

이명특성과 순음 및 어음 청력역치와의 관련성 - 일개병원 소음성 난청 보상자들을 대상으로 -

울산대학교 의과대학 울산대학교병원 직업환경의학과
울산대학교 의과대학 울산대학교병원 산업환경보건센터¹⁾
성균관대학교 의과대학 삼성창원병원 직업환경의학과²⁾

김남정¹⁾ · 박형욱²⁾ · 심창선 · 이충렬 · 권영주¹⁾ · 이지호

— Abstract —

The Characteristics of Tinnitus and Hearing Threshold - In Workers with Noise Induced Hearing Loss from a Hospital Setting -

Nam-Jeong Kim¹⁾, Hyoung-Ouk Park²⁾, Chang-Sun Sim, Choong-Ryeol Lee,
Young-Joo Kwon¹⁾, Ji-Ho Lee

*Department of Occupational & Environmental Medicine, Ulsan University Hospital,
College of Medicine, University of Ulsan,
Center for Occupational & Environmental Medicine, Ulsan University Hospital,
College of Medicine, University of Ulsan¹⁾,
Department of Occupational & Environmental Medicine, Samsung Changwon Hospital,
College of Medicine, Sungkyunkwan University²⁾*

Objectives: This study was carried out to define the relationship between the characteristics of tinnitus and hearing threshold (puretone and speech) in workers with noise induced hearing loss (NIHL).

Methods: A total of 189 cases(378 ears) from workers with compensation claims for NIHL during 2004-2009 were investigated. Various factors, including age, work carriers, body mass index (BMI), blood pressure, noise exposure level of worksite hearing threshold, speech discrimination score, pitch match, and loudness of tinnitus were analyzed.

Results: The average hearing threshold of all subject was 44.2 dBHL, puretone audiometry thresholds in subjects with tinnitus were lower than the non-tinnitus group (except at 8000 Hz). Using speech audiometry, the tinnitus group showed a lower speech recognition threshold and speech discrimination score. The tinnitus group also had an average tinnitus frequency of 4195.2 Hz, loudness of 73.6 dB, and tinnitus sensation average of 6.0 dBSL. These frequencies of tinnitus were in the lowest puretone audiometry frequencies. Tinnitus loudness had a strong relationship with puretone and speech audiometry thresholds.

Conclusions: In cases beyond moderate hearing loss, the tinnitus group had a better puretone (except 8000 Hz) and speech hearing status, and most comfortable loudness (MCL) level. In addition, puretone and speech audiometry thresholds increase with tinnitus loudness.

Key words: Tinnitus, Noise induced hearing loss, Worker's compensation

서 론

소음에 의한 건강상의 영향은 일상생활에서 이명, 수면장애, 대화장애, 불쾌감 등으로 나타나는데 그 중 이명은 청력손실과 연관되어 흔하게 발생한다¹⁾. 소음성난청(Noise Induce Hearing Loss, NIHL)은 우리나라 뿐 아니라 전 세계적으로 직업과 관련된 가장 흔한 직업관련성 질환이다²⁾. 실제 우리나라에서도 1991년 이후로 꾸준히 증가해 2010년 노동부의 보고에 따르면 전체 직업병 유소견자 중 93.0%가 소음성난청 유소견자(D1)로 나타났으며³⁾, 청력저하가 있는 산업체 근로자의 경우 업무 배치에 제한을 받거나 고용에서 제외되는 등의 경제적인 불이익을 받게 되는 경우도 많다⁴⁾.

이명(Tinnitus)이란 뚜렷한 외부 자극 없이 소리가 인지되는 현상이며 산업의 발달과 더불어 환경소음의 증가, 약물복용, 고령화뿐만 아니라 최근엔 휴대폰, MP3의 사용증가 등으로 이명근로자는 점차 증가하는 추세에 있다. 이명의 역학적 연구는 대상자에 따라 그 결과가 다양하지만 미국의 경우 3,500~5,000만 명이 이명을 호소하고 이중 1,200만 명은 전문가의 견해를 구하는 것으로 보고되고 있다. 이명은 고령일수록 유병률이 증가하여 65~74세의 남자 10~12%가 이명을 경험하고 청력장애가 있는 경우에는 75~80%에 이른다⁵⁾. 소음에 노출된 대상자들의 영구적인 소음성 이명(Noise induced permanent tinnitus)의 유병률은 금속 산업의 4.6%에서부터 보상청구 의뢰자의 51.3%까지 그 범위가 다양하다⁶⁾.

이명은 우울, 불안, 수면장애 등의 어려움을 초래하기도 하고 나아가 일상적인 생활뿐만 아니라 작업 중의 재해와 능률에도 큰 영향을 미치게 된다. 소음성 난청 및 소음 관련성 이명을 예방하기 위해서는 소음원의 제거, 격리, 흡음, 차음 등 공학적 관리가 가장 근본적인 조치 방안이지만 비용적인 부담과 기술적인 어려움으로 작업공정개선의 현실적인 접근은 쉽지 않은 상태이다. 따라서 소음측정, 청력검사 및 이학적 판정을 바탕으로 한 청력보호구 착용과 근로자에 대한 보건교육 및 훈련 등의 소음노출작업자 관리가 작업장의 공학적 관리보다 우리나라 실정에 보다 적합한 방법으로 받아들여지고 있다¹⁾. 1963년부터 산재보상보험법에서는 난청이 있고, 이명이 있는 경우 12급을 인정하고 있지만 이명은 타각적인 검사에 의한 증명이 어려워 실제로 보상에는 기여하지 못하고 있는 실정이다^{7,8)}.

소음성 난청자의 이명 특성은 고주파수의 이명을 나타내고 평균역치와 이명강도가 일치하며 중등도 이상의 난청 특성을 보이므로⁹⁾, 소음에 의한 와우의 손상에 대한 조기증상으로서의 이명을 고려할 수 있다¹⁰⁾. 그러나 난청이 이미 상당히 진행된 근로자의 경우 예상되는 결과에

대한 연구는 아직 미비하며 더욱이 소음성 난청자들을 대상으로 순음청력역치와 어음명료도, 그리고 이명의 특성(이명 주파수, 이명의 크기 및 이명의 감각적 크기)과의 관련성에 대해서는 국내에서 발표된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 소음성 난청 유소견자(D1)로 직업병 판정을 받고 장애보상청구를 하기 위해 내원한 근로자들을 대상으로 첫째, 이명유무에 따른 대상자들 간 차이를 비교하고 둘째, 이명의 특성(이명주파수 및 이명의 크기)과 순음청력 및 어음청력검사 결과와의 관련성을 분석함으로써, 소음노출근로자의 이명으로 인한 의사소통의 방해정도를 파악하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2004~2009년 6년 동안 청각장애보상을 목적으로 일개 병원에 내원한 근로자 232(464귀)명 중 귀 질환의 과거력이 있거나 검사 간 신뢰성이 없는 대상을 제외하고 이명을 호소한 114명(228귀)과 이명을 호소하지 않은 75명(150귀)을 포함하여 총 189명(378귀)을 최종연구대상으로 하였다. 검사 대상 근로자들에 대해 연령, 작업경력, 체질량지수(BMI), 혈압, 소음노출수준 등의 일반적인 사항을 수집하고, 각 주파수별 순음청력검사, 어음청력검사, 어음명료도(Speech Discrimination Score, SDS), 이명주파수(Pitch match), 이명의 크기(Loudness) 및 이명의 감각적 수준(Sensation Level) 등의 청각학적인 내용을 측정하였다.

