

직업적으로 소음에 노출되는 근로자들에서 청력의 비대칭성

김육태 · 김대환[†] · 이채관 · 안진홍[†] · 이창희[†] · 김휘동[†] · 김정호[†] · 손병철[†] · 이종태[†]

인제대학교 대학원 의학과
인제대학교 부산백병원 산업의학과 & 산업의학연구소[†]

Hearing Asymmetry among Occupationally Noise-exposed Workers

Wook-Tae Kim · Dae-Hwan Kim[†] · Chae-Kwan Lee[†] · Jin-Hong Ahn[†] · Chang-Hee Lee[†]
Hwi-Dong Kim[†] · Jeong-Ho Kim[†] · Byung-Chul Son[†] · Jong-Tae Lee[†]

Graduate school, Inje University
Department of Occupational and Environmental Medicine & Institute of Industrial Medicine,
Busan Paik Hospital, Inje University[†]

Usually equal noise exposure is considered to cause symmetrical hearing loss, but some screening audiometries of employees who were exposed to noise showed asymmetry. Therefore, this study was carried out to evaluate the distribution of asymmetrical hearing loss and the difference of air conduction level between left and right ear at the different frequencies (500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz).

Study subjects were 326 male employees who had participated in the noise-specific health examination from May to October, 2002. They were evaluated by otoscopic examination, pure tone audiometry and tympanometry.

In all frequencies, hearing threshold level of left ear was worse than right ear. The mean interaural threshold differences between two ears were 0.83 dB at 500 Hz, 1.18 dB at 2,000 Hz, 2.29 dB at 3,000 Hz, 2.18 dB at 4,000 Hz, and statistically significant ($p < 0.05$).

The hearing loss of left ear was greater than right ear in occupationally noise-exposed workers. It is believed that left ear was more susceptible to noise damage than right ear.

Key Words : Asymmetrical hearing loss, Air conduction threshold level, Occupationally noise-exposed workers

I . 서론

소음에 의한 청력손실은 양측성과 비대칭성으로 나타난다(대한산업의학회, 2002). 소음에 의한 청력저하는 대부분 3,000 - 6,000 Hz의 고주파음역에서 발생하며 특히 4,000 Hz에서 가장 크게 나타나며 주변의 주파수에서도 다소의 청력손실이 관찰된다. 소음성 난청의 초기에는 고음역에서 먼저

청력손실이 나타나기 때문에 일상적인 대화에는 지장을 느끼지 못하지만 근로자 자신이 난청을 느끼게 될 때에는 저음역에서도 청력손실이 진행된 경우가 많다. 소음에 의한 영구적 청력저하에 영향을 미치는 요인으로는 노출수준, 소음의 종류, 노출횟수, 노출기간, 개인의 감수성 등이 있으며, 이 요인들이 복합적으로 상호 작용하여 청력손실을 야기한다(Baxter 등, 2000).

연구비 지원 : 본 논문은 2003년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임

접수일 : 2007년 3월 6일, 채택일 : 2007년 6월 21일

† 교신저자 : 김대환 (부산시 부산진구 개금동 633-165, 인제대학교 의과대학 산업의학과

Tel: 051-890-6160 Fax: 051-895-1323 e-mail: dhjw92@naver.com)

