

소음성 난청 선별검사에 HHIE-S(Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening version)의 적용

이미영 · 서석권 · 이충원

계명대학교 의과대학 예방의학교실 및 의과학연구소

= Abstract =

Application of HHIE-S(Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening version) to screening test of noise-induced hearing loss

Mi Young Lee, Suk Kwon Suh, Choong Won Lee

*Department of Preventive Medicine,
Keimyung University College Medicine and Institute for Medical Science*

The study was conducted from May to September in 1994 to investigate applicability of the Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening version(HHIE-S) in parallel with the pure-tone audiometer to the initial screening test of noise-induced hearing loss(NIHL) in some noise-exposed workers. Subjects were selected by systemic sampling that took every fifth person from 6,700 workers taking the annual occupational health examination by the department of Health Maintenance of Dongsan Hospital Keimyung University in Taegu. The authors administered the pure-tone audiometric test and self-reported questionnaire of HHIE-S including items of sociodemographic and job-related variables concurrently. The final subjects analysed were 1,019(488 males and 531 females) excluding fourteen persons who had many missing values in their questionnaires.

The reliability coefficients of HHIE-S scale by Cronbach's alpha were 0.84. In the univariate analysis of hearing handicap measured by the HHIE-S, work duration, military service and the hearing threshold loss at 1KHz and 4KHz by the initial audiometer were significant in males while age, work duration and hearing threshold loss at 1KHz and 4KHz were significant in females. In the stepwise linear regression analysis, hearing threshold loss at 1KHz and 4KHz was the only selected variable explaining the hearing handicap in males and hearing threshold loss at 1KHz and 4KHz, age, and work duration were selected in females. In ROC curves for HHIE-S scores against NIHL as

gold standard which was defined by the follow-up audiogram as more than 30dB of the average of 0.5/1/2KHz and 50dB at 4KHz, the optimal cutoff for the parallel HHIE-S appeared to be 8. The results suggest that HHIE-S appeared to have some reliability and validity in this data and might be used in screening NIHL in parallel with pure-tone audiometer in noise-exposed workers.

Key words: HHIE-S, Hearing Handicap, NIHL, Audiometer

I. 서론

소음성 난청은 1994년 직업병유소견자 총 3,197명 중 1,746명으로 54.6%를 차지하여(노동부, 1995) 1991년 이후 진폐증보다 더 높은 유소견율을 나타내는 직업병으로 대두되었다. 소음성 난청은 비가역적이며 약물요법 또는 수술적 치료가 어려우나(Rosenstock과 Cullen, 1994) 조기 발견을 하여 초기에 작업부서 전환을 하게되면 거의 예방이 되는 확실한 관리방법이 있는 질병이다(Sataloff와 Sataloff, 1993; Zenz, 1994). 현재 소음성 난청을 조기에 발견하기 위해서 순음청력검사가 표준검사로 주로 사용되고 있다. 그러나 선별검사로 이용되고 있는 순음청력검사는 부적절한 기술, 검사장소의 소음, 피검자에 의한 고의성 또는 부주의한 잘못된 호소, 근무중에 선별검사를 실시함에 따르는 일시적 난청등으로 인하여 부정확하기 쉽다(Zenz, 1994; Report of the U.S. Preventive Services Task Force, 1996). 이러한 사실을 뒷받침해 주는 보고로 임현술 등(1992)은 소음성 난청의 판정 일치율이 전년도와 비교하여 약 40%에 불과하다고 하였다. 김지용 등(1993)은 신뢰도가 좋지 않은 상태에서 단일 주파수로만 판정을 내리는 경우 정확도가 문제시될 수 있으며 이로 인한 직업병 판정의 시비가 생길 소지가 커지게 된다고 하였고, 김현욱 등(1994)은 1차 검사 실시시기가 검사준비가 되었을 때 아무때나 실시하는 경우가 과반수 이상이었고 또 2차 청력검사에서 일시 청력저하 현상을 고려하여 측정하는 곳이 30% 미만이라고 하였다. 이것은 현재 우리나라 산업장에서 실시하고 있는 순음청력

에 의한 소음성 난청 선별검사가 검사장의 환경 소음, 근무 중에 청력검사를 실시함에 따른 일시적인 난청(temporary threshold shift, TTS) 등으로 해서 1차 선별검사시 위양성이 높고 위음성도 무시하지 못하는 실정임을 반영한다. Schow(1991)는 순음청력검사가 청력검사에 일반적으로 사용되어지고 있지만 청력장애를 정확하게 동정하지는 못하며 자기평가(self-assessment)가 일상생활에서의 청력 추정치 즉 청력장애(hearing handicap)를 예측할 수 있다고 하였다. 외국에서는 청력장애를 동정하기 위하여 1930년대부터 자기평가식 설문지를 이용하고 개발시켜 왔다(Berkowitz와 Hochberg, 1971; Giolas 등, 1979; Ventry와 Weinstein, 1982; Newby와 Popelka, 1985; Demorest와 Erdman, 1986). 미국에서는 65세 이상의 인구 중 25~40%에 이르는 노인들의 난청 특히, 일상생활에 장애를 가지는 난청을 1차진료시 선별하기 위한 도구로 Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening version (HHIE-S)을 개발한 바 있다(Lichtenstein 등, 1988). 이 설문지의 점수와 간이 순음청력검사의 청력장애 정도를 합하여 청력선별검사에 이용하면 진단의 정확도가 83%로 증가함을 보고하였다.

우리나라에서 현재까지 순음청력검사에 대한 연구가 많이 있다(윤종섭, 1966; 윤명조, 1970; 김두희 등, 1970; 박경희와 맹광호, 1971; 김준연 등, 1982; 이종태, 1988; 이용환, 1989; 주인하 등, 1990; 문영한 등, 1991; 김지용 등, 1993). 근로자를 대상으로 하는 청력장애에 대한 연구로 문영한 등(1991)은 소음정밀검사 대상이 된 소음부서 근로자를 대상으로 일상생활에서 느끼는 불편을 조사하

였고, 김지용 등(1993)은 청력장애를 느끼는 군과 느끼지 않는 군간의 평균청력손실치를 비교하였다. 윤능기와 이성관(1992)는 1차 선별검사의 위양성률을 낮추기 위해서 ROC(Receiver/Response Operating Characteristic) 곡선을 이용한 1차 선별검사 순음역치를 제시한 바 있다. 그러나 순음청력검사와 함께 평소의 청력장애를 평가하는 설문을 동시에 사용하여 소음성 난청이 의심되는 근로자를 선별하는 1차진단의 정확도를 제고하고자 시도한 연구는 미미하다.

이 연구의 목적은 HHIE-S를 일부 소음부서에 근무하는 근로자들을 대상으로 실시하여, 미국에서 개발된 HHIE-S가 우리나라에서도 적절한 신뢰도와 타당도를 가지는지를 살펴보고 또한 우리나라의 소음 폭로 근로자들의 청력장애 선별검사에 적용이 가능한지를 알아보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

연구 대상자는 1994년 5월부터 9월까지 계명대학교 동산병원 건강관리과에서 실시한 특수검진 대상자 6,700명 중 계통적 표본추출법에 의하여 매 5년제의 근로자를 뽑아서 이들 중 소음 부서에 근무하는 남녀 근로자 1,033명을 대상으로 하였다. 최종분석 대상은 이들 중 자료가 미비한 14명을 제외한 1,019명으로 남자 488명, 여자 531명이었다.