2. 연구 방법

1) 순음청력검사

순음청력검사는 ANSI Standard S12.2-1995기준에 적합한 방음실에서 매년 음향 보정된 순음 청력검사기(AC40, Interacoustics Audiometer, Denmark)와 Headphone(TDH 39P)을 사용하였고 산업안전보건연구원에서 실시하는 청각정도관리 교육 및 보수교육을 이수한 숙련된 검사자에 의해 실시되었다.

검사방법은 청력이 좋은 쪽을 먼저 측정하고, 양측청력이 동일하거나 청력검사를 처음 받는 경우 우측을 먼저 측정하였다. 주파수는 1000 Hz에서 시작하여 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz, 1000 Hz, 500 Hz, 250 Hz순으로 검사하였다. 청력역치 측정은 30 dB에서 시작하여 반응이 있으면 10 dB를 내리고 반응이 없으면 5 dB을 올려 측정하는 수정상승법으로 검사하였고 보통 3회 시행하여 2회 반응하면 역치로 간주하였

다. 자극음은 1~2초 동안 주었고 자극간격은 불규칙적으로 시행하였다.

2) 어음청력검사

어음청력검사는 자극하는 소리의 강도를 일정하게 만들기 위해 검사하기 전에 음량계기를 조절하여 최고점이 0 dB VU가 되도록 조정하였다. 검사순서는 순음청력 검사결과에서 청력이 좋은 쪽을 먼저 검사하였다. 어음청취역치(Speech Recognition Threshold, SRT) 검사의 어음은 일상생활에서 많이 사용하는 쉬운 낱말 중에서 2음절로서 양 음절의 음압이 동일한 양양격 단어를 선택하여 검사자가 육성으로 시행하였다. 먼저 환자가 검사용 어음에 친숙해질 수 있도록 순음청력검사 역치에서 30 dB을 더한 강도에서 시작하여 역치에 근접할 때까지 10 dB 내리고 피검자가 2~3단어를 성공적으로 인지한다면 5 dB 단위로 강도를 낮추어 최소 50%를 정확하게 대답하는 음의 강도를 역치로 간주하였다. 그런 다음 음을 가장 편하게 들을 수 있는 음의 강도를 찾아 쾌적역치(Most Comfortable Loudness Level, MCL)를 구하고 50개의 일음절의 단어를 제시하여 어음명료도(Speech Discrimination Score, SDS)를 %로 구하였다. 어음청취역치와 어음명료도에 이용된 일음절과 일음절 어표는 1962년 함태영에 의해 제작된 어음청력 검사지를 이용하였다.

3) 이명검사

이명을 주로 느끼는 동측 귀에 이명주파수(Tinnitus pitch matching)검사를 시행하였다. 검사방법은 이명이 발생한 귀에 순음(pure tone) 및 협대역 잡음(narrow band noise)을 2~3초간 들려주고 125~12000 Hz의 순음을 번갈아 들려주어 이명음의 높이에 가장 유사한 주파수를 찾았다. 그런 다음 자극음의 크기를 변화시키면서 크기를 2 dB씩 상승 하강을 반복하면서 이명음의 크기를 찾고 검사음의 크기가 동일하다고 느끼는 자극음의 강도(SL)를 구하였다.

4) 소음 노출 수준의 평가

소음측정은 작업환경측정 실시규정(노동부고시 제 2007-45호, 07.11.29)에 의하여 소음노출량 측정기기인 누적소음측정기(Noise dose meter: AMTETEK MK-3, Vano Dosebadge Personal Noise Dosimeter CR100A, CIRRUS, The edge Noise Dosimeter, QUEST)를 이용하였고 각 해당하는 소음보정기(Sound level calibrator: Calibrator AC-94 또는 Calibrator 42862, 42863 또는 ACOUSTIC CALIBRATOR QIH010057)를 이용하여 보정하여 각 공정

별 소음을 측정하였으며, 근로자 개인의 노출량을 측정하기 위해 근로자의 귀 부근(30 Cm 이내)에 마이크로폰(microphone) 또는 소음량 측정계(dose badge)을 설치하여 일중 노출량을 측정하였다.

5) 자료 분석방법

자료의 분석방법은 이명유무에 따른 연구 대상자들의 사회·인구학적 및 청력 검사결과를 t-test를 이용하여 비교하였으며, 이명주파수별 순음 및 어음검사결과와 평균은 분산분석(ANOVA)을 실시하여 비교하였다. 근무경력, 나이, 소음노출수준을 통제한 상태에서 이명의 크기와 순음 및 어음검사결과와의 관련성을 확인하기 위해 편상관분석을 하였다. 순음청력검사(3분법, 고주파수 평균) 및 어음청력검사(어음역치, 쾌적역치, 어음명료도) 결과에 대한 나이, 근무경력, 소음수준, 이명강도 및 이명의 감각적 크기 등의 영향을 파악하기 위해 부분 최소자승 회귀분석법(Partial Least Squares Regression Analysis, PLS)을 이용하였다. 모든 자료 분석은 SPSS ver. 19를 사용하였고 유의수준은 0.05로 하였다.

결 과

1. 대상자들의 일반적 특성

대상자들은 40세에서 60세의 남성들로, 일반적 특성은 Table 1과 같다. 이명이 있는 군은 60.3%이고, 이명이 없는 군은 39.7%였다. 이명이 있는 군과 없는 군의 나이는 각각 57.2세, 57.1세, BMI는 각각 26.4, 27.4, 근무경력 26.9년, 25.3년, 작업환경측정 결과는 각각 87.9 dBA, 88.1 dBA로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이명이 있는 군의 순음청력검사 주파수별 청력역치는 8000 Hz를 제외한 모든 주파수에서 이명이 있는 군의 청력 역치가 없는 군에 비해 낮은 것으로 나타났다. 이명이 있는 군과 없는 군에서 순음청력검사 3분법(500+1000+2000 Hz/3, PTA512)으로 구한 평균 청력은 각각 43.2, 45.8 dBHL이고, 고주파수 평균(3000+4000+6000 Hz/3, PTA346)은 각각 71.4, 72.4 dBHL로 나왔고, 어음청력역치(SRT)는 각각 45.7, 47.1 dBHL, 쾌적역치(MCL)는 각각 77.5, 75.4 dBHL이고, 어음명료도(SDS)는 각각 71.1%, 74.3%로 나타나 이명이 있는 군이 없는 군에 비해 쾌적역치는 더 높았고 어음명료도는 오히려 떨어졌다. 이명이 있는 군의 평균 이명주파수는 4195.2 Hz, 강도는 73.6 dB이고, 이명의 감각적 크기(SL)는 평균 6.0 dBSL이었다.