직업적 소음노출은 좌, 우측귀에 같거나 유사한 수준으로 노출되므로 이로 인한 근로자의 청력저하는 일반적으로 대칭적으로 나타난다고 알려져 있다(Saltaloff, 1993). 그러나 좌측 또는 우측귀가 편중되게 지속적으로 소음에 노출된다면 이로 인해 한쪽귀의 청력역치가 높아지는 청력역치의 비대칭성이 발생할 수 있다. 실제로 직업적으로 소음에 폭로되는 대규모 인구집단의 연구에서 4,000 Hz 주파수대에서의 청력역치 수준이 비대칭적이고 그 차이는 청력역치가 높아짐에 따라 증가한다는 보고가 있다(Chung 등, 1983a). 국내의 연구에서도 권영준 등(1999)에 의하면 소음노출에 의해 청력저하를 보인 근로자의 약 40%에서 청력역치 차이가 20 dB 이상인 비대칭적인 청력저하를 보였는데, 좌측귀의 청력저하가 더 심한 것으로 나타났다. 이러한 결과의 원인은 좌측귀가 소음에 대한 감수성이 높기 때문이라는 의견을 제시하였다. 그러나 일반 남자 인구집단에서의 청력역치에 대한 역학적 연구에서도 4,000 Hz 주파수대에서 평균 청력역치가 좌측귀가 우측귀에 비해 더 높다는 보고(Kannan과 Lipscomb, 1974)가 있어 직업적 소음노출과 좌, 우측귀간 평균 청력역치의 비대칭성과의 관련성에 대하여 논란의 여지가 있다. 그리고 국내에서 수행된 직업적 소음 노출과 좌, 우측귀의 청력역치의 비대칭성에 관한 연구는 주로 4,000 Hz 주파수대에서만 수행되었을 뿐 근로자들이 작업현장 및 생활환경에서 노출되는 다양한 주파수대에서의 청력역치의 좌우 비대칭성에 관한 조사 연구는 부족하였다. 실제로 소음에 노출된 근로자에서 청력저하가 좌측귀에서 더 심해진다면 궁극적으로는 소음성 난청이 좌측귀에서 우선적으로 발생할 수 있음을 의미하므로 작업환경개선, 개인보호구 착용, 보건교육 등 소음성 난청의 예방과 관리를 위한 대책을 수립할 때 이러한 점을 고려해볼 필요성이 있을 것이다.

따라서 본 연구는 직업적으로 소음에 노출되는 근로자들에서 각 주파수별(500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz)로 양측귀의 청력역치 차이를 조사하여 직업적 소음노출과 좌, 우측귀의 청력역치의 비대칭성과의 연관성, 그리고 주파수대별로 청력역치의 비대칭성의 정도를 조사함으로써 실제 작업현장에서 소음성 난청의 예방과 관리를 위해 활용할 수 있는 기초 자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 방법

본 연구는 2002년 5월부터 10월까지 한 특수건강진단기관에서 근로자 건강진단 실무지침(한국산업안전공단, 1999)에

따라 작업환경측정결과 85 dB 이상의 소음에 노출되어 소음 특수건강진단을 받은 근로자들 중에서 필수항목의 순음 기도 청력검사 중 일측 또는 양측귀의 청력역치가 1,000 Hz에서 30 dB 이상 또는 4,000 Hz에서 40 dB 이상의 청력손실이 있는 근로자를 대상으로 하였으며, 난청의 원인이 전음성으로 판단되는 경우를 제외하기 위해 고막운동성 검사(Tympanometry)상 A형인 자, 이경 검사상 고막 상태가 정상인 자, 이질환의 과거 병력이 없는 자들을 연구대상으로 하였다. 그리고 좌, 우측귀 중 한쪽에 편중된 소음노출 조건의 근로자는 연구대상에서 제외하였다. 총 연구 대상자는 326명이며, 인구학적 특성, 근무력, 과거병력, 군대력, 자각증상 등을 문진을 통해 조사하고, 순음청력검사, 이경검사, 고막운동성 검사를 시행하였다. 숙련된 청력 검사자에 의해 순음청력검사는 RION audiometer AA-96(RION Co. LTP, Japan)로, 고막운동성 검사는 Impedance audiometer AT22t (Interacoustics, Denmark)로 수행하였고, 기기의 보정은 전문회사에 의뢰하였다. 내원검진을 통해 소음 차단용 부스가 설치된 검사실에서 순음청력검사를 시행하였으며, 배경소음기준은 모든 주파수에서 청력정도관리 기준에 적합하였다.

