 수 있다. 이명 주파수와 소음성 난청과의 관련성에 대해서 1,000 Hz 이하의 이명 주파수는 소음에 의한 이명에서는 보이지 않으며, 이는 다른 원인에 의한 청력손실의 존재를 나타내며 직업병으로서의 이명으로 고려하지 않아야 한다고 보고하고 있다(Negri와 Schorn, 1991). 전병훈 등(1995)의 연구에서도 고주파 영역의 난청 혹은 C<sub>5</sub>-dip을 보인 경우는 난청주파수와 이명주파수의 일치도가 높게 나타난 반면 다른 난청군에서는 큰 연관성이 없는 것으로 나타났다.

여기 보고한 세 증례와 같은 소음성 난청자의 이명은 고 주파수의 이명을 나타내고 평균역치와 이명 강도가 일치하며, 중등도 이상의 이명 특성을 보인다. Fujitani(1990)는 소음성 난청자의 이명 검사 결과, 구체적인 몇가지 특성을 보고하고 있다. 첫째, 이명이 양측성으로 나타나며, 둘째로 pitch match 검사상 81%에서 4 kHz 이상의 이명 주파수 특성

을 보이고, 평균 이명 주파수는 5500 Hz이었으며 최대청력손실을 보이는 주파수보다 낮은 음조에서 이명 주파수를 보였으며, 셋째로 loudness balance 검사상 86%에서 이명의 강도가 5 dB을 넘지 않았다. 넷째로 이명의 자각적 표현 검사상 의성어로 표현되는 여러 유형의 소음으로 구성되어 있으며, 다섯째로 이명도상 dip 유형(the high-pitched tone obliquely dip type and the dip type)이 80%이었다.

증례 3은 과거력상 청력의 변화 추이를 알 수 있는 결과 자료에 대한 정보가 있으나 병력상 이질환력, 약물 복용력(항생제 복용 등), 두부의상 등의 특이 병력이 없었으며, 과거 20여년 이상 원자력발전소와 OO조선에서의 용접공, OO중공업의 산차생산부에서 지게차 조립업무로 85 dB(A) 내외의 소음에 노출되었으나 충격음으로서 청력에 영향을 미치는 125-135 dB peak의 소음에 8년간 노출되어 근무하였으며, 청각검사상 OO중공업에 입사 초기부터 중등도의 난청 소견을 보이다 이후 난청의 장애가 진행되어 현재 감각신경성난청으로서 양측성의 고도난청(우측, 3분법상 65 dBHL) 및 심도난청(좌측, 87 dBHL)을 보이고 있는 충격음에 상시적 노출로 인한 소음성 난청으로 판단하였다. 소음 노출 수준이 연속음으로 85 dB(A)에 미치지 못한다 하더라도 현행 우리나라의 충격음에 노출되는 경우 1일 작업시간중 노출회수와 노출되는 안되는 최대음압 수준에 비추어 허용기준 이상으로 노출되었음을 알 수 있었으며, 난청의 양상이 전형적인 감각신경성 난청이었다. 이 사례의 경우, 소음 노출 평가는 연속음으로서 측정 평가되기 보다는 충격음으로 측정 평가되고 그 대상 근로자 또한 별도로 건강관리되어야 할 것이다. 따라서 현행 직업성 난청과는 별도로 구분한 급성으로 생기는 재해성 난청으로서의 급성 음향성 청기장해와는 다르게 충격음에 상시 노출되는 경우의 업무상질병으로서 소음성 난청의 판단에 소음 노출력(연속음으로 85 dB(A) 이상)에 대한 검토를 요한다.