이명의 주파수 분포는 250 Hz에서 2귀(0.9%), 500 Hz에서 3귀(1.4%), 1000 Hz에서 11귀(5.1%),

Table 1. General characteristics of subjects

| Variables | Mean(SD) | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------|
| | Tinnitus(+) n= 228 | Tinnitus(-) n= 150 | Total n=378 | p value* |
| Age (years) | 57.2(2.9) | 57.1(2.6) | 57.1(2.8) | 0.110 |
| Body mass index (Kg/m ²) | 26.4(16.2) | 27.4(18.3) | 26.8(17.0) | 0.304 |
| Career (years) | 26.9(5.7) | 25.3(4.7) | 26.3(5.3) | 0.828 |
| Noise level (dBA) | 87.9(3.3) | 88.1(4.4) | 88.0(3.8) | 0.598 |
| Systolic blood pressure (mmHg) | 128.8(13.7) | 129.5(15.5) | 129.1(14.4) | 0.626 |
| Diastolic blood pressure (mmHg) | 80.6(9.2) | 81.5(10.3) | 81.0(9.6) | 0.381 |
| Puretone Audiometric Threshold (dB) | | | | |
| 250 Hz | 31.8(14.3) | 37.9(21.0) | 34.2(17.5) | 0.002 |
| 500 Hz | 33.6(13.9) | 38.0(20.8) | 35.3(17.1) | 0.023 |
| 1000 Hz | 40.6(14.3) | 42.6(18.7) | 41.4(16.2) | 0.268 |
| 2000 Hz | 55.5(14.0) | 57.5(18.7) | 56.3(16.1) | 0.261 |
| 3000 Hz | 66.5(12.7) | 67.5(16.2) | 66.9(14.2) | 0.559 |
| 4000 Hz | 71.3(12.2) | 72.6(16.4) | 71.8(14.0) | 0.426 |
| 6000 Hz | 76.8(14.2) | 77.1(15.8) | 76.9(14.9) | 0.849 |
| 8000 Hz | 77.4(14.8) | 77.1(15.1) | 77.3(14.9) | 0.782 |
| PTA 512 | 43.2(12.1) | 45.8(17.6) | 44.2(14.6) | 0.119 |
| PTA 346 | 71.4(12.0) | 72.4(15.1) | 71.8(13.3) | 0.522 |
| Speech Audiometric Threshold | | | | |
| Speech Reception Threshold (dB) | 45.7(12.9) | 47.1(17.1) | 46.2(14.7) | 0.415 |
| Most Comfortable Level (dB) | 77.5(12.7) | 75.4(11.3) | 76.7(12.2) | 0.113 |
| Speech Discrimination Score (%) | 71.1(16.5) | 74.3(14.4) | 72.3(15.8) | 0.003 |
| Tinnitus pitch (Hz) | 4195.2(1659.9) | - | 4195.2(1659.9) | - |
| Tinnitus loudness (dB) | 73.6(17.5) | - | 73.6(17.5) | - |
| Tinnitus sensation level (dB) | 6.0(5.1) | - | 6.0(5.1) | - |

Abbreviation: SD, standard deviation; PTA 512, average of dBHL for (500+1000+2000 Hz)/3; PTA 346, average of dBHL for (3000+4000+6000 Hz)/3.

*p-value was calculated by t-test between tinnitus(+) and tinnitus(-) group.

2000 Hz에서 12귀(5.6%), 3000 Hz에서 48귀(22.4%), 4000 Hz에서 69귀(32.2%), 6000 Hz에서 62귀(29.0%), 8000 Hz에서 7귀(3.3%)였고, 이명 호소 별 부위는 양측이 80.7%, 우측이 15.8%, 좌측이 2.6%, 잘 모른다가 0.9%였다.

2. 이명의 주파수별 특성

이명을 호소한 210귀를 대상으로 실제 귀에서 들리는 이명주파수에 따라 특성을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 이명주파수별로 연령, 근무경력, 소음수준, 수축기 및 확장기 혈압 등의 차이는 없었다. 순음 청력역치는 4000 Hz, 6000 Hz 및 고주파수 평균에서 이명주파수 군별로 의미있는 통계학적 차이가 있었으며, 사후분석 결과 이명주파수 4000 Hz 군의 청력역치가 다른 군에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 어음청력 검사결과에서는 유의한 차이를 보인 항목을 관찰할 수 없었다.

이명주파수별로 이명의 크기는 저주파수에서 고주파수로 갈수록 높아지는 경향을 보이며 6000 Hz에서 83.1 dB로 최고치를 보이고 8000 Hz에서 감소하는 양

상이었다. 이명의 평균크기는 1000 Hz 이하에 비해 2000 Hz 이상에서 통계적으로 유의하게 높았다. 이명의 감각적 크기는 250 Hz에서 12.5 dBSL이고 500 Hz에서는 19.3 dBSL으로 다른 주파수 영역(1000~8000 Hz)의 3.9~6.6 dBSL에 비해 통계적으로 유의하게 높았다(Fig.1).

3. 이명 주파수별 이명의 크기와 순음 및 어음검 사결과와의 편상관분석

근무경력, 나이, 소음수준을 통제한 상태에서 이명 주파수별로 이명의 크기와 순음청력역치와의 편상관분석 결과는 Table 3과 같다. 이명주파수 2000 Hz이하일 경우는 순음청력검사의 250~6000 Hz에 걸쳐 유의한 관련성이 있었고, 이명주파수 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz에서는 순음청력검사의 2000~8000 Hz까지 역치와 유의한 관련성이 있었다. 어음청력역치의 경우는 2000 Hz와 4000 Hz의 역치와 유의한 관련성이 있었고, 쾌적역치는 2000 Hz의 역치수준과 유의한 관련성이 있었다.