1차 선별 청력검사는 각 사업장에서 주위 소음이 40dB 이하인 곳에서 실시하였고 순음청력계는 Belton audiometer(model 112, Belton Electronic Comp., USA)를 사용하였다. 청력 측정방법은 Hughson-Westlake 방법(Waldron, 1989)에 따라 1000Hz에서 30~40dB의 순음을 주고 반응이 있으면 10dB 낮추어 반응을 관찰하고 반응이 없으면 5dB 높여서 반응을 관찰하면서 1000, 4000Hz로 상행측정하였다. 음의 청취 표시는 피검자로 하여금 버튼(signal button)을 누르도록 하였으며, 청력역치 결정은 각 주파수마다 음을 주어 계속해서 2회 반응하면 최후에 반응이 있는 음압을 청력 역치(hearing threshold)로 정하였다.

1차 선별 청력검사 후 의사 문진과 이경 검사를 실시한 후 자기기입식 설문지를 완성하였다. 설문지의 내용은 일상생활에서의 청력장애와 일반적 특성 및 직업과 관련된 특성을 묻는 2부분으로 구성되었다. 청력장애에 대한 문항은 미국의 Lichtenstein 등(1988)이 65세이상의 노인들을 대상으로 개발한 HHIE-S(Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening version)를 우리말로 번역하여 사용하였다. 청력장애에 대한 문항은 총 10문항으로 응답은 “아니오”, “때때로 그러하다”, “예”로 답하는 Likert식이며(Hulley와 Cummings), “아니오”는 0점, “때때로 그러하다”는 2점, “예”는 4점으로 각각 점수화(scoring)하여 점수 범위가 0~40이 되도록 하였다. 점수가 높을수록 청력장애가 많은 것으로 평가하였다. 이 설문지는 일상생활을 하면서 다른 사람의 말을 잘 듣지 못하거나 혹은 들리지 않아서 경험하게 되는 당혹감, 불리하다는 느낌 또는 말다툼 등을 묻는 정서적 소척도(emotional subscale)와 다른 사람의 말을 알아듣는 정도와 그 반응 등에 대하여 묻는 사회적/상황적 소척도(social/situational)로 2개의 하위척도로 나누어져 있으며 하위척도는 각각 5문항으로 구성되어 있다(Ventry와 Weinstein, 1982). 일반적 특성 및 직업과 관련된 변수는 연령, 근무기간, 이질환력, 귀마개 착용 여부, 군복무력이었다. 군복무력은 사격이나 대포음에 많이 노출된 경우, 군복무는 하였으나 별로 노출되지 않은 경우와 군복무력이 없는 경우로 구분하였다.

2차 정밀 순음청력검사는 1차 선별 순음청력검사상 어느 한 귀라도 4000Hz에서 40dB 이상의 청력손실을 나타내는 자를 유소견자로 선별하여 시행하였다. 정밀검사의 대상자는 125명이었으나 실제 수진자는 54명이었다. 2차 정밀 순음청력검사는 최소한 16시간 이상 소음에 폭로되지 않은 상태에서 실시하였으며 본원 건강관리과의 방음실에서 0.5KHz(a), 1KHz(b), 2KHz(c)에 대한 청력손실정도를 측정하여 (a+b+c)/3 산식에 의하여 산출한 평균 순음어음영역 청력손실이 어느 한쪽 귀에서 30dB 이상이면서 4KHz의 고음영역에서 50dB 이상의 청력손실이 있는 경우를 청력난청자로 정의하였다(노동부, 1994).

HHIE-S 설문지가 선별검사에 이용되어 순음청력검사를 보완하여 선별검사의 효과를 높일 수 있는지를 보기 위하여 타당도를 점검해 보았다. 2차 정밀 순음청력검사 결과를 황금기준(gold standard)로 하여 1차 선별 순음청력검사와 각각의 HHIE-S 점수를 기준점으로 하여 민감도와 특이도, 위양성률과 위음성률 및 예측도를 구하였다. 또한 1차 선별 순음청력검사와 각 HHIE-S 점수별 기준점에서 병행검사(parallel test)에 대하여 민감도와 특이도를 구해 각각의 단독검사와 결과를 비교해 보았다(Fletcher 등, 1988; Knapp과 Miller, 1992). 그리고 이 병행검사에서 각 HHIE-S 점수를 기준으로 하여 민감도와 특이도를 ROC 곡선으로 나타내었다. ROC 곡선의 세로축과 가로축은 각각 민감도(sensitivity)와 1-특이도(specificity)를 나타낸다. 어떤 검사방법에 대한 ROC 곡선은 좌상방 끝점에 가까울수록 좋은 검사법이 된다(Fletcher 등, 1988; Sackett 등, 1991). 그래서 의학 분야에서는 진단검사의 기준점 제시와 진단검사간의 우수성을 비교하는 목적으로 사용되고 있다.

통계적 처리는 SPSS-windows, SAS 프로그램을 사용하여 t-검증법, χ^2 -검증법, 분산분석법, 다단계 다중회귀분석법 등을 이용하였다. HHIE-S의 신뢰도를 보기 위해서 Cronbach's alpha를 사용해서 신뢰도 계수를 구했다. 다중회귀분석은 청력장애에 영향을 미치는 중요한 변수와 그 상대적인 중요성을 알아보기 위해서 실시하였으며 모델에 투입될 변수로는 단일분석에서 각 변수와 청력장애와의 관계를 관찰해서 경계선 유의성 이상을 나타내는 변수들을 선정하여 단계적 추가분석법을 실시했다. 2가지 이상의 수준을 가지는 명목변수는 가변수로 변환하여 모델에 투입하였다.

III. 성적

1. 조사 대상자의 일반적 특징

연령별 분포를 살펴보면, 남자는 30대(28.5%), 여자는 20대(41.6%)가 가장 많았으며 남녀간 연령군의 비율 차이가 있었다($p < 0.01$). 남자는 20~40대에서 비교적 고른

분포를 보였으나, 여자는 10대와 20대가 65.9%로 대다수를 차지하였다. 남자의 평균 연령은 36.4세, 여자는 28.8세로 남자의 평균연령이 통계적으로 유의하게 높았다($P=0.000$)(Table 1).

Table 1. Age distribution of study subjects by sex (N=1019)

Variable	Male(N=488)	Female(N=531)
	N (%)	N (%)
Age(years) ***		
~ 19	21(4.3)	129(24.3)
20 ~ 29	136(27.9)	221(41.6)
30 ~ 39	139(28.5)	60(11.3)
40 ~ 49	116(23.8)	85(16.0)
50 +	76(15.5)	36(6.8)

*** P < 0.001

근무기간별 분포는 남녀 모두 4년 이하가 각각 37.9%, 67.6%로 가장 많았고 10년 이상군은 남자가 36.7%, 여자가 4.5%였다. 남자의 평균 근무기간이 8년으로 여자의 4년보다 통계적으로 유의하게 길었다($P=0.000$). 이질환력은 남자 3.9%, 여자 2.1%로 남자가 많았다. 귀마개 착용 여부는 남녀간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 ($p < 0.01$) 귀마개를 전혀 착용하지 않는 경우는 남자에서 46.9%, 여자에서 33.9%였다. 남자에서 균복무력이 없는 경우가 10.7%였다(Table 2).

2. 설문지의 내적 일치도

설문지의 내적인 일치도는 Cronbach's alpha값으로 살펴 보았다. HHIE-S 총척도에서 alpha값은 남녀 모두 0.84로 높은 편이었으며 정서적 소척도의 alpha값은 남자가 0.78, 여자가 0.76이었고 사회적/상황적 소척도의 alpha값은 남녀 각각 0.67, 0.70으로 비교적 양호한 편이었다(Table 3).