2. 청력검사 및 소음폭로자료

청력검사는 청력이 더 좋은 쪽 귀에서 시작하며, 어느 귀가 더 청력이 좋은지 모르는 경우에는 우측귀부터 실시하였다. 주파수는 1,000 Hz부터 시작하였다. 검사주파수는 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz의 순으로 하고 1,000 Hz에서 다시 재검사를 한 후 500 Hz에서 실시하였다. 강도 선정방법은 수정상승법을 이용하여 30 dB에서 시작하여 피검자가 들을 때까지 20 dB씩 상승하였다. 반응한 후에는 피검자가 음을 들을 수 없어서 반응을 멈출 때까지 다시 10 dB씩 강도를 줄였다. 반응을 멈추면 다시 검사신호에 대한 반응이 관찰될 때까지 강도를 5 dB씩 높였다. 피검자가 신호음을 듣게 되면 그 다음 음을 10 dB씩 줄였다. 역치가 측정될 때까지 “10 dB 하강, 5 dB 상승” 과정을 반복하였다. 역치는 피검자가 한 신호수준에서 검사음에 최소한 2번 이상 반응을 보이는 가장 낮은 수준으로 정하였으며 기도 및 골도 청력검사를 모두 시행하였다. 나쁜 쪽 귀의 기도역치와 좋은 쪽 귀의 골도역치를 비교하여 40 dB 이상 차이가 있는 경우 좋은 쪽 귀에 소음(narrow band noise)을 주어 차폐(masking)를 시행하였다. 근로자의 소음노출수준은 작업환경 평가 자료를 이용하여 단위사업장별 평균소음을 소음노출량으로 하였으며, 평균소음노출 수준은 88.1 dB(A)(85.0 - 93.3 dB(A))이었다.

3. 자료 분석방법

연구대상자의 청력검사자료를 이용하여 각 주파수별(500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz)로 양이간의 청력역치의 차이를 알아보기 위해 좌, 우측귀의 청력역치의 분포를 파악하고, 비대칭의 정도를 조사하기 위해 각 주파수 별로 좌, 우측귀의 역치의 차이(좌측귀 역치 - 우측귀 역치로 계산)를 비교하였다. 자료의 통계처리는 SPSS program(Ver 12.0)을 이용하여 각 주파수별로 좌, 우측귀간의 청력역치 차이를 paired t-test로 비교 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자들의 연령분포 및 소음 노출기간

연구대상자들의 연령은 40대가 38.9%로 가장 많았고 50대, 30대, 20대의 순이었다. 평균 연령은 44.0 ± 9.1세 이었다. 소

음노출 기간은 10-14년, 15-19년이 각각 22.1%와 20.1%로 가장 많았고 5-9년, 20-24년, 25년 이상, 5년 미만의 순이었다. 평균 소음 노출기간은 15.3 ± 6.8년 이었다(Table 1).

2. 주파수별 양측 귀의 평균 청력역치 차이

소음에 노출되는 근로자들에서 각 주파수별(500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz)로 좌, 우측귀의 평균 청력역치를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 평균청력역치의 차이는 좌측귀의 청력역치에서 우측귀의 청력역치를 뺀 결과의 평균을 계산하였으며, 양의 결과는 좌측귀의 청력역치가 더 높아 좌측귀의 청력손실이 더 크다는 사실을 의미한다. 각 주파수별로 평균 청력역치는 조사된 전체 주파수 영역에서 좌측귀가 우측귀에 비해 더 높게 나타났으며 그 차이는 500, 2,000, 3,000, 4,000 Hz 주파수대에서 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$). 각 주파수 영역별 평균청력역치 차이는 500 Hz에서 0.83 dB, 2,000 Hz에서 1.18 dB, 3,000 Hz에서 2.29 dB, 4,000 Hz에서 2.18 dB로 조사되어 고주파대 중 3,000 Hz와 4,000 Hz영

Table 1. Age distribution and noise exposure duration of the study subjects

Variable	Number(%)	Mean(S.D.)
Age(year)		44.0(9.1)
-29	18(5.5)	
30-39	85(26.1)	
40-49	127(38.9)	
50-	96(29.4)	
Noise exposure duration(year)		15.3(6.8)
-4	35(10.7)	
5-9	56(17.2)	
10-14	72(22.1)	
15-19	68(20.1)	
20-24	53(16.3)	
25-	42(12.9)	
Total	326(100)	

Table 2. Means of interaural threshold difference by noise frequencies

Frequency(Hz)	Left ear(dBHL) mean(S.D.)	Right ear(dBHL) mean(S.D.)	Left-Right(dBHL) mean(S.D.)	p-value
500	18.70(7.80)	17.87(7.29)	0.83(5.96)	0.0125
1,000	15.69(9.07)	15.55(9.08)	0.14(5.81)	0.6682
2,000	24.80(14.57)	23.62(14.13)	1.18(10.66)	0.0463
3,000	42.44(17.65)	40.15(17.50)	2.29(15.48)	0.0081
4,000	52.33(14.03)	50.15(16.03)	2.18(17.18)	0.0227
6,000	50.14(17.72)	49.66(18.46)	0.48(16.09)	0.5939

p-value: paired t-test

역에서 가장 크게 나타났고, 이어서 2,000 Hz, 500 Hz, 6,000 Hz, 1000 Hz의 순이었다.