Table 2. Comparison of characteristics among groups classified by tinnitus frequency

| Variables | Mean(SD) | | | | p value* |
|-------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------|----------|
| | ~ 2000 Hz n= 24 | 3000 Hz n= 1480 | 4000 Hz n=69 | 6000 Hz ~ n=69 | |
| Age(years) | 58.0(2.5) | 57.1(2.3) | 57.1(2.9) | 57.3(2.9) | 0.522 |
| Career(years) | 27.4(2.8) | 27.1(6.6) | 25.9(6.6) | 27.5(5.2) | 0.384 |
| Noise level(dBA) | 87.1(3.5) | 87.6(3.0) | 87.6(3.0) | 88.3(3.9) | 0.414 |
| SBP(mmHg) | 127.8(11.3) | 128.8(15.5) | 126.3(15.0) | 131.1(11.4) | 0.234 |
| DBP(mmHg) | 79.4(7.8) | 81.1(10.8) | 78.8(9.4) | 82.7(7.6) | 0.073 |
| Puretone Audiometry(dB) | | | | | |
| 250 Hz | 30.0(21.8) | 30.3(11.6) | 32.1(12.6) | 32.7(11.9) | 0.717 |
| 500 Hz | 33.9(17.5) | 34.2(14.4) | 32.4(12.3) | 33.0(12.3) | 0.899 |
| 1000 Hz | 45.0(16.6) | 38.3(13.3) | 39.4(13.5) | 40.3(13.0) | 0.264 |
| 2000 Hz | 60.6(16.5) | 52.7(10.8) | 55.2(13.5) | 56.2(14.0) | 0.131 |
| 3000 Hz | 67.7(13.8) | 63.5(10.8) | 69.1(14.4) | 66.0(10.7) | 0.111 |
| 4000 Hz [†] | 71.6(14.5) | 66.9(11.0) | 74.7(13.6) | 70.8(10.3) | <0.001 |
| 6000 Hz [†] | 75.2(17.3) | 71.6(10.9) | 80.7(16.2) | 77.2(12.5) | 0.009 |
| 8000 Hz | 76.3(14.3) | 73.4(13.9) | 80.9(16.9) | 76.8(14.1) | 0.079 |
| PTA 512 | 46.5(14.2) | 41.7(10.8) | 42.4(11.5) | 43.2(11.1) | 0.400 |
| PTA 346 [†] | 71.5(14.3) | 66.8(9.0) | 74.8(13.8) | 71.2(10.2) | 0.006 |
| Speech Audiometry | | | | | |
| SRT(dB) | 49.2(14.8) | 44.5(10.7) | 44.5(12.9) | 46.6(13.7) | 0.388 |
| MCL(dB) | 79.6(10.4) | 76.9(12.2) | 75.5(13.0) | 78.1(13.3) | 0.470 |
| SDS(%) | 71.2(16.9) | 70.3(18.1) | 70.9(14.1) | 68.9(17.2) | 0.886 |

Abbreviation: SD, standard deviation; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; PTA512, average of dBHL for (500+1000+2000 Hz)/3; PTA346, average of dBHL for (3000+4000+6000 Hz)/3; SRT, speech reception threshold; MCL, maximum comfortable level; SDS, speech discrimination score (%).

*p<0.05, tested by ANOVA.

[†]p<0.05, post hoc(Duncan), hearing threshold of tinnitus pitch 4000 Hz group was significantly higher than other groups. at 4000 Hz, 6000 Hz, and PTA 346 in PTA.

Table 3. Partial correlation coefficient between tinnitus loudness and thresholds of puretone and speech audiometry on each tinnitus frequency

| Tinnitus frequency | Puretone Audiometry(dB) | | | | | | | | Speech Audiometry | | |
|--------------------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|--------|--------|
| | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 3000 Hz | 4000 Hz | 6000 Hz | 8000 Hz | SRT | MCL | SDS |
| 2000 Hz | 0.662* | 0.582* | 0.710* | 0.748* | 0.680* | 0.657* | 0.570* | 0.272 | 0.685* | 0.558* | -0.104 |
| 3000 Hz | 0.068 | 0.085 | 0.069 | 0.499* | 0.616* | 0.638* | 0.394* | 0.420* | 0.142 | 0.262 | -0.084 |
| 4000 Hz | 0.187 | 0.177 | 0.249 | 0.283* | 0.519* | 0.647* | 0.657* | 0.532* | 0.329* | 0.256 | -0.024 |
| 6000 Hz | 0.173 | 0.103 | 0.172 | 0.375* | 0.506* | 0.627* | 0.755* | 0.706* | 0.112 | 0.217 | -0.168 |

* p<0.05.

Abbreviation: SRT, speech reception threshold(dB); MCL, maximum comfortable level(dB); SDS, speech discrimination score(%).

4. 순음 및 어음청력 검사결과에 영향을 미치는 요인

청력검사결과에 영향을 미치는 정도를 파악하기 위해 부분 최소자승 회귀분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다. 순음청력 검사결과인 3분법(PTA512) 평균역치에 대해서는 근무경력 및 이명의 크기와 양의 상관관계가 있고, 연령, 소음수준, 이명의 감각적 크기가 음의상관이 있었다. 고주파수 평균(PTA346)에 대해서는 연령, 근무경력, 이

명의 크기가 양의 상관, 소음수준, 이명의 감각적 크기는 음의 상관관계가 있었다. 어음청력 검사결과인 어음청취역치에 대해서는 근무경력, 이명의 크기, 이명의 감각적 크기가 양의 상관, 연령, 소음수준은 음의 상관관계가 있었으며, 쾌적역치에 대해서는 분석에 포함된 모든 변수가 양의 상관관계가 있었다. 어음명료도에 대해서는 연령과 이명의 감각적 크기는 양의 상관관계가 있었고, 근무경력, 소음수준, 이명의 크기는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 설명변수의 중요도(VIP)는 이명의 크기가 2.072로 가장 중요