3. 청력장애와 관련된 변수들의 단일분석

Table 2. General and job related characteristics of study subjects by sex (N=1019)

Variables	Male(N=488)		Female(N=531)	
	N	(%)	N	(%)
Work duration(years)***				
~ 4	185	(37.9)	359	(67.6)
5 ~ 9	124	(25.4)	148	(27.9)
10 +	179	(36.7)	24	(4.5)
Previous history of ear disease ***				
No	352	(72.1)	307	(57.8)
Unknown	117	(24.0)	213	(40.1)
Yes	19	(3.9)	11	(2.1)
Use of ear plug ***				
Yes	108	(22.1)	120	(22.6)
Unknown	151	(30.9)	231	(43.5)
No	229	(46.9)	180	(33.9)
Military service				
No	52	(10.7)		
Unknown	352	(72.1)		
Yes	84	(17.2)		

*** P<0.001

Table 3. Measures of the Reliability of HHIE-S scale and it's emotional and social/situational subscales (N=1019)

Scale(No. of item)	Reliability coefficient ¹⁾	
	Male	Female
Total(N=10)	0.84	0.84
Emotional(N=5)	0.78	0.76
Social/situational(N=5)	0.67	0.70

1) Cronbach's alpha

HHIE-S의 평균점수로 본 연령군에 따른 청력장애는 남자에서 50대 이상군이 다른 연령군에 비해 상대적으로 높았으나 통계적 유의성은 없었다(Table 4).

여자에서는 총척도와 소척도 모두에서 연령에 따른 평균점수가 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 상대적으로 20대군과 50대군에서 점수가 높았다(Table 5).

남자에서 총척도와 사회적/상황적 소척도에서 근무기

Table 4. Mean and standard deviation of HHIE-S scores and scores of it's subscales by age in male(N=488)

Variable	HHIE-S		
	Total	Emotional	Social/situational
Age(years)			
~ 19	0.8±1.3	-	0.8±1.3
20 ~ 29	2.0±4.2	0.7±2.3	1.3±2.3
30 ~ 39	2.4±4.6	0.8±2.1	1.6±2.8
40 ~ 49	1.7±4.1	0.6±2.0	1.2±2.5
50 +	3.1±6.1	1.4±3.1	1.7±3.2

Table 5. Mean and standard deviation of HHIE-S scores and scores of it's subscales by age in female (N=531)

Variable	HHIE-S		
	Total	Emotional	Social/situational
Age(years)			
~ 19	2.9±4.2 ***	1.1±2.1 ***	1.8±2.5 **
20 ~ 29	3.2±4.9	1.4±2.6	1.8±2.7
30 ~ 39	1.5±3.2	0.6±1.7	0.9±2.0
40 ~ 49	1.0±3.9	0.3±1.6	0.8±2.5
50 +	3.6±7.0	1.8±3.6	1.8±3.5

** P<0.01, *** P<0.001

간에 따른 청력장애 점수가 유의한 차이를 보였으며 10년 이상군이 그 미만군보다 점수가 높았다. 귀마개 착용여부는 사회적/상황적 소척도에서 착용여부에 따른 청력장애 점수가 유의한 차이를 보였으며 귀마개를 잘 착용하는 군에서 점수가 높았다. 이질환력은 유의한 차이를 보이지 않았다. 군복무력은 총척도와 그 소척도 모두에서 군복무력에 따른 청력장애 점수가 유의한 차이를 나타내었으며 군복무력이 없는 군이 점수가 높았다(Table 6).

여자에서 근무기간에 따른 청력장애 점수가 총척도와 정서적, 사회적/상황적 소척도 모두에서 유의한 차이가 있었으며 남자와 마찬가지로 10년 이상군이 점수가 높았다. 이질환력과 귀마개착용여부는 통계적인 유

Table 6. Mean and standard deviation of HHIE-S scores and scores of it's subscales by work related variables in male(N=488)

Variables	HHIE-S		
	Total	Emotional	Social/situational
Work duration(years)			
~ 4	2.1±4.7 **	0.8±2.3	1.4±2.7 **
5 ~ 9	1.4±2.9	0.5±1.5	0.9±1.8
10 +	2.7±5.2	1.0±2.6	1.7±3.0
Previous history of ear disease			
No	2.1±4.3	0.7±2.2	1.4±2.5
Unknown	2.2±4.8	0.8±2.2	1.4±2.9
Yes	3.8±6.7	1.8±3.5	2.0±3.3
Use of ear plug			
Yes	3.0±5.4	1.0±2.7	1.9±3.0 **
Unknown	1.8±4.1	0.6±1.9	1.1±2.5
No	2.0±4.4	0.8±2.3	1.3±2.5
Military service			
No	4.3±5.6 ***	1.7±3.5 ***	2.5±3.7 ***
Unknown	1.6±5.7	0.6±1.8	1.1±2.3
Yes	3.1±7.5	1.2±3.0	1.9±3.0

** P<0.01, *** P<0.001

의성이 없었다(Table 7).

평균점수로 본 1차 청력검사결과 1000Hz에서 청력역치가 30dB 이상되는 군과 그 미만군간의 청력장애정도를 살펴 보면 총척도와 소척도 모두에서 두 군간에 유의한 차이가 있었으며 30dB 이상되는 군에서 청력장애 점수가 높았다. 마찬가지로 4000Hz에서도 총척도와 소척도 모두에서 청력역치가 40dB 이상되는 군과 그 미만군간에 청력장애 점수가 유의한 차이를 보였다(Table 8).

여자에서 1000Hz에서는 총척도와 소척도 모두에서 청력역치가 30dB 이상되는 군과 그 미만군간에 청력장애 점수가 유의한 차이를 보였으나 4000Hz에서는 청력역치가 40dB 이상되는 군과 그 미만군간에 총척도와 정서적 소척도에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였고 사회적/상황적 소척도에서는 경계선 유의성을 나타내었다(Table 9).

Table 7. Mean and standard deviation of HHIE-S scores and scores of it's subscales by work related variables in female(N=531)

Variables	HHIE-S		
	Total	Emotional	Social/situational
Work duration(years)			
~ 4	2.2±4.0 **	0.8±2.0 **	1.3±2.3 *
5 ~ 9	3.4±5.2	1.5±2.7	1.9±2.9
10 +	4.4±8.7	2.3±4.1	2.2±4.8
Previous history of ear disease			
No	2.4±4.9	1.0±2.4	1.4±2.8
Unknown	2.9±4.2	1.2±2.2	1.7±2.4
Yes	3.1±5.7	1.1±2.6	2.0±3.6
Use of ear plug			
Yes	2.8±5.0	1.1±2.6	1.7±2.7
Unknown	2.9±4.3	1.2±2.3	1.7±2.5
No	2.2±4.9	0.9±2.4	1.3±2.8

* P<0.05, ** P<0.01

Table 8. Mean and standard deviation of HHIE-S scores and scores of it's subscales by pure-tone screen in male(N=488)

Variables	HHIE-S		
	Total	Emotional	Social/situational
1000Hz			
≥ 30dB	5.4±4.0 ***	2.3±3.9 ***	3.1±3.7 ***
< 30dB	1.8±3.9	0.6±1.9	1.2±2.4
4000Hz			
≥ 40dB	3.9±6.4 ***	1.6±3.3 ***	2.4±3.5 ***
< 40dB	1.7±3.8	0.6±3.3	1.1±2.3