사격음과 같은 A형 충격음뿐만 아니라 두 급속이 부딪혀 울림이 강한 50-300 ms의 100-140 dB peak SPL의 B형 충격음 또한 와우의 직접적인 손상을 야기하고, 간헐적인 노출에도 고음역의 감각신경성 난청을 유발한다. 연속음과 충격음에 동시 노출

시 둘 다 100 dB을 넘지 않으면 소음성 난청의 위험을 더 증가시키지 않으나, 둘 또는 어느 하나라도 100 dB을 초과하면 단일 요인에 노출될 때 보다 소음성 난청의 위험성을 더 크게 증가시킨다(Touma, 1992).

사업장의 소음은 동일 작업부서에서도 소음의 측정시기, 측정방법, 측정장소 등에 따라서 다르게 측정되어질 뿐만 아니라 근로자 개인의 작업 당시의 상황 즉, 작업의 강도, 작업의 횟수 및 개인의 숙련도 등에 따라서 개인 노출량이 다르므로 지시소음계를 이용한 환경 소음보다는 개인 소음 노출량을 측정하는 것이 효율적으로 알려져 있다. 그러므로 소음 부서에 근무하는 근로자들의 청력손실 정도를 평가함에 있어서 중요한 요인인 소음 노출량의 측정시 여러 요건을 고려하지 않고 환경 소음을 일률적으로 적용한다면 부서에 따라서는 개인 소음 노출량보다 낮게 평가되어 소음으로 인한 청력손실이 있는 근로자를 간과하기 쉽다. 따라서 비록 환경 소음이 낮게 평가되는 부서라도 개인 소음 측정계를 이용하여 개인 소음 노출량을 측정하거나 충격음의 경우 최대음압수준과 노출회수를 기준으로 소음 특수건강진단 대상자를 선정하거나 또는 소음성 난청의 판정에 이를 고려하여야 한다. 또한 소음 노출량의 평가시 연속음과 달리 단속음의 경우에는 음의 성질을 고려하여 소음 노출량을 평가하여야 할 것이다. 단조 해머 작업자에 대한 8년간의 추적관찰 연구를 한 Kamal 등(1989)의 연구에서 6 kHz 영역에서 영구적인 최대 청력손실을 보였으며, 0.25-1 kHz역에서도 고려할만한 역치 증가를 나타내었다. 또한 이명도 청력손실의 정도와 유의하게 관련이 있었다. 그들의 소음 노출수준은 지속적인 배경 소음수준으로 90-94 dB(A)이었으나 불연속적인 충격음의 수준은 분당 20-50회의 112-139 dB(A) 수준이었다.

위 세 증례는 소음에 노출된 직업력이 인정되고, 이로 인해 청력장애가 발생하거나 기존의 이질환에 의한 청력이 더 악화 진행되었다고 볼 수 있어 직업적 소음 노출에 의한 난청으로 판단된다. 다만 노출 소음(연속음으로 85 dB(A) 이상의 소음), 난청 유형(감각신경성 난청) 등의 소음성 난청 업무상재해 인정기준의 엄격한 적용에 따라 위와 같은 업무상질병으로서 비전형적인 난청은 불인정될 수 있다. 따라서 근로자의 과거병력, 노출 소음과 소음으로 인

한 청력장애의 특성 등 제반 사항을 고려하여 업무상 질병으로서 판단할 수 있는 소음성 난청의 업무상재해 인정기준 적용의 재검토가 필요할 것으로 사료된다.

### 요 약

목적 : 이명과 청력장애를 주소로 내원한 3명에 대하여 객관적이고 체계화된 진단방법을 통하여 소음성 난청을 진단하고자 시행하였다.

방법 : 과거병력, 가족력 등의 문진과 직력, 작업환경측정 등 산업위생학적 조사와 신경학적 진찰, 이경검사, 순음과 어음청력검사, 이음향방사검사 및 청신경유발전위검사 등의 제반 의학적 검사를 시행하여 업무상질병으로서 비전형적인 소음성 난청을 진단하고자 하였다.