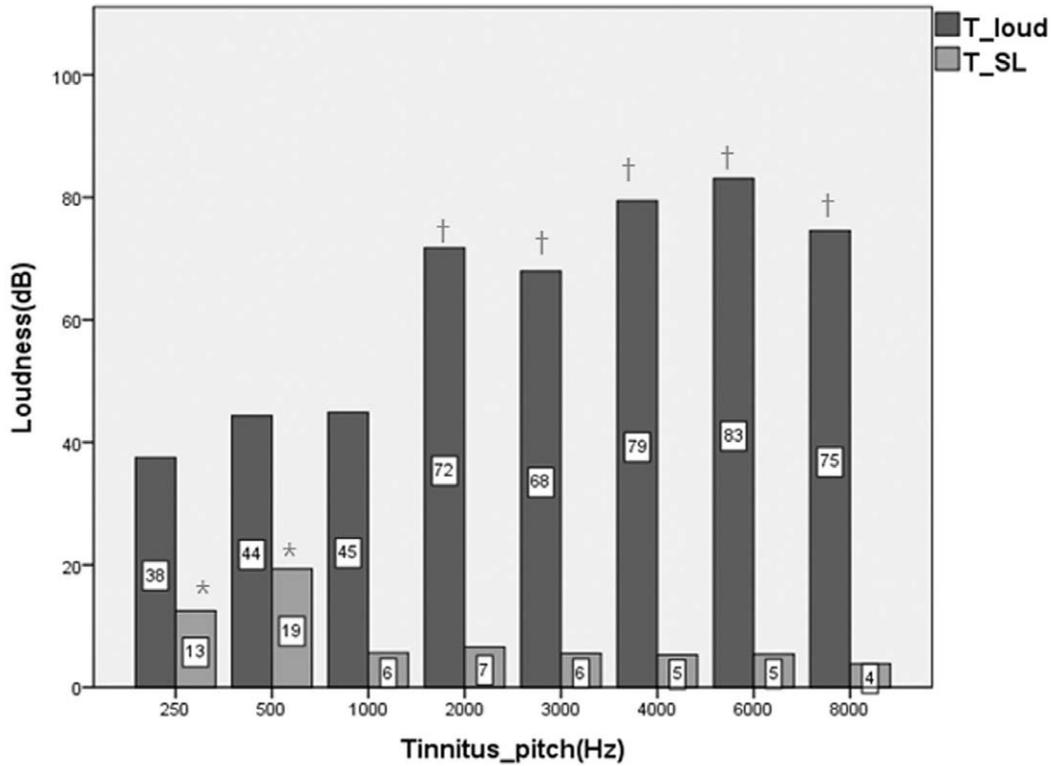


Fig. 1. Tinnitus loudness and sensation levels according to tinnitus pitch. Numbers in bar chart: mean values of the tinnitus loudness and sensation levels. Abbreviation: T_loud, tinnitus loudness; T_SL, tinnitus sensation levels.

*p<0.05, according to post hoc(Duncan), sensation levels of tinnitus in 250 and 500 Hz were higher than the level over 1000 Hz.
 †p<0.05, according to post hoc(Duncan), level of tinnitus loudness over 2000 Hz were higher than the level below 1000 Hz.

Table 4. Results of regression coefficients from partial least square regression analysis for tinnitus patients

| Independent variables | Dependent variables | | | | | VIP |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|-------|--------|-------|
| | PTA512 | PTA346 | SRT | MCL | SDS | |
| Age(years) | -0.313 | 0.046 | -0.122 | 0.781 | 0.861 | 0.447 |
| Career(years) | 0.296 | 0.125 | 0.077 | 0.055 | -0.589 | 0.570 |
| Noise level(dBA) | -0.302 | -0.397 | -0.044 | 0.080 | -0.049 | 0.319 |
| Tinnitus Loudness(dB) | 0.262 | 0.547 | 0.255 | 0.195 | -0.464 | 2.072 |
| Tinnitus sensation level(dB) | -0.094 | -0.212 | 0.028 | 0.130 | 0.062 | 0.299 |

Abbreviation: PTA512, average of dBHL for (500+1000+2000 Hz)/3; PTA346, average of dBHL for (3000+4000+6000 Hz)/3; SRT, speech reception threshold(dB); MCL, maximum comfortable level(dB); SDS, speech discrimination score(%); VIP, variance importance in the projection.

Model R²=0.236.

한 의미를 지니며 근무경력, 연령, 소음수준, 이명의 감각적 크기순으로 관찰되었다. 각 변수의 영향력의 분석결과를 도식화 한 것이 Fig. 2에 나타나있다. 이명의 크기가 가장 큰 가중치를 가지며 이 값이 증가할수록 3분법 평균, 고주파수 평균, 어음청취역치, 쾌적역치가 증가하지만 어음명료도는 저하하는 양상을 나타내었다.

고 찰

이명은 난청, 현기증과 더불어 중요한 청각 증상의 하

나로서 외부로부터 청각적인 자극 없이 소리가 들리는 느낌을 갖는 상태를 말한다. 이는 ‘Tinnire’ 라는 라틴어에서 유래한 것인데 귀에서 느끼는 소음의 주관적인 느낌으로 외부로부터 음원이 없이 환자 자신의 귀 또는 두부에서 자각적으로 감지하게 되는 모든 잡음을 말한다¹¹⁾. 이명은 기원전 Hippocrates가 처음으로 기재한 후 이 방면에 대해 많은 학자들이 생리학적, 병리학적 및 임상적으로 그 원인을 추궁하였다. 소음이 이명을 일으키는 기전은 와우관이 소음이나 강한 음에 노출되면 기계적 압력이 개막(Tectorial membrane)에 전위를 일으켜 와우

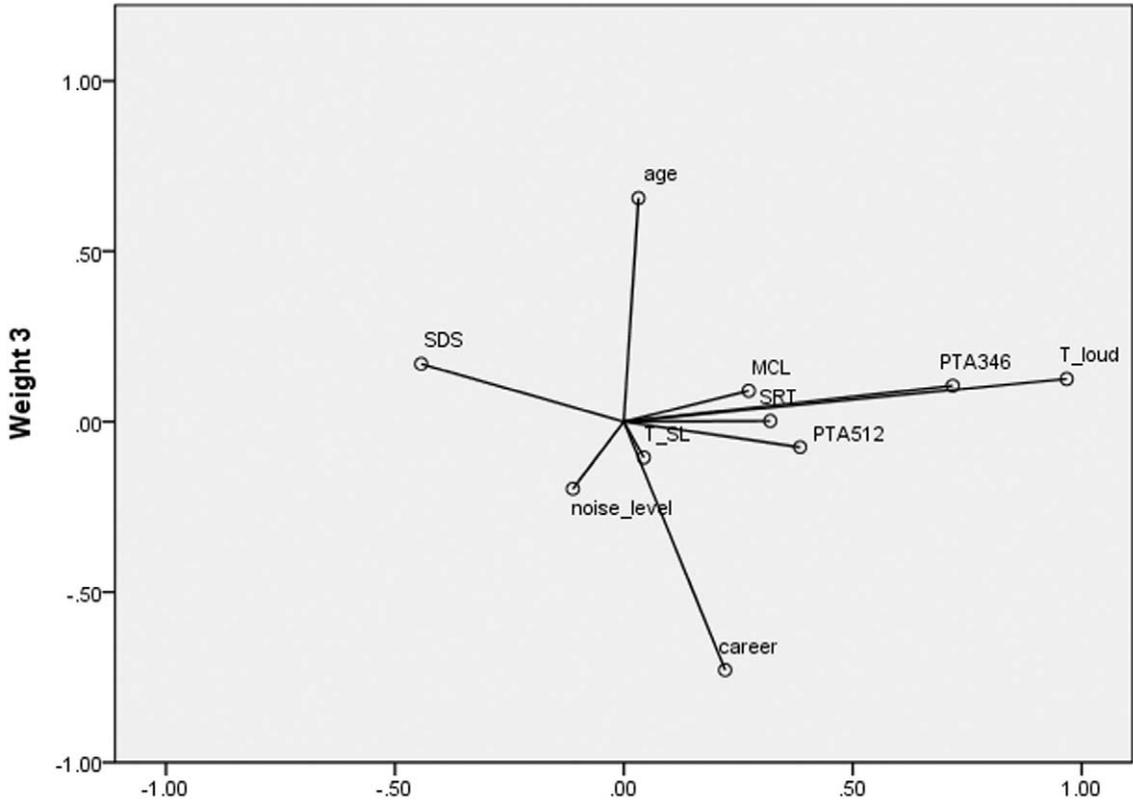


Fig. 2. Results of weight from partial least square regression analysis.