*** P<0.001

4. 청력장애에 영향을 미치는 변수들의 다중회귀 분석

단일분석에서 P값이 0.2이하인 변수들을 다단계 다중회귀분석에 투입하여 청력장애에 영향을 미치는 변수들을 선정하였다. 남자에서 단계적인 추가분석법에

Table 9. Mean and standard deviation of HHIE-S scores and scores of it's subscales by pure-tone screen in female(N=531)

Variables	HHIE-S		
	Total	Emotional	Social/situational
1000Hz			
≥ 30dB	4.0±6.0 **	1.6±2.7 *	2.5±3.6 ***
< 30dB	2.3±4.3	1.0±2.3	1.4±2.4
4000Hz			
≥ 40dB	5.0±6.5 *	2.4±3.3 **	2.6±3.6 †
< 40dB	2.6±4.6	1.0±2.3	1.5±2.6

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001, † P<0.1

의한 결과는 총척도에서 1000Hz 및 4000Hz에서의 청력역치가 중요 변수로 선정되었으며 이 두 변수의 설명력은 11%였다. 정서적 소척도와 사회적/상황적 소척도에서 선택된 변수도 총척도에서 선택된 변수와 동일하였다(Table 10).

Table 10. Stepwise multiple regression of HHIE-S scores and scores of it's subscales on study variables in male(N=488)

Variables	β^1	S.E.(β^2)	t value
HHIE-S			
Hearing threshold			
1000Hz	0.15	0.03	4.7 ***
4000Hz	0.05	0.01	3.6 ***
Emotional			
Hearing threshold			
1000Hz	0.07	0.02	4.2 ***
4000Hz	0.02	0.01	3.3 **
Social/situational			
Hearing threshold			
1000Hz	0.08	0.02	4.4 ***
4000Hz	0.03	0.01	3.3 ***

1) Regression coefficient
2) Standard error
** P<0.01, *** P<0.001

여자에서는 총척도에서 1000Hz에서의 청력역치, 근무기간과 나이 및 4000Hz에서의 청력역치가 선정되었으며 결정계수가 0.09이므로 9%정도 설명할 수 있었고, 정서적 소척도에서는 근무기간, 연령 및 1000Hz에서의 청력역치가 선정되었고 사회적/상황적 소척도에서는 총척도와 동일한 변수가 선정되었다. 근무기간, 연령, 1000Hz 및 4000Hz에서의 청력역치에 대한 다중공선성의 문제를 살펴보았다. 분산팽창요인(ViF)은 1.0~1.41, 허용도(tolerance)는 0.71~0.99, 고유값(eigenvalue)은 0.04~4.6, 조건지표(condition index)는 1~11.15, 분산비율(variation proportion)은 0.07~0.73이었다(Table 11).

Table 11. Stepwise multiple regression of HHIE-S scores and scores of it's subscales on study variables in female (N=531)

Variables	β^1	S.E.(β^2)	t value
HHIE-S			
Work duration	1.47	0.36	4.1 ***
Age	-0.64	0.18	-3.6 ***
Hearing threshold			
1000Hz	0.11	0.03	3.7 ***
4000Hz	0.05	0.03	1.9
Emotional			
Work duration	0.79	0.18	4.3 ***
Age	-0.23	0.09	-2.6 **
Hearing threshold			
1000Hz	0.05	0.01	3.9 ***
Social/situational			
Work duration	0.68	0.20	3.3 ***
Age	-0.38	0.10	-3.7 ***
Hearing threshold			
1000Hz	0.07	0.02	3.8 ***
4000Hz	0.35	0.02	2.3 **

1) Regression coefficient
2) Standard error
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

5. 타당도와 ROC 곡선

2차 정밀 대상자 중 수진자와 비수진자의 특성을 비교해 보았다. 대상자 125명중 54명이 수진하여 수진율은 43.2%였으며 성, 연령, 근무기간 및 1000Hz에서의 청력역치는 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 4000Hz에서의 청력역치에서의 청력장애 점수는 수진자가 비수진자에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다 ($p < 0.01$)(Table 12).

Table 12. Characteristics of respondents and nonrespondents(N=125)

Variables	Respondents (N=54)	Nonrespondents (N=71)
	M ± SD	M ± SD
Age(years)	44.1 ± 11.7	42.8 ± 9.6
Work duration(years)	11.6 ± 7.5	9.4 ± 6.3
HHIE-S scores	5.8 ± 7.6	2.7 ± 4.9 **
Hearing threshold		
1000Hz	26.3 ± 10.5	25.4 ± 9.1
4000Hz	52.7 ± 9.2	47.4 ± 10.3 **
Proportion male(%)	83.3	88.7

** P < 0.01

2차 정밀 순음청력검사를 받은 54명을 대상으로 각 검사법의 타당도를 살펴보았다. 1차 순음청력검사의 민감도는 62%, 특이도 83%, 위양성률 17%, 위음성률 38%였으며 정확도는 78%였다. HHIE-S 각각의 점수를 기준으로 하여 구한 타당도는 다음과 같다. 점수 2를 기준으로 했을 때의 민감도는 77%, 특이도 50%, 위양성률 50%, 위음성률 23%였고 점수 20을 기준으로 했을 때의 민감도는 31%, 특이도 93%, 위양성률 7%, 위음성률 69%였다. 1차 순음청력검사와 HHIE-S 점수 기준을 합한 병행검사의 타당도를 살펴보면, 민감도는 점수 2를 기준으로 하면 85%, 특이도 45%, 위양성률 55%, 위음성률 15%였고 점수 8을 기준으로 하면 민감도는 85%, 특이도 67%, 위양성률 33%, 위음성

률 15%였다(Table 13).

1차 순음청력검사의 민감도와 특이도를 증가시키면서 위양성률과 위음성률을 최소화하기 위한 최적의 기준점을 구하기 위하여 ROC곡선을 그렸다. 전체적으로 병행검사의 그래프가 HHIE-S 점수 단독의 기준 그래프보다 좌상방에 위치하여 더 나은 검사방법임을 보여 준다. 병행검사 중 점수 8을 기준으로 하면 민감도와 특이도는 비교적 높으면서 위음성률이 최소이다(Fig. 1).

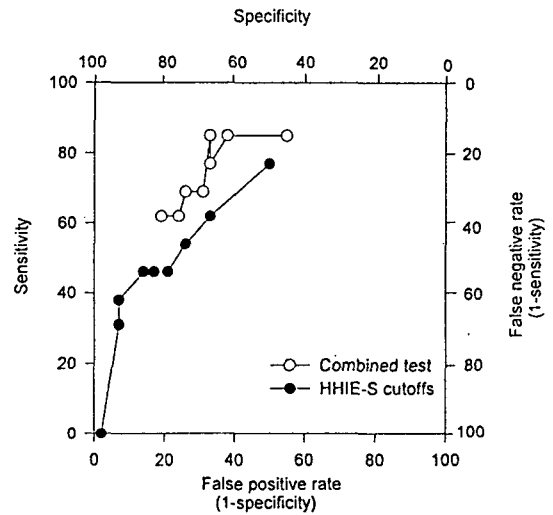


Fig. 1. ROC curves for HHIE-S scores and combined test against audiogram (dB) measures of hearing impairment.