결과 : 근로자 3명에 대하여, 직력, 작업환경조사, 신경학적 진찰, 이경검사, 순음과 어음청력검사, 이음향방사검사 및 청신경유발전위검사 등의 제반 의학적 검사를 시행하여 연속음으로 85 dB(A) 미만이나 일 1,600회의 135 dB의 강한 충격음에 간헐적이나 지속적으로 노출된 근로자의 난청, 기저질환으로 중이염을 가지고 있던 근로자에서 소음으로 인해 청력장애가 병합되어 나타난 혼합성 난청 및 이명으로 인해 기도와 골도청력검사 결과 청력역치 사이에 뚜렷한 차이를 보이는 업무상질병 인정기준상의 비전형적인 소음성 난청으로서 난청장애를 진단할 수 있었다.

결론 : 작업환경상의 충격음의 노출, 혼합성 난청자의 소음 노출과 소음에 의한 청력 영향 및 청력손실과 이명 동반에 따른 소음성 난청으로서의 업무상질병 기준의 적용에 검토가 필요할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

김규상, 김진숙, 박기현. 강력한 소음의 노출로 인해 발생한 것으로 추정되는 돌발성 난청 2례. 대한산업의학회지 1998;10(4):618-626.  
노동부. 업무상질병 또는 업무상질병으로 인한 사망에 대한 업무상 재해인정기준(산업재해보상보험법시행규칙, 별표 1): 소음성 난청, 1999.  
전병훈, 문인희, 박재영. 이명에 대한 임상 및 청각학적 연구. 한이인지 1995;38(8):1172-1182.

- Axelsson A, Sandh A. Tinnitus in noise-induced hearing loss. *Br J Audiol* 1985;19(4):271-276.
- Barry SJ. Can bone conduction thresholds really be poorer than air? *AJA* 1994;3(3):21-22.
- Bulstein GM. Audiologicheskaja karakteristika khronicheskikh gnoinykh srednikh otitov. *Vsetn Otolarinolaring* 1983;25:64-72.
- Coles RRA. Epidemiology of tinnitus: demographic and clinical features. *J Laryngol Otol* 1984;9:195-203.
- Corthals P, Vinck B, De Vel E, Van Cauwenberge P. Masking effects and tinnitus as explanatory variables in hearing disability. *Scand Audiol* 1998;27:31-36.
- Daniell WE. Occupational hearing loss in Washington State, 1984-1991: II. Morbidity and associated costs. *Am J Indust Med* 1998;33:529-536.
- Fujitani S. Clinical study of noise-induced deafness. Part 12: Results of tests on cases of tinnitus and evaluation. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 1990;93:543-553.
- Griest SE, Bishop PM. Tinnitus as an early indicator of permanent hearing loss. A 15 year longitudinal study of noise exposed workers. *AAOHN J* 1998;46:325-329.
- Kamal AA, Mikael RA, Faris R. Follow-up of hearing thresholds among forge hammering workers. *Am J Ind Med* 1989;16:645-658.
- Levi H, Chisin R. Can tinnitus mask hearing? A comparison between subjective audiometric and objective electrophysiological thresholds in patients with tinnitus. *Audiology* 1987;26:153-157.
- Matsuhira T, Yamashita K, Yasuda M. Estimation of the loudness of tinnitus from matching test. *Br J Audiol* 1992;26:387-395.
- McShane DP, Hyde ML, Alberti PW. Tinnitus prevalence in industrial hearing loss compensation claimants. *Clin Otolaryngol* 1988;13:323-330.
- Mineau SM, Schlauh RS. Threshold measurement for patients with tinnitus: pused or continuous tones. *Am J Aud* 1997;6:52-56.
- Negri B, Schorn K. Noise-induced hearing loss and tinnitus. *HNO* 1991;39:192-194.
- Paparella MM. Pathology of sensorineural hearing loss in otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1972;81:632-647.
- Sataloff RT, Sataloff J. Occupational hearing loss. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc., 1993.
- Touma JB. Controversies in noise-induced hearing loss. *Am Occup Hyg* 1992;36(2):199-209.