Abbreviation: PTA512, average of dBHL for (500+1000+2000 Hz)/3; PTA346, average of dBHL for (3000+4000+6000 Hz)/3; SRT, speech reception threshold(dB); MCL, maximum comfortable level(dB); SDS, speech discrimination score(%).

신경의 자극을 증진시키기 때문이며, 대개 난치의 경우가 많다⁹⁾. 또한 청각기관의 기능이 많이 쇠퇴하게 되고 또 이러한 청각기관의 퇴행에서 청신경의 비정상적인 신호의 방출과 인지가 같이 이루어지게 됨으로써 이명이 같이 증가하는 것으로 보고 있다¹²⁾. Jos 등은 이명이 단순하게 이독성 약이나 연령증가에 의해 청신경이 약해져서 발생한다기보다는 약간 다른 관점에서 중추 신경계로 전달되는 반응신호와 억제 신호간의 상호균형이 맞지 않아 생긴다고 하였다¹³⁾.

이명의 동반증상으로 난청을 가장 많이 보고하고 있는데 소음 노출에 의한 이명은 영구적 소음성 난청을 초래하는 귀 손상의 초기 지수로 볼 수 있다^{7,14)}. 직업성 소음 노출력을 가진 경우에 이명의 위험도를 70% 증가시키는데²⁰⁾ 소음성난청 환자는 비가역적인 와우손상이 원인으로 근본적인 치료가 불가능하여 적극적인 보건관리가 필요하므로 이들의 관리에 이명을 하나의 지표로 이용할 수 있다¹⁾. 따라서 청각 보존 프로그램에서도 이명에 관련된 내용을 보다 적극적으로 도입하여 활용해야 할 필요가 있다.

여러 연구에서 소음성 난청자를 대상으로 조사한 이명의 유병률은 20~50%로 다양하게 보고되고 있는데⁹⁾ McShane 등은 소음성 난청으로 보상을 청구한 자 중

49.8%가¹⁵⁾, Daniell은 소음성 난청의 인정된 자 중 64%가 이명을 호소한 것으로 보고하였고¹⁶⁾, Alberti 역시 소음성 난청 보상을 신청한 작업자 2,442명을 대상으로 한 연구에서는 58%가 이명을 가지고 있고, 19%에서는 이명이 중요한 문제로 인식되었다고 보고하였다¹⁷⁾. 또한 Phoon 등의 연구에서는 소음성 난청자 647명중 151명(23.3%)이 이명을 호소하고, 이중 42.4%가 양측성이었으며, 28.8%에서 다른 증상을 동반하고, 약 30%가 이명으로 인해 전화대화 및 수면 등의 일상생활에 지장을 받고 있는 것으로 보고하였다¹⁸⁾. 국내에서 보고된 유병율은 10.5%이고, 외래 환자의 약 4.3%에서 이명을 호소하며, 소음성난청 환자의 42.2%에서 이명을 동반한다고 보고되었고²⁵⁾, 남녀별 빈도는 1.5:1로 남자에 많다고 하였다¹¹⁾. 본 연구에서는 소음성난청 근로자의 378명 중 이명의 유병율은 60.3%로 외국의 보고와 대체로 비슷한 결과를 보였다.

이명환자의 연령분포는 86% 이상이 40대 또는 그 이상이라고 한 보고도 있으나¹⁹⁾, 이명환자가 고령 환자에게만 많을 것이라는 일반적인 예상과 다르게 활동이 많은 20~50대가 전체의 83.6%로 나온 보고도 있었다²⁷⁾. 본 연구에서는 연구대상자들의 평균청력손실 44.2 dBHL의

중등도 이상의 난청자들이고 평균 연령은 57.1세로 정년 퇴직을 앞두고거나 퇴직 후 내원한 경우로 한정되어 있었으므로 직접적인 비교는 곤란하였다.

임상환자를 대상으로 한 연구의 경우 이명의 주파수는 대부분 3000~5000 Hz 이상의 고음에서 나타난다고 하였고²¹⁾, 본 연구에서도 78.6%가 3000~6000 Hz의 고음에서 나타나 비슷한 결과를 나타내었으며 이는 소음성 난청에 동반한 이명이 소음에 의해서 손상된 외유모세포 주변에서 유래할 수 있다는 것을 뜻한다. 이명의 음색은 환자의 표현에 따라서 약간의 차이는 있으나, 일반적으로 고음조일 때는 매미소리, 삐 소리, 금속성 소리 등이 저음조일 때는 바람소리, 물소리 등이 대표적이다²²⁾. 청력손실수준의 경우 이명군이 비 이명군에 비해 청력역치가 높게 나오는 것으로 보고한 경우도 있으나^{1,8)}, 본 연구에서는 순음청력 검사 역치는 8000 Hz를 제외한 모든 주파수에서 이명이 있는 군의 청력 역치가 이명이 없는 군에 비해 낮게 나타났고 어음청력역치 역시 낮게 나타났다. 소음노출에 의해 유모세포의 손상을 초래하게 되면 감각 신경성 난청이 발생하지만 초기에는 주로 외유무세포가 손상되어 아직 손상되지 않은 내유모세포와의 불균형이 발생하게 된다. 이명은 이러한 청각계 불균형의 정상적 보상 작용으로 존재하다가 더욱 손상이 심해져서 외유모세포와 내유모세포가 모두 손상이 오게 되면 이러한 불균형은 줄어들고 이명은 작아지거나 사라지게 된다. 본 연구는 청력손실이 상당히 진행된 중등도 이상의 난청자들을 대상으로 하였기 때문에 양상이 다를 수 있으며, 이음향방사 검사에서는 이상이 발견되지만 오디오그램에서 청력변화가 없는 외유모세포의 미세손상 대상자의 경우 20%에서 이명이 나타나지만 완전 청력이 손실된 경우 이명이 전혀 없거나 작아진다는 보고²³⁾로 설명이 가능하다. 그러나 외유모세포와 내유모세포의 손상정도를 파악할 수 없어 직접적인 비교는 어려우며 추가적인 연구가 필요한 부분으로 생각된다. 또한 이명군은 현재 지속적인 이명이 있는 군을 대상으로, 비 이명군에 대해서는 과거이명을 경험한 근로자도 포함되었다. 실제로 익숙하지만 중요하지 않은 소리 자극에 대해서는 대뇌가 불필요하게 인식해서 평가하는 과정을 갖지 않기 위해 이들 소리가 뇌간에서 탐지는 되더라도 청각중추까지 올라와 인식되지 않도록 대뇌의 선택적 여과 및 차단이 일어난다. 또한 감정계와 반응계가 차단되어서 관심을 기울일 때 이외에는 소리가 잘 들리지 않게 하는 것이 보편적인 인체의 반응이다²⁶⁾. 따라서 비 이명군 중에서도 일부는 청력손실이 상당히 진행된 근로자가 나이가 들어감에 따라 나타나는 신경의 퇴화현상(presbycusis)으로 인해 감각이 둔해지고 물리적, 심리적 잡음의 영향으로 인해 적응되어 이명이 오히려 인식되지 않은 것으로 보인다.