IV. 고찰

소음에 의한 청각장애는 일반적인 생활환경 속에서도 발생하며 산업장의 소음에 지속적으로 노출되어 있는 근로자들에게 발생할 경우 청력장애로 인하여 산업 재해 발생이나 작업능률의 저하 등 여러 가지 중대한 문제를 야기한다. 소음성 난청의 초기에는 2000Hz 이상의 주파수를 가진 음역에 대한 청력손실을 청력도에서 관찰할 수 있기 때문에 소음성 청력손실을 조기에 발견하고 더 이상의 진행을 막기 위해 순음청력검사가 조기 진단이나 관리에 유용하게 이용되고 있다(윤경기 등, 1992). 그러나 청각은 주관적인 느낌이어서 이를 객관

Table 13. Sensitivity, Specificity, False positive rate, False negative rate and predictive value for diagnostic tests in the diagnosis of hearing-impaired workers(N=54)

Test	Sensitivity	Specificity	FPR ¹⁾	FNR ²⁾	PPV ³⁾	NPV ⁴⁾	Accuracy
	%	%	%	%	%	%	%
Pure - tone screen ⁵⁾	62	83	17	38	88	88	78
HHIE-S ⁶⁾							
score ≥ 2	77	50	50	23	32	50	56
score ≥ 4	62	67	33	38	36	85	65
score ≥ 6	54	74	26	46	39	84	69
score ≥ 8	54	74	26	46	35	82	67
score ≥ 10	46	79	21	54	40	83	71
score ≥ 14	46	83	17	54	46	83	75
score ≥ 16	46	86	14	54	50	84	76
score ≥ 18	38	93	7	62	63	83	80
score ≥ 20	31	93	7	69	57	81	76
score ≥ 22	-	98	2	-	-	76	75
Parallel ⁷⁾							
score ≥ 2	85	45	55	15	32	90	55
score ≥ 4	85	62	38	15	41	93	67
score ≥ 6	77	67	33	23	42	90	69
score ≥ 8	85	67	33	15	44	88	71
score ≥ 10	69	69	31	31	41	88	69
score ≥ 14	69	74	26	31	45	89	73
score ≥ 16	69	74	26	31	45	89	73
score ≥ 18	62	76	24	38	44	86	73
score ≥ 20	62	76	24	38	44	86	73
score ≥ 22	62	81	19	38	50	87	76

1) False positive rate

2) False negative rate

3) Positive predictive value

4) Negative predictive value

3) 4) Predictive value apply at hearing impairment prevalence of 24%

5) Pure-tone failed was defined as a 30dB loss at 1000Hz in one ear

6) HHIE-S cutoff points of 2, 4, 8, 10, 14, 16, 18, 20, 22

7) Pure-tone failed and HHIE-S cutoff points of 2, 4, 6, 8, 10, 14, 16, 18, 20, 22

적이며 정량적으로 측정하는 데에는 많은 어려움이 있다(오혜경 등, 1982). 또한 청력손실에 대한 개인의 반응은 청력손실 이외에 인격, 사회정신적인 조절 능력, 나이 및 육체적인 건강 등과 같은 요인들도 관여한다(Ventry와 Weinstein, 1982). 이와 같이 복합적인 현상인 청력장애는 순음청력검사 단독으로 정량화하기에는 적합하지 않다(Ventry와 Weinstein, 1982; 이종태,

1988). 그러므로 성인에서 청력손실을 선별검사하는 가장 빠르고 값싼 방법을 대표하는 자기평가식 설문지를 병행하여(Report of the U.S. Preventive Services Task Force, 1996) 선별검사의 정확도와 신뢰도를 높이면 더 많은 수의 근로자가 소음성 난청을 조기에 발견하여 대책을 강구할 수 있을 것이다.

Carmines와 Zeller(1979)는 척도의 신뢰도는 0.8이하

로 떨어져서는 안 된다고 강조하였는데 이 연구에서 HHIE-S의 신뢰도 계수는 0.84로 비교적 만족할 만하였다. 처음 HHIE를 개발한 Ventry와 Weinstein(1982)이 보고한 0.95보다는 낮았으나 Ventry와 Weinstein(1983)이 보고한 HHIE-S의 신뢰도 계수 0.87과 비슷하였다. 이 연구에서 연령과 청력장애간의 관계에서 남자는 연령에 따라 유의한 차이를 보이지 않은 반면에 여자는 50대를 제외하고는 연령이 증가할수록 청력장애가 적어지는 경향을 보였다. 이것은 Gatehouse(1990)의 연구 결과와 일치한다. Lutman 등(1987)과 Gordon-Salant 등(1994)은 청력손실이 있는 사람의 경우에 연령이 증가하면 청력장애를 적게 보고한다고 하였는데, 전자는 그 이유가 연령의 효과를 과도하게 보상하려고 하기 때문이라고 하였다. 반면에 후자는 두 가지 다른 가설을 제안하였다. 연령이 많은 사람은 의사소통의 필요성이 적어진다는 것과 연령이 많은 사람의 경우 청력손실의 효과를 인지하지 못할 정도로 느리게 진행되기 때문일지도 모른다는 것이다. 이 연구에서 남녀간에 연령에 따라 청력장애를 보고하는 정도가 서로 일치하지 않은 점은 추후 연구가 있어야 할 것이다. 남녀 모두에서 근무기간이 길어질수록 청력장애의 보고도 증가하였다. 소음성 난청의 가장 중요한 요인이 소음에 폭로된 기간이며 (Rom, 1992; Henderson 등, 1993; 원종욱 등, 1995), 또한 소음에 폭로된 근무기간이 길어짐에 따라 청력손실 수준이 높아지는 양-반응관계를 나타낸다고 보고되고 있다(Glorig와 Davis, 1961; 윤중섭, 1966; 박경희와 맹광호, 1971; 이용환, 1989; 주인하 등, 1990). 남녀 모두 이질환력에 따른 청력장애는 유의한 차이가 없었다. 소아기 가장 흔한 질환 중의 하나인 중이염에 의한 청력손실의 정도는 정상에서부터 50dB의 청력손실까지 다양하고 주로 회화영역에 청력장애를 유발하는 전음성 난청이며 후유증도 다양하여(Bess와 Hume, 1990) 이질환력의 유무만으로 청력장애를 평가하는 데는 부족한 것으로 사료되며 좀더 세분화된 이질환력으로 청력장애를 살펴보아야 할 것이다. 박상후(1991)는 이질환에 의한 난청도 전체 근로자의 청력장애 문제에 상당한 부분을 차지하고 있다고 하였다. 귀마개의 착용여부에 따른

청력장애는 남자에서 사회적/상황적 소척도만 제외하고는 유의하지 않았다. 귀마개를 착용할 경우 소음의 평균 감소효과는 귀마개의 종류와 착용하는 사람에 따라 다르기는 하지만 1000Hz에서 28dB, 4000Hz에서 34dB인데 (Newby와 Popelka, 1985), 이 연구에서는 남자의 사회적/상황적 소척도에서 귀마개를 잘 착용하는 군이 청력장애 점수가 유의하게 높았다. 이것은 청력장애가 있는 경우 경각심을 가지고 귀마개 착용을 받아들이는 것으로 짐작이 되지만 여자에서는 이러한 경향이 없고 또 귀마개의 착용기간, 착용시기, 착용 후의 청력보호효과 등에 대하여 청력장애를 면밀히 분석한 것이 아니므로 이 점에 대하여는 추후 연구되어야 할 것이다.