Fig.1은 좌,우측귀의 청력역치 차이의 분포를 히스토그램으로 나타낸 것으로 저주파에서 보다 주파수가 증가함에 따라 좌, 우측귀간의 청력비대칭이 더 많이 나타났다.

3. 연령과 소음노출기간에 따른 양측 귀의 평균 청력역치 차이

각 주파수별(500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz) 양측귀

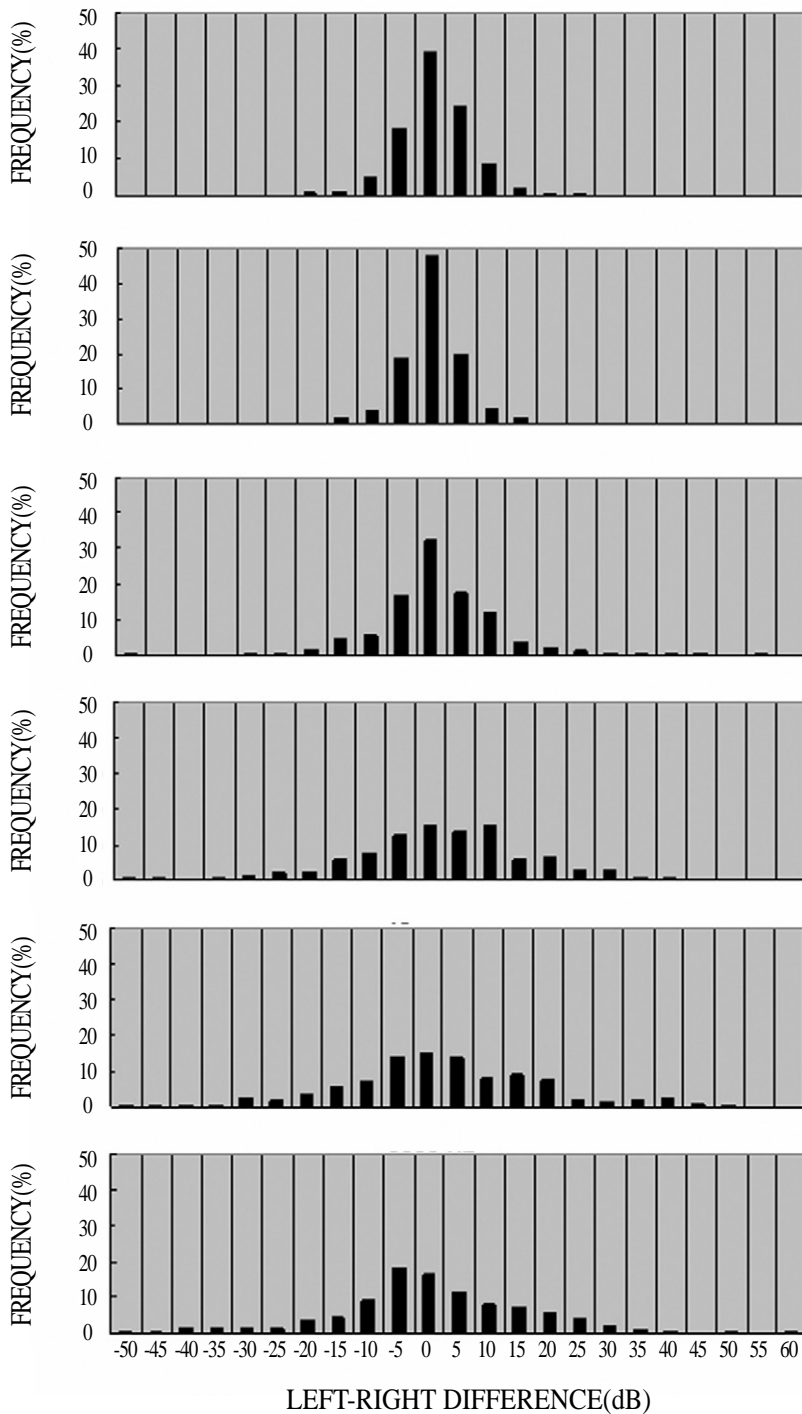


Fig. 1. Histogram showing the air conduction threshold level difference between right and left ears in 500, 1000, 2000, 3000, 4000 and 6000 Hz.