이명의 부위를 밝히는 것은 그 병소를 찾는 데 도움을 준다. 한쪽 귀에서 나는 경우는 보통 그쪽 귀의 국한된 병소가 원인이고, 양쪽 귀에서 소리가 나는 경우는 적어도 이명의 원인이 두 군데 이상으로 생각되어지며, 두부에서 난다고 호소하는 환자의 경우는 양쪽 말초기관에서 나오는 신호가 합쳐진 것이나 중추성 원인을 의심할 수 있다고 하였다²¹⁾. 이명환자의 이명 특성에 대한 국내외 보고에 따르면, 이명 부위에선 양측에서 이명이 나는 빈도가 더 많으며, 이명의 성상은 유사하나 이명의 지속성은 대체로 간헐적이고, 수면 방해 등 생활의 불편정도는 심하지 않았다^{17,23)}. 본 연구에서도 이명의 호소부위는 양측이 80.7%, 우측이 15.8%, 좌측이 2.6%, 잘 모른다가 0.9%로 대부분 이명은 양측성을 나타내었다. 또한 이명의 감각적 크기(이명의 크기-순음역치)는 6.0 dBSL로 Axelsson 등이 제시한 5.0 dBSL보다는 높았지만 대체로 비슷한 수준이었다²⁴⁾.

이명이 있는 군에서 이명주파수별로 각 변수의 평균을 비교한 결과 연령, 근무경력, 작업환경, 어음청력역치 등에서는 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 없었으나 순음청력검사의 4000 Hz, 6000 Hz, 고주파수 평균((3000+4000+6000 Hz)/3), 이명의 크기에서는 통계적으로 유의한 차이를 보여 이명의 주파수별로 순음청력의 역치와 이명의 크기가 다름을 확인할 수 있었다. 또한 편상관분석에서 이명주파수 2000 Hz 이하일 경우는 순음청력검사의 2000~6000 Hz에 걸쳐 유의한 관련성이 있었고, 이명주파수 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz에서는 순음청력검사의 2000~8000 Hz까지 역치와 유의한 관련성을 보였으며, 어음청력역치는 이명주파수 2000 Hz 및 4000 Hz와, 쾌적역치는 순음청력 2000 Hz와 유의한 관련성이 있었다. 이와 같은 결과는 이명의 주파수와 크기는 가장 저하된 청력계의 주파수에서 청력역치와 근접함을 보인다는 Axelsson 등의 연구결과와 일치된 소견이었다²⁴⁾.

종속변수가 다수이면서 서로 상관이 있거나 독립변수에서도 다중공선성이 있는 경우 정준상관 또는 부분 최소자승 회귀분석(PLS)이 쓰이게 된다²⁹⁾. 본 연구의 종속변수인 순음 및 어음청력검사결과는 서로 독립적이지 않으며 독립변수인 연령과 직업력, 이명의 크기와 이명의 감각적 크기는 서로 관련성이 있지만 분석에서 제외할 경우 중요한 결과를 놓치게 된다. 그래서 본 연구에서는 이러한 변수끼리의 관련성을 고려한 상태에서 영향력을 파악하기 위해 부분 최소자승 회귀분석법을 이용하였다. 이명이 있는 대상자에서 이명의 크기는 가장 중요한 변수였으며 어음 및 순음청력에 영향력 있는 변수로 판단되었고 특히 어음명료도를 감소시켜 의사소통능력을 저하시키는 것으로 생각된다. 또한 이명주파수는 청력손실역치와 유의한 관련성을 나타내므로 소음성 난청자가 청력저하와 함께

이명을 동반 한다면 청력검사에서 이명의 특성도 고려해야 보다 정확한 의사소통능력을 파악할 수 있을 것이다. 이 연구는 소음에 오랫동안 노출된 후 청력저하가 어느 정도 진행된 대상자를 분석하였으므로 이명이 있으면서 청력저하가 그리 심하지 않은 대상자들의 이명특성이 의사소통에 미치는 영향을 포괄하지는 못하였다. 향후 다양한 청력수준의 이명 호소근로자에 대한 연구가 지속된다면 이명의 특성과 청력수준과의 관련성이 더욱 명확해질 것으로 사료되며 근로자의 청력손실에 대한 예후의 판단과 교육 및 관리에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

목적: 소음성 난청 유소견자(D1)로 직업병 판정을 받은 근로자들 중 이명을 동반한 자들을 대상으로 이명의 특징(이명주파수, 강도, 이명의 감각적 크기 등)과 순음청력역치(Pure Tone Audiometry, PTA) 및 어음검사(Speech Audiometry, SA) 결과와의 관련성을 파악하고자 하였다.

방법: 2004~2009년 6년 동안 청각장애보상을 목적으로 일개병원에 내원한 근로자 232(464귀)명 중 귀 질환의 과거력이 있거나 검사간 신뢰성이 없는 대상을 제외하고 총 189명(378귀)을 최종연구대상으로 하였다. 대상 근로자들의 연령, 작업경력, BMI, 혈압, 소음노출수준 등 일반적인 사항과 순음청력검사, 어음검사, 어음명료도, 이명주파수 및 이명의 크기 등의 청각학적인 내용을 측정하였다. 자료의 분석에서 이명유무에 따른 양군간의 검사결과는 t-test, 이명주파수별 순음 및 어음검사결과는 분산분석(ANOVA)을 실시하여 비교하였다. 근무경력, 나이, 소음노출수준을 통제된 상태에서 변수간의 상관성은 편상관분석을 통해 파악하였다. 순음청력검사(3분법, 고주파수 평균) 및 어음청력검사(어음역치, 쾌적역치, 어음명료도) 결과에 대한 나이, 근무경력, 소음수준, 이명강도 및 이명의 감각적 크기 등의 영향을 파악하기 위해 부분 최소자승 회귀분석법(Partial Least Squares Regression Analysis)을 이용하였다.

결과: 1. 연구대상자들의 평균청력은 44.2 dBHL로 중등도 이상의 난청 수준이었다.

2. 순음청력검사 결과 8000 Hz를 제외한 모든 주파수에서 이명이 있는 군의 청력역치가 이명이 없는 군에 비해 낮았고, 어음청력검사의 경우 이명이 있는 대상에서 어음청취역치는 낮았지만 쾌적역치는 더 높게 나왔으며, 어음명료도는 감소하였다.

3. 이명이 있는 군의 이명 평균 주파수는 4195.2 Hz, 강도는 73.6 dBHL, 이명의 감각적 크기는 평균 6.03 dBSL 이었다.

