

한국인의 정상적인 노화에 의한 성별 연령별 순음청력에 의한 기준청력

Age- and Gender- Specific Reference Levels for Hearing Thresholds of Normal Aging in Korean

김 성 희*, 장 순 석**, 신 종 현*, 여 창 기*, 한 영 경***, 이 중 기***

(Sung Hee Kim*, Soon Suck Jarng**, Jong Heon Shin*, Chang Ki Yeo*, Young Kyung Han***,
Jung Ki Lee ***)

*대구파티마병원 이비인후과, ** 조선대학교 정보제어계측공학과, ***대구파티마병원 건강증진센터
(접수일자: 2005년 6월 13일; 수정일자: 2005년 6월 28일; 채택일자: 2005년 7월 21일)

이과적인 질환이나, 소음에 의한 청력소실이 없는 경우에도 노화에 의한 청력의 변화에 대해서는 잘 알려진 사실이다. 노인들의 청력에 대한 보고는 있었지만, 한국인의 노화에 의한 청력변화에 관한 보고는 드물고, 남녀의 차이에 대한 연구는 제한적이며, 아직도 이견이 있다. 최근 조선대학교에서 개발한 청력검사결과 관리 프로그램 (ARCISM)을 이용하여 한국인의 노화성 난청에 대한 기준 청력범위를 구하고자 연구를 시도하였다. 일 년여 동안 대구파티마병원 건강검진센터에 방문한 환자 중 문진에 응한 1603명의 청력검사결과를 소음에 노출된 경우나 기타 이과적인 질환을 배제한 후, 노화에 따른 청력의 변화에 대해 20대에서 80대까지의 청력도를 구하였다. 나이에 의한 주파수 대역별 청력역치의 상승을 통계학적으로 유의하였으며, 고주파수로 갈수록 그 정도가 심하였다. 특히 4kHz와 8kHz에서 남자에 있어서 여자보다 통계적으로 유의하게 청력소실이 더 크게 나타났다. 개발한 프로그램의 운용으로 방대한 청각검사자료를 이용하여 쉽게 노화에 따른 청력 변화에 대해 기준청력범위를 구할 수 있었고, 향후 노화성 난청의 재활이나 한국형 보청기 개발에 기초자료로 활용될 것으로 생각된다.

핵심용어: 순음청력, 노화성 난청, 청력역치, 보청기, 청력검사

투고분야: 생체 및 의학 음향분야 (15.2)

Declining auditory performance with advanced age is a well known and common problem that is becoming more prevalent due to the increasing number of elderly people in our society. We introduce a novel ARCISM (Audiogram Result Computer Input, Save & Management software) data management program which enables the assessment of the risk of past history of hearing impairment on the basis of known risk factors. This study investigates the reference levels of pure tone hearing threshold of normal aging in Korean and the difference between genders. The subjects were carefully selected by questionnaire and absence of any history of otologic infection, noise exposure, and ototoxic drug among 1603 subjects, who visited Health Promotion Center in Daegu Fatima Hospital for one year. The results show (1) hearing sensitivity declines with age, (2) higher frequency shows steeper slope of hearing declines than lower frequency, and (3) there were more hearing loss at 4 and 8 kHz in men than in women. Due to the ARCISM program, it was possible to manage huge data of hearing results and to obtain the reference level of age-related hearing declines. Furthermore, we expect that the results of this study can be the fundamental data for hearing rehabilitation for the elderly and for developing suitable hearing aids for Korean.

Keywords: Pure Tone Hearing Threshold, Presbycusis, Hearing Threshold, Hearing Aid, Hearing Test

ASK subject classification: Biological and Medical Acoustics (15.2)

I. 서론

이과적인 질환이나 소음성 난청이 없이도 노화에 의해서 청력이 나빠지는 것은 잘 알려진 사실이다[1-7]. 사회가 빠르게 고령화 되어감에 따라 이러한 노화성 난청에 대한 관심이 높아져가고 있다. 하지만, 인간에 있어서 longitudinal study의 어려움으로 인하여, 노화에 의한 청력소실의 자연적 경과에 대한 지식은 부족한 편이며, 특히 여성의 경우 더욱 그러하다. 더욱이 성별에 의한 청력변화의 차이에 대해서는 아직 정확히 언급되지 않았고, 그 차이에 대한 통계적인 유의성을 증명하기 어려웠다. 한국인의 노화에 의한 청력변화에 대한 이전의 연구로는 1969년 정태인[8]에 의한 연령대별, 성별 청각 연구를 시행한 바 있으며, 40대 이후의 중년층 이상에서의 난청양상에 대한 소수의 연구가 있었다[9,10].