의 평균 청력역치 차이를 연령과 소음노출기간에 따라 조사한 결과, 4,000 Hz와 6,000 Hz에서 연령에 따라 유의한 차이를 보였다(Table 3). 4,000 Hz에서는 20대(9.44 dB)와 50대(4.58 dB)에서 좌측귀의 청력역치가 우측귀 보다 높게 조사되었고, 30대(1.94 dB)에서도 좌측귀의 청력역치가 우측귀 보다 높게 조사되었다. 그러나 30대의 경우 그 정도는 20대와 50대에 비해 미약하였다. 40대(-0.51 dB)에서는 우측귀의 청력역치가 더 높게 조사되었으나 그 정도는 미약하였다. 6,000 Hz에서는 20대(6.94 dB)와 50대(3.13 dB)에서 좌측귀의 청력역치가 우측귀 보다 높게 조사되었고 30대(-2.06 dB)와 40대(-0.75 dB)에서는 우측귀의 청력역치가 좌측귀 보다 높게 조사되었으나 그 정도는 미약하였다. 그러나 소음 노출기간에 따른 양측귀의 평균 청력역치의 비대칭성은 발견할 수 없었다.

IV. 고찰

Ward(1957)의 연구에 의하면 소음에 노출된 남자의 좌, 우측귀의 청력역치의 차이가 4,000 Hz에서 가장 컸으며, 중앙값의 차이(median difference)는 2.4 - 3.4 dB이었다고 하였다. 미국에서 소음성난청에 의한 장해신청의 청력 측정 검사기록 1,461건을 분석한 결과에서 69(4.7%)건이 2,000 Hz에서 20 dB 이상의 비대칭 청력손실로 조사되었고, 이들 중 82.6%에서 좌측귀의 청력역치가 더 높았다(Chung 등, 1983b). 이러한 연구들은 소음노출에 의해 청력역치의 좌우비대칭성이 발생한다는 사실과 아울러 좌측귀의 청력저하가 더 크다는 사실을 의미한다. 국내에서는 안연순 등(1999)이 보고한 소음

성 난청 유소견 근로자들의 청력역치에 관한 연구에서 좌측귀의 청력역치가 우측귀에 비하여 유의하게 상승된 결과를 보여 난청의 진행이 좌, 우측귀간에 차이가 있는 경우가 상당수 있을 것으로 추정할바 있었다. 그리고 권영준 등(1999)이 소음노출 근로자들의 4,000 Hz에서의 청력역치의 좌우비대칭성에 관하여 보고하였다. 본 연구에서는 근로자들이 작업현장 및 생활환경에서 노출되는 다양한 주파수대에서의 청력역치의 좌우 비대칭성에 관하여 조사하고자 하였다.

본 연구에서 직업적으로 소음에 노출되는 근로자들에서 각 주파수별로 평균청력역치를 비교한 결과에 의하면 조사된 전체 주파수대에서 좌측귀가 우측귀에 비해 평균청력역치가 더 높게 나타났고, 특히 3,000, 4,000, 2,000, 500 Hz의 순으로 평균청력역치 차이가 통계적으로 유의성을 보였다. 그리고 연령에 따른 청력역치의 비대칭성은 전반적으로 좌측귀가 우측귀에 비해 더 높았고, 일부에서 우측귀의 청력역치가 높게 나타난 경우도 그 정도가 미약하였다. 이러한 결과는 직업적 소음 노출이 청력역치의 비대칭성과 연관이 있다는 Chung 등(1983b), 권영준 등(1999)의 연구와 같은 결과였다. 아울러 이 연구의 결과에 의하면 노출되는 주파수대에 따라 좌측귀와 우측귀의 청력역치의 차이가 다르게 나타나며, 3,000-4,000 Hz 영역에서 그 차이가 가장 크게 나타났다. 이러한 결과들은 소음노출에 의해 좌, 우측귀간에 비대칭적 청력 손실이 발생한다는 사실을 의미하며 특히 3,000-4,000 Hz 주파수대에서 가장 많은 영향을 받음을 의미한다.