4. 이명 호소 주파수별로 순음청력검사의 역치를 비교한 결과 4000 Hz, 6000 Hz, 고주파수 평균(3000Hz+4000Hz+6000Hz/3)은 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 이명주파수가 4000 Hz인 대상자에서 역치가 가장 높게 나타났다.

5. 이명 호소 주파수와 순음청력역치의 가장 저하된 부분이 근접하여 있었으며, 이명주파수가 2000 Hz와 4000 Hz의 경우 어음청취역치와 유의한 양의 상관성이 있었다.

6. 이명의 크기가 순음 및 어음청력에 가장 큰 영향력이 있었으며 값이 증가할수록 3분법 평균, 고주파수 평균, 어음청취역치 및 쾌적역치가 증가하였고 어음명료도는 감소하는 것으로 나타났다.

결론: 중등도 이상의 청력저하가 있는 소음성 난청 대상자에서 이명이 있는 경우에 쾌적역치와 순음의 8000 Hz를 제외하고 순음 및 어음청력 수준이 이명이 없는 경우보다 좋은 것으로 나타났다. 이명이 있는 경우 그 크기가 증가함에 따라 순음 및 어음역치가 증가하며 어음명료도를 저하시켜 사회적 의사소통 능력을 저하시키는 것으로 보인다. 향후 다양한 청력수준의 이명 호소근로자에 대한 연구가 지속된다면 이명의 특성과 청력수준과의 관련성이 더욱 명확해질 것으로 사료되며, 소음작업 근로자의 청력손실에 대한 예후의 판단과 교육 및 관리에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Koo JW, Lee WC, Kim HW, Choi BC, Oh MH, Park CY. Prevalence of tinnitus and hearing thresholds of a non-noise-exposed population with and without tinnitus. Korean J Occup Environ Med 1999;11(3):323-31. (Korean)
- 2) Jung SJ, Woo KH, Park WD, Yu JY, Choi TS, Kim SW, Kim JS. Related factors of high frequency hearing loss in the noise-exposed male workers. Korean J Occup Environ Med 2000;12(2):187-97. (Korean)
- 3) Ministry of Employment Labor. The results of Korean worker's health examination in 2008. Available: cate=3&sec=2&smenu=2&mode=view&seq=1332309807478&page=1& state=A&bbs_cd=103,104,105,106,107,108,113,114,115,116[cited 28 October 2011]. (Korean)
- 4) Kim NJ, Kwon JK, Lee JH. The impact of noise exposure on the hearing threshold extended high frequency. Korean J Occup Environ Med 2008;20(2):81-92. (Korean)
- 5) Adams PF, Hendershot GE, Marano MA. Current estimates neurectomy (CVN), translabyrinthine CVN and from the National Health Interview Survey, 1996. Hyattsville (MD): National Center for Health Statistics, 1999.
- 6) Kim KS, Chung HG. Characteristics and affecting fac-

- tors of tinnitus in noise. Korean J Occup Environ Med 2002;14(4):436-47. (Korean)
- 7) Ministry of Employment Labor. Concrete admittance standards for work related diseases: enforcement regulations article 5 noise induced hearing loss, Workers compensation law(translated by Lee JH). 2008.
 - 8) Ministry of Employment Labor. Detailed standard for the criterions of disability grades, article 48: noise induced hearing loss(translated by Lee JH). 2008 .
 - 9) Song JB, Kim JI, Kim BG, Kim JY. Study on DPOAE audiogram of noise-induced hearing loss with tinnitus. Korean J Occup Health 2003;42(2):57-66. (Korean)
 - 10) Reyes SA, Salvi RJ, Burkard RF, Coad ML, Wack DS, Galantowicz PJ. Brain imaging of the effects of lidocaine on tinnitus. Hear Res 2002;171(1-2):43-50.
 - 11) Ahmad N, Siedman M. Tinnitus in the older adult: epidemiology, pathophysiology, and treatment options. Drugs Aging 2004;21(5):297-305.
 - 12) Lee SJ, Ki S. Relationships of tinnitus to frequency and hearing loss in elderly patients. Korean J Otolaryngol Head Neck Surg 2007;50:869-75. (Korean)
 - 13) Jos J, Larry E. The neuroscience of tinnitus. TRENDS in Neuroscience 2004;27 (11):676-82.
 - 14) Jeong SW, Shin KS, Ryu R, Kim TH, Kim YM, Lee SH, Park CW. Audiologic findings in tinnitus patients. Korean J Otolaryngol 2008;12(2):81-5. (Korean)
 - 15) McShane DP, Hyde ML, Alberti PW. Tinnitus prevalence in industrial hearing loss compensation claimants. Clin Otolaryngol 1988;13:323-30.
 - 16) Daniell WE. Occupational hearing loss in Washington state 1984-1991 II . Morbidity and associated costs. Am J Indust Med 1998;33:529-36.
 - 17) Alberti PW. Tinnitus in occupational hearing loss: nosological aspects. J Otolaryngol 1987;16(1):34-5.
 - 18) Phoon WH, Lee HS, Chia SE. Tinnitus in noise-exposed workers. Occup Med (Lond) 1993Feb; 43(1):35-8.
 - 19) Park JL. An audiometric study of the tinnitus. Korean J Otolaryngol 1968;11(4):257-65. (Korean)
 - 20) Coles RRA. Epidemiology of tinnitus: (1)Prevalence. J Laryngol Otol Suppl 1984;9:7-15.
 - 21) Kim SY, Lee KS, Yoo SJ, Chu KC. A clinical study of tinnitus. Korean J Otolaryngol 1995;38(7):1011-5. (Korean)
 - 22) Vernon JA, Schpeuning A. Tinnitus: A new management Laryngoscope 1978;38:413-19.
 - 23) Kim SY, Lee KS, Yoo SJ, Chu KC. A clinical study of tinnitus. Korean J Otolaryngol 1995;38(7):1011-5. (Korean)
 - 24) Axelsson A, Prasher D. Tinnitus induced occupational and leisure noise. Noise & Health 2000;8:47-54.
 - 25) Jeon J, Chon KM, Goh EK, Lee IW, Cho KS, Ahn JH. Frequencies of tinnitus and noise of the factory in noise-induced hearing loss. Korean J Otolaryngol 2005;48:142-5. (Korean)
 - 26) Park SN. Treatment. response of modified tinnitus retraining therapy with medical therapy in patients with tinnitus. Korean J Otorhinolaryngol Head Neck Surg 2009;52:648-54. (Korean)
 - 27) Chon KM. Dignosis and treatment of tinnitus. Korean J Otolaryngol 1996;7:326-39. (Korean)
 - 28) Jastreboff PJ, Hazell JWP. Tinnitus retraining therapy: implementing the neurophysiological model. Cambridge University Press. New York. 2004. pp 16-62.
 - 29) Wold S, Sjostrom M, Eriksson L. PLS-regression: a basic tool of chemometrics. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 2001;58:109-30.