이 연구에서 남자에서 군경력이 없는 경우가 있는 경우에 비하여 청력장애가 많은 것으로 나타났다. 군경력과 청력장애를 직접 측정된 연구는 미미할 뿐만 아니라 그 결과도 일관성이 결여되어 있다. 포격에 중등도 또는 고도로 폭로된 사람의 경우 보통 4000Hz에서 청력손실이 발견되기도 하나 군경력에서 그러한 정도의 폭로는 빈번하지 않거나(Zenz, 1994) 군경력에 따른 청력역치의 차이는 없다고 한 연구(박상후, 1991)가 있다. 반면에 김현 등(1991)은 군복무시 시행한 사격이나 포격훈련에 의하여 청력손실이 생길 수 있다고 하였고, Ylikoski(1994)는 군복무중 보호구 없이 사격에 폭로되면 초기단계에 심각한 청력손실이 야기될 수 있다고 하였다. 이 연구에서 청력장애에는 군복무력 이외의 요인이 관여하는 것으로 사료된다. 여기에 대해서는 추후 더 많은 연구가 필요할 것으로 본다.

순음청력검사에 의한 청력역치와 청력장애의 관계는 남녀 모두 1000Hz에서 30dB 이상되는 군, 4000Hz에서 40dB 이상되는 군이 각각 그 미만군보다 청력장애가 많았다. 김지용 등(1993)의 연구에서는 청력장애를 느끼는 군과 느끼지 않는 군간의 청력장애는 4000Hz에서는 차이가 없었고 4분법에 의해서만 유의한 차이가 있다고 하였으나, Schow(1991)는 일상 생활에서의 어려움을 경험하게 되는 청력역치가 1000Hz에서 25~30dB, 4000Hz에서 40~45dB를 초과하는 경우라고 하였다. 이는 노동부의 1차 청력검사의 선별기준인 1000Hz에서 30dB,

4000Hz에서 40dB 이상과 일치한다. Ventry와 Weinstein (1983) 역시 순음청력역치와 청력장애간에 밀접한 관계가 있음을 보고하였다.

청력장애에 영향을 주는 요인을 찾기 위한 분석에서 남자에서 1000Hz에서의 청력역치가 가장 영향을 주는 변수로 선정되었으며 다음으로 4000Hz에서의 청력역치가 선정되었다. 여자에서는 남자와 마찬가지로 1000Hz에서의 청력역치가 가장 중요한 변수로 선정되었으며, 그 다음으로 근무기간, 연령이 선택되었고 정서적 소척도를 제외하고는 4000Hz에서의 청력역치가 선택되었다. 그러나 남녀 모두에서 모든 변수를 투여한 설명력이 7~11%로 작았다. 이는 청력장애에 큰 영향을 줄 수 있는 다른 변수들을 고려하지 못하였기 때문일 것이다. Ventry와 Weinstein(1982)는 청력장애를 결정하는 요인으로 인격, 건강, 경제력, 생활행태 및 가족변수 등이 있다고 보고하였는데 추후 이러한 변수들을 고려한 포괄적인 연구가 있어야 할 것이다. 연령, 근무기간 및 청력역치는 서로 연관성이 있으므로 이 연구에서 이들 회귀변수들간에 공선성의 문제가 있는지 살펴보았다. 다중공선성은 회귀변수들 사이에 강한 상관관계가 있어 정상적인 회귀 계수에 대한 해석이 어렵고 따라서 추정률이 감소하는 문제가 발생한다. 다중공선성의 문제를 고려해야 할 지표로 분산팽창요인(VIF)은 10이상, 허용도(tolerance)는 0.1이하, 고유값은 0.01이하, 조건지표는 30이상, 분산비율은 조건지표가 높은 경우에 2개 이상의 분산비율이 0.9이상인 경우들이다(성내경, 1994; Kleinbaum 등, 1988). 이 연구에서는 이들 지표들에 속하는 회귀변수들은 없었으므로 유의한 다중공선성의 문제는 없는 것으로 사료된다.

이 연구에서 2차 정밀순음청력 대상자의 수진율은 43.2%로, 송동빈(1987)의 46.5%와는 비슷하지만 이경은 등(1990)의 63.8%보다는 낮았다. 비수진자가 수진자에 비하여 청력장애가 적은 것은 비수진자가 스스로 청력장애를 인지할 가능성이 적기 때문이라고 한 Lichtenstein 등(1988)의 연구와 일치한다. 이 연구는 1차 선별 청력검사시 청력장애를 동정하는 설문지를 개발하여 순음청력검사와 병행검사할 경우에 타당도를

높일 수 있는지를 살펴보았다. 검사의 기준타당도(criterion validity)는 민감도와 특이도로 구성되고 ROC곡선을 근거로 종합 판단하는 것이 상례이다(Hulley와 Cummings, 1988; Schutle와 Parera, 1993). 민감도와 특이도가 각각 100%인 검사가 가장 이상적이나 실제로는 민감도와 특이도 사이에 역상관성이 있어 민감도를 높이면 특이도가 낮아지고 특이도를 높이면 민감도가 낮아진다. 또한 높은 민감도는 낮은 위음성을 보장하고 반면 높은 특이도는 낮은 위양성을 보장하므로(Fletcher 등, 1988; Sackett 등, 1991) 선별하고자 하는 질병의 심각성, 선별검사의 목적, 안전성, 비용, 실용성 등에 따라 최선의 임의의 선택을 하는 수밖에 없다. 이 연구에서 각 HHIE-S점수를 기준으로 한 타당도는 HHIE-S점수 10이상을 기준으로 할 경우 민감도는 46%, 특이도는 79%로 Lichtenstein 등(1988)의 민감도 72%, 특이도 77%에 비하여 타당도가 낮았다. 병행검사를 하면 Lichtenstein 등(1988)은 민감도 75%, 특이도 86%였으며 정확도도 단독검사에서 보다 증가하는 것으로 보고하였으나, 이 연구에서는 HHIE-S점수를 10이상으로 할 경우 민감도와 특이도가 각각 69%였으며 정확도도 순음청력검사의 78%보다 더 높지 않았다. 민감도와 특이도는 질병의 유병률과 밀접한 관련성이 있으므로(Fletcher 등, 1988; Sackett 등, 1991) 이 연구에서 근로자의 난청의 유병률이 Lichtenstein 등(1988)이 적용한 노인들의 난청의 유병률과 다른 데서 원인을 찾을 수 있을 것이다. 앞으로 질병의 유병률에 영향을 받지 않는 우도비(likelihood ratio) 등을 통하여 타당도를 비교하는 연구도 있어야 할 것이다(Sackett 등, 1991). 단일검사에서 가장 높은 정확도는 순음청력검사의 78%, 가장 높은 민감도는 HHIE-S점수 기준을 2이상으로 할 경우의 77%, 가장 높은 특이도는 HHIE-S점수 기준을 22이상으로 할 경우의 98%였다. 병행검사에서 가장 높은 정확도와 특이도는 HHIE-S점수 기준을 22이상으로 할 경우 각각 76%, 81%였고 가장 높은 민감도는 HHIE-S점수 기준을 2, 4, 8이상으로 할 경우의 85%였다. HHIE-S점수 기준을 22이상으로 할 경우 전체적으로 순음청력검사의 타당도와 비슷하다. 이 연구