비대칭적인 청력손실의 원인 또는 인자로 가장 먼저 고려해야 할 사항은 일반적인 이질환의 과거력이 있거나 현재 이질환이 있는지의 여부이다. Alberti 등(1979)에 의하면 500,

Table 3. Means of interaural threshold difference by age and noise exposure duration

Variable	Left-Right(dBHL) mean(S.D.)					
	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	3,000Hz	4,000Hz	6,000Hz
Age(year)						
-29	1.11(6.08)	1.11(4.04)	0.28(8.48)	-0.83(15.46)	9.44(27.22)	6.94(20.52)
30-39	0.88(6.46)	-0.29(4.90)	2.00(9.46)	2.18(18.33)	1.94(18.57)	-2.06(16.50)
40-49	1.46(5.08)	0.55(5.54)	1.22(10.52)	1.54(14.30)	-0.51(16.58)	-0.75(16.40)
50-	-0.10(6.49)	-0.21(7.07)	0.57(12.20)	3.96(14.25)	4.58(13.51)	3.13(13.77)
Noise exposure duration(years)						
-4	0.71(4.05)	0.71(4.05)	-0.57(7.45)	-2.71(16.78)	4.86(24.33)	2.57(17.63)
5-9	-0.54(5.28)	-0.54(5.28)	3.75(10.01)	4.55(18.02)	3.04(18.53)	-1.61(18.64)
10-14	1.81(5.13)	-0.14(5.17)	0.35(10.43)	1.94(14.65)	1.53(16.84)	0.14(16.51)
15-19	-1.10(5.59)	1.03(5.77)	1.47(10.48)	0.59(14.98)	-2.87(16.01)	-2.06(15.34)
20-24	-0.47(7.09)	-0.09(6.32)	0.66(10.83)	3.58(14.29)	4.72(13.64)	2.17(15.95)
25-	0.60(5.54)	-0.12(7.92)	0.83(13.79)	5.12(13.77)	4.88(13.32)	4.05(10.55)

* p-value<0.05: ANOVA

1,000, 2,000, 4,000Hz의 주파수에서 평균 15 dB 이상의 청력역치 차이를 보인 근로자들 중 41%가 일반적인 이질환으로 진단된바있다. 따라서 본 연구는 이와 같이 난청의 원인이 전 음성으로 판단되는 경우를 제외하기 위해 연구대상 근로자들 중 고막운동성 검사상 A형인 자, 이경 검사상 고막 상태가 정상인 자, 이질환의 과거 병력이 없는 자들만을 대상으로 하였다. 일반적인 이질환의 과거력 이외에 소음에 노출되는 작업현장에서 발생할 수 있는 청력역치 비대칭의 원인은 작업 시 한쪽으로 편중된 소음노출과 사격 등의 과거력이다. 실제로 Chung 등(1983b)의 보고에 의하면 좌측으로 편중된 소음노출 근로자들에서 좌측귀의 청력역치가 우측귀에 비해 2,000 Hz와 3,000 Hz에서 의미 있게 높았다. 본 연구에서는 문진 시 편중된 소음노출 조건의 근로자는 연구대상에서 제외하였다. 다만 본 연구는 남자 근로자만을 연구대상으로 하였고, 전체 326명 중 94.8%(309명)가 군복무를 하였기 때문에 사격의 과거력이 이 연구 결과에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 김현 등(1991)과 문인석(2006)은 군 복무시 사격의 과거력과 좌측귀의 청력손실간에 관련성을 보고하였으며, 김규상 등(2003)도 군에서의 충격소음이 청력손실과 이명 등의 영향을 미치기 때문에 사업장에서 소음성 난청 평가시 군경력을 고려해야 한다는 의견을 제시한바있어 이 연구의 제한점으로 생각된다.