노인에 있어서 청력의 감소는 나이에 의한 것인지, 소음이나 이독성 약물, 감염 등의 다른 외적인 난청 요인에 의한 것인지 구별하기가 쉽지는 않다. 이에 본 저자들은 대구파티마병원 검진센터에서 건강검진을 시행하는 피검자들을 대상으로 소음성 난청이나 중이염, 항암제와 항생제 사용 및 두부외상 등에 의한 난청의 위험요소를 최소화한 경우에서 노화에 의한 청력의 변화가 있는지, 성별에 의한 차이가 있는지 알아보고자 하였다. 최근 조선대학교에서 개발한 청력검사결과 관리 프로그램 (ARCISM: Audiogram Result Computer Input, Save & Management software)을 이용하여 방대한 청각검사자료의 수집과 처리에 있어서 도움을 얻고자 하였다 (그림 1).

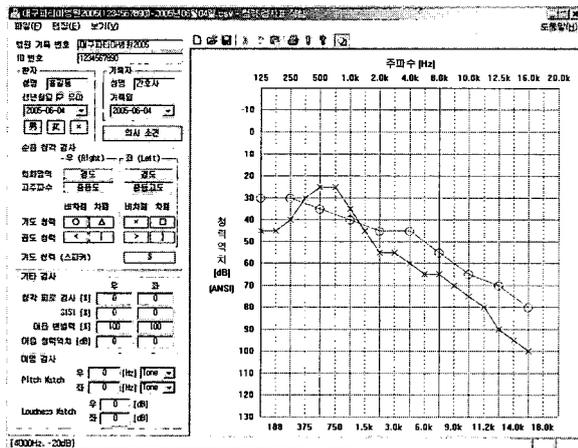


그림 1. 청력검사결과 관리 프로그램 화면도
Fig. 1. ARCISM (Audiogram Result Computer Input, Save & Management software) main window.

II. 방법

청력검사결과 관리 프로그램 (ARCISM)은 이비인후과 청력 검사자의 오랜 경험을 토대로 편리하도록 제작되었다. 주 화면의 그림 창에서 x축은 주파수를 y축은 청력 역치를 dB 단위로 표기하고 있다. 8kHz 이상의 고주파 대역도 함께 표기하였다. 본 프로그램을 사용하는 병원/의원의 환자 관리방식에 따라 병원기록번호와 환자ID번호를 입력하여 파일로 저장하되 엑셀 파일로 저장되도록 하였다. 환자의 성명과 생년월일 그리고 성별 및 유아로 구분하도록 하였고, 청력 검사를 수행하는 기록자의 성명과 기록날짜 그리고 의사의 소견도 입력 저장된다. 순음 청각 검사는 좌이와 우이로 나누고, 8kHz 이하의 회화 주파수 대역과 8kHz 이상의 고주파수 대역 각각에 대한 청각 레벨을 달리 표기하고 있다. 기도 청력과 골도 청력에 따라 표기 심볼을 청력검사표기 기준에 맞추고 우이는 적색으로 좌이는 청색으로 구분하였다. 청력 검사를 더 자세하게 하는 경우에 대비하여, 청각 피로검사, 어음 변별력, 어음 청력역치, 이명 검사 결과도 모두 좌우에 따라 구분하여 기록, 저장되도록 하였다.

2004년 1월 7일부터 2005년 3월 11일까지 대구파티마병원 건강검진센터를 방문하여 검진을 시행한 피검자들 중에서 자발적으로 설문지에 응한 1,603명을 대상으로 하였다. 검진에서 고막의 관찰이 이루어지지 않았기 때문에, 이 중에서 설문지 상에서 중이염이나 이루의 기왕력이 한 쪽이라도 있는 경우는 전음성 난청의 가능성을 배제하기 위하여 제외시켰다. 그리고, 항생제