에서 위양성률이 최소인 기준은 단일검사의 HHIE-S 점수 22이상으로 할 경우인데 이때 위양성률은 2%에 불과하나 민감도가 0으로 검사법 자체가 의미없게 된다. ROC곡선에서 민감도와 특이도가 높으면서 위음성이 최소인 기준점을 구하면 HHIE-S점수를 8이상으로 정했을 경우이다. 이 경우 정확도는 다소 떨어지기는 하지만 민감도가 훨씬 높아지고 따라서 위음성률이 크게 낮아지는 점이다. 어떤 검사법의 수행능력을 평가시에 고려해야 할 사항 중 하나가 검사하고자 하는 질병의 특성이다(Fletcher 등, 1988). 즉 문제의 질병을 선별하지 못하였을 때 중대한 결과가 초래되는지와 확실한 치료 또는 관리방법이 있는지에 대한 고려이다. 또 병행검사를 하게 되면 민감도와 음성에측치가 증가하여 위음성이 감소하는 반면에 특이도는 감소하여 위양성이 증가한다. 이 연구에서 선별하고자 하는 대상질병인 소음성 난청은 비가역적이며 약물요법 또는 수술적 치료가 어려우나(Rosenstock과 Cullen, 1994) 조기 발견을 하여 조기에 작업부서 전환을 하게 되면 거의 100% 예방이 되는 확실한 관리방법이 있는 질병이므로 1차 선별검사에서 민감도를 높여서 조기발견율을 높여야 할 것이다. 그리고 2차 정밀검사를 거치는 과정 자체가 근로자들에게 소음성 난청에 대한 상당한 교육효과가 예상될 뿐만 아니라 의사가 확실하게 교육을 시킬 수 있는 기회가 될 수 있으므로 소음성 난청을 선별하기 위한 1차 검사시에 순음청력검사에 병행해서 간단한 설문검사를 시행하여 민감도를 높일 필요가 있다. 이번 자료의 결과로 HHIE-S가 소음성 난청의 1차 선별검사에 순음청력검사와 함께 병행검사로서의 적용가능성이 어느 정도 뒷받침이 되었으나 선별검사의 효과는 대상이 된 환자의 구성, 여러 가지의 오류(bias), 우연에 의한 결과 등으로 인하여 과장된 결과로 나타날 수 있으므로(Fletcher 등, 1988) 장기적인 추적조사를 통해 최종적인 평가를 하여야 한다(Canadian Task Force, 1979). 소음성 난청의 선별검사에 대한 더 많은 연구가 있어야 할 것이다.

이 논문은 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 먼저 대상자의 문제이다. 청력장애의 유병률이 높은 노인들을 위

해 개발된 설문지를 비교적 젊은 연령층의 근로자를 대상으로 한 점이다. 어떤 진단검사의 신뢰도 및 타당도를 점검하려는 연구를 시도할 때 대상자 선정은 연구질병의 모든 질병기에 속한 사람들이 포함되는 방식으로 되어야 한다(Fletcher 등, 1988). 연구 대상자들 중 심한 질병기에 속한 자들이 차지하는 비율이 높을수록 선별검사의 수행능력이 우수한 것으로 평가되기 때문이다. 그리고 2차 정밀검사자의 수가 적었다. 둘째는 설문지 문항의 적절성이다. 노인들의 일상 생활에서의 정서와 사회적인 문제에 초점이 맞추어져 있어 비교적 젊은 근로자가 일상적으로 경험하게 되는 근로상황에 적절하지 않았다. 그러므로 소음성 난청 초기징후에 부합되는 장애문제에 초점을 맞춘 문항의 개발이 이루어져야 할 것이다. 특히 소음성 난청 초기에 있어서는 소리의 크기를 구별하지 못하는 것이 아니고 2000Hz 이하의 낮은 소리에 대한 청력은 아무런 장애도 없고 높은 소리에 대한 청력손실이 있을 따름이며 다만 당소리를 구별하는데 지장이 있으므로(정규철, 1973) 이 점에 초점을 맞춘 문항을 개발해야 할 것이다. 또한 의사소통능력에 영향을 미치는 많은 환경적, 정서적, 행동적 및 태도 요인들을 포괄적이고 계통적으로 평가할 수 있는 문항도 개발하여 적용해야 할 것이다(Ventry와 Weinstein, 1982). 마지막으로 그릇된 대담에 대한 문제이다. 사회적 정상인으로서 자아상(self-image)을 보호하기 위하여 또는 청력장애가 없다는 방향으로 답하는 경향도(Hallberg와 Carlsson, 1993) 배제할 수 없으므로 문항 개발시 긍정적인 답과 부정적인 답에 같은 비중을 두고 개발해야 할 것이다(Ewertzen과 Birk-Nielsen, 1973).

V. 요약

이 연구는 1994년도 5월부터 9월까지 동산병원 건강관리과에서 소음특수건강진단을 받은 근로자 중 일부를 대상으로 하여 1차 선별 순음청력검사에 난청선별 설문지(HHIE-S)의 적용가능성을 점검해 보기 위하여 시행되었다. 대상자는 이 기간중의 특수검진 수진자들로서 총 6,700명 중 계통적 표본추출법에 의하여 매 5번째의

근로자가 추출되었다. 최종분석 대상은 자료가 미비한 14명을 제외한 1,019명으로 남자 488명, 여자 531명이었다. 소음성 난청의 1차 선별검사로 순음청력검사와 HHIE-S를 포함한 설문지검사를 실시하였다. 청력검사의 1차 선별기준은 양쪽 어느 귀의 청력손실이 4000Hz에서 40dB 이상인 자로 하였고 2차 정밀검사에서 난청의 기준은 3분법으로 계산하여 30dB 이상이면서 4000Hz에서 50dB 이상의 청력손실이 있는 자로 하였다.

설문지의 신뢰도는 0.84였다. 청력장애와 관련된 변수들의 단일변량분석에서 유의한 차이를 보인 항목은 남자에서 HHIE-S 총척도와 사회적/상황적 소척도에서 근무기간, 근무부력, 1000Hz 및 4000Hz에서의 청력역치였으며 여자에서 총척도와 소척도 모두에서 연령, 근무기간, 1000Hz 및 4000Hz에서의 청력역치였다. 다단계 다중회귀분석에서 남자에서 1000Hz 및 4000Hz에서의 청력역치가 선택되었으며 여자에서는 총척도와 사회적/상황적 소척도에서 1000Hz 및 4000Hz에서의 청력역치, 근무기간, 연령이 선택되었다. 2차 순음청력검사를 황금기준으로 하여 1차 선별청력검사와 HHIE-S점수를 기준으로 한 ROC곡선을 그린 결과, 최적의 타당도는 병행검사에서 HHIE-S점수 8을 기준으로 하였을 때였으며 민감도와 특이도가 각각 85%와 67%이었으며 위음성이 15%로 최소였다. 이러한 결과는 HHIE-S가 우리나라에서 신뢰도 및 타당도가 비교적 적절하며 소음성 난청 1차 선별검사에 순음청력검사와 함께 병행해서 사용하면 민감도를 높이고 위음성을 떨어뜨림으로써 순음청력검사의 병행검사로 적용가능성이 있음을 시사해 준다.

참고문헌

김두희, 최동익, 정종학. 방직공장에서 근무하는 기직공의 난청도 조사. 경북의대잡지 1970;11(2):407-413
 김현, 조수현, 임현술. 군복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음폭로력이 청력에 미치는 영향. 예방의학회지 1991;24(1):86-92
 김준연, 이채연, 문덕환, 김진옥, 하회영, 윤병용, 배기택, 김용완, 전중휘. 소음성 청력 장애에 관한 조사연구.