현재까지 알려진 좌, 우측귀의 청력역치의 비대칭에 영향을 미치는 요인으로는 이질환, 사격 및 편중된 소음노출, 청력기계의 안정성 등이 있으나 이러한 경우를 제외한 일상적인 소음노출에 의한 원인은 정확히 밝혀져 있지 않으며, 다만 소음에 대한 좌, 우측귀의 감수성의 차이로 해석하고 있다. 또한 소음에 대한 감수성은 좌측귀가 더 예민한 것으로 보고되고 있다. 본 연구의 결과도 좌측귀에서 청력역치가 더 높게 조사되어 좌측귀가 소음노출에 더 민감하다는 보고와 같은 결과를 얻었다. 그러나 본 연구는 단면 연구로 이루어졌기 때문에 추후 추적 연구를 통해 추적기간 동안 좌측귀의 청력손실이 우측귀 보다 더 빠르게 나타나는지에 대한 보완적인 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구는 직업적으로 소음에 노출되는 근로자들에서 각 주파수별(500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz)로 양측귀의 청력역치 차이를 조사하여 직업적 소음노출과 청력역치의 좌, 우측귀의 비대칭성과의 연관성, 그리고 주파수대별로 청력역치의 비대칭성의 정도를 조사하고자 하였다. 2002년 5월부터 10월까지 한 특수건강진단기관에서 소음 특수건강진단

을 받은 근로자 중에서 일측 또는 양측귀의 청력역치가 1,000 Hz에서 30 dB 이상 또는 4,000 Hz에서 40 dB이상의 청력손실이 있는 근로자들 중 고막운동성 검사상 A형인 자, 이경 검사상 고막 상태가 정상인 자, 이질환의 과거 병력이 없는 자 326명을 연구대상으로 문진, 순음청력검사, 이경검사, 고막운동성 검사를 시행하였다.

각 주파수별로 평균청력역치는 조사된 전체 주파수 영역에서 좌측귀가 우측귀에 비해 더 높게 나타났으며 그 차이는 500, 2,000, 3,000, 4,000 Hz 주파수대에서 통계적으로 유의하였다. 각 주파수대 별 평균청력역치 차이는 500 Hz에서 0.83 dB, 2,000 Hz에서 1.18 dB, 3,000 Hz에서 2.29 dB, 4,000 Hz에서 2.18 dB로 조사되어 고주파수대 중 3,000 Hz와 4,000 Hz영역에서 가장 크게 나타났다.

이러한 결과는 좌측귀의 청력역치가 더 높고 소음노출에 더 민감하다는 사실을 의미한다. 따라서 작업환경개선, 개인보호구 착용, 보건교육 등 소음 노출 근로자들의 난청 예방과 관리를 위한 대책 수립 시 좌, 우측귀의 청력역치의 비대칭성을 고려할 필요성이 있다고 생각된다.

REFERENCES

- 권영준, 김경래, 이수진, 송재철. 일부 소음 특수건강진단 수검자에서 좌우 청력역치 비대칭의 분포. 대한산업의학회지 1999;11(3):361-372
- 김규상, 정호근. 특수병과의 과거 군 소음 노출이 소음 노출 작업자의 청력에 미치는 영향. 예방의학회지 2003;36(2):137-146
- 김현, 조수현, 임현술. 군복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음폭로력이 청력에 미치는 영향. 예방의학회지 1991;24:86-92
- 대한산업의학회. 산업의학 진료의 실제. 서울:계축문화사; 2002:281-304
- 문인석. 장병들의 사격에 의한 소음성 난청. 대한이비인후과학회지 2006;49:887-891
- 안연순, 문영한, 이상렬, 이경남. 1996년도 소음성 난청 유 소견 근로자들의 청력역치 관련 기초조사. 예방의학회지 1999;32(1):17-29
- 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침. 보건기술자료 연구원 99-93-375. 1999
- Alberti PW, Symons F, Hyde ML. Occupational hearing loss-The significance of asymmetrical hearing thresholds. Acta Otolaryngol 1979;87:255-263
- Baxter PJ, Adams PH, Tar - Ching Aw, Cockcroft A,

- Harrington JM. Hunter's disease of occupations, 9th ed. New York: Oxford University Press; 2000:283-306
- Chung DY, Mason K, Gannon RP, Willson GN. The ear effect as a function of age and hearing loss. *J Acoust Soc Am* 1983a;73(4):1277-1282
- Chung DY, Mason K, Willson GN, Gannon RP. Asymmetrical noise exposure and hearing loss among shingle sawyers. *J Occup Med* 1983b;25:541-543
- Kannan PM, Lipscomb DM. Bilateral hearing asymmetry in a large population. *J Acoust Soc Am* 1974; 55:1092-4
- Saltaloff RT. Saltaloff J. Occupational hearing loss. 2nd edition 1993:371
- Ward WD. Hearing of naval aircraft maintenance personnel. *J Acoust Soc Am* 1957;29:1289-1301