인체의학 1982;3(2):9-17
 김지용, 임현술, 정해관, 문옥륜. 철강공장 근로자를 대상으로 살펴본 소음성 난청 진단기준에 관한 조사. 예방의학회지 1993;26(3):371-386
 김현옥, 정치경, 김형아, 노영만, 장성실. 소음부서 근로자 특수건강진단 실태 및 문제점. 대한산업의학회지 1994;6(2):276-288
 노동부. 특수건강진단방법 및 건강관리기준. 1994, 쪽 435-439
 노동부. '94년도 건강진단 실시결과 분석. 1995, 쪽 13-18
 문영환, 이경중, 신동천. 소음폭로 근로자의 건강관리 기준에 관한 연구. 산업보건연구논문집 1990년도 1991; 22-27
 박경희, 맹광호. 소음으로 인한 직업성 난청에 관한 조사 연구. 가톨릭 의학부 논문집 1971;10(4):1-20
 박상후. 2차 정밀 청력검사를 시행받은 철강공장 근로자들에 대한 조사 분석. 최신의학 1991;34(2):56-64
 성내경. SAS/STAT 회귀분석. 자유아카데미, 1994
 송동빈. 일반건강진단의 실태. 산업보건 1987;45:5-14
 오혜경, 심형보, 이성은, 김희남, 김영명, 김기령, 서억기, 권영화. 한국인 정상청력치와 그 상관관계에 관한 연구. 한이인지 1982;25(2):267-284
 원종욱, 안연순, 노재훈. 소음성 난청 진단에 있어 연령 보정의 효과. 예방의학회지 1995;28(3):651-662
 윤능기, 서석권, 이종영. 청력 선별검사와 정밀검사의 가청역치 비교. 계명의대논문집 1992;11(3):392-397
 윤능기, 이성관. 2차 검진 대상자의 수진을 향상을 위한 방안 - ROC곡선을 이용한 1차 선별검사의 최적 기준점의 제안. 1991년도 산업보건연구논문집 1992;85-98
 윤명조. 산업소음환경과 직업성 난청. 한국의 현대의학 1970;3(3):63-66
 윤중섭, 이태준, 윤명조. 모광산의 작업장 소음환경과 종업원의 청력소실. 현대의학 1966;5(2):249-256
 이경은, 박재용, 천병렬. 30세 이상 근로자의 이차 정밀검진 수진을 및 일차검진의 양성 예측도. 대한산업의학회지 1990;2(1):13-22
 이용환. 산업장 소음 환경과 근로자 청력손실의 변동에 관한 조사. 예방의학회지 1989;22(3):337-354
 이종태. 부산지역 제조업 산업장의 소음환경 실태와 소음폭로 근로자들의 난청에 관한 조사 연구. 인체의학 1988;9(1):95-107
 임현술, 김현, 정해관. 철강공장 근로자 중 난청 유소견자의 관리실태에 관한 조사. 대한산업의학회지 1992;

- 4(2):190-198
- 정규철. 직업성 청력 손실. 대한의학협회지 1973;16(12): 39-42
- 주인하, 이태용, 조영채, 이영수, 이동배. 산업장 근로자의 소음성 난청 발생요인에 관한 연구. 충남의대잡지 1990;17(1):59-67
- Bess FH, Humes LE. *Audiology The Fundamentals. Baltimore, William and Wilkins, 1990, pp 124-130*
- Berkowitz AO, Hochberg I. *Self-Assessment of Hearing Handicap in the aged. Arch Otolaryng 1971;93:25-28*
- Canadian Task Force on the Periodic Health Examination: *The periodic health examination. Can Med Assoc J 1979;121:1193-1254*
- Carmines EG, Zeller RA. *Reliability and validity assessment, Series No. 07-017, Sage Publications, 1979*
- Demorest ME, Erdman SA. *Scale Composition and Item Analysis of the Communication Profile for the Hearing Impaired. Ame Speech-Language-Hearing Association 1986;29:515-535*
- Ewertsen HW, Birk-Nielsen H. *Social hearing handicap index. Audiology 1973;12:180-187*
- Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EH. *Clinical Epidemiology. 2nd Ed., Baltimore, William and Wilkins, 1988, pp 42-75*
- Gatehouse S. *Determinants of Self-Reported Disability in Older Subjects. Ear & Hearing 1990;11(53):57S-65S*
- Giolas TG, Owens E, Lamb SH, Schubert ED. *Hearing Performance Inventory. Journal of Speech and Hearing Disorders 1979;44:169-195*
- Glorig A, Davis H. *Age, noise, and hearing loss. Ann Otol Rhin 1961;70:556-571*
- Gordon-Salant S, Lantz J, Fitzgibbons P. *Age Effects on Measures of Hearing Disability. Ear & Hearing 1994;15(3):262-265*
- Hallberg LRM, Carlsson SG. *A Qualitative Study of Situation Urning a Hearing Disability into a Handicap, Disability, Handicap & Society 1993;8:71-86*
- Henderson D, Subramaniam M, Boettcher FA. *Individual Susceptibility to Noise-Induced Hearing Loss: An Old Topic Revisited. Ear & Hearing 1993;14(3):152-168*
- Hulley SB, Cummings SR. *Designing Clinical Research. Baltimore, Williams and Wilkins, 1988, pp 31-52*
- Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods. Boston, PWS-KENT publishing Company, 1988*
- Knapp RG, Miller MC. *Clinical Epidemiology and Biostatistics. Maryland, Wiliams and Wilkins, 1992, pp 34-56*
- Lichtenstein MJ, Bess FH, Logan SA. *Validation of Screening Tools for Identifying Hearing-Impaired Elderly on Primary Care. JAMA 1988;259(19):2875-2878*
- Lutman ME, Brown EJ, Coles RRA. *Self-Reported Disability and Handicap in the Population in Relation to Pure-Tone Threshold, Age, Sex and type of Hearing Loss. British J. of Audiology 1987;21:45-58*
- Newby HA, Popelka GR. *Audiology, 5th Ed., Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1985, pp 340-344, 358-365*
- Report of the U.S. Preventive Services Task Force. *Guide to Clinical Preventive Services. 2nd Ed., Baltimore, Williams & Wilkins, 1996, pp 393-405*
- Rom WN. *Environmental and Occupational Medicine. 2nd Ed., Boston, Little Brown and Company, 1992, pp 1121-1131*
- Rosenstock L, Cullen MR. *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1994, pp 305-679*
- Sackett DL, Haynes RB, Guyatt GH, Tugwell P. *Clinical Epidemiology—a basic science for clinical medicine. 2nd Ed., Boston/Toronto/London, Little, Brown and Company, 1991, pp 69-119*
- Sataloff RT, Sataloff J. *Occupational Hearing Loss. 2nd Ed., rev. and expanded., New York, Marcel Dekker, Inc., 1993, pp 63-91, 187-203*
- Schow RL. *Consideration in Selecting and Validating an Adult/Elderly Hearing Screening Proctocol. Ear & Hearing 1991;12(5):337-348*
- Schulte PA, Parera FP. *Molecular Epidemiology. San Diego, Academic Press, Inc., 1993, pp 84-91*
- Ventry IM, Weinstein BE. *The Hearing Handicap Inventory for the Elderly: a New Tool. Ear & Hearing 1982;3(3):128-134*
- Ventry IM, Weinstein BE. *Identification of Elderly People With Hearing Problems. ASHA 1983;25(7):*

37-42

Waldron HA. *Occupational Health Practice. 3rd Ed., London, Butterworths and Co. Ltd., 1989, pp 245-268*
Ylikoski ME. *Prolonged Exposure to Gunfire Noise*

among Professional Solders. Scand J Work Environ Health 1994;20:87-92

Zenz C. *Occupational Medicine. 3rd Ed., Chicago, Mosby-Year Book, Inc., 1994, pp 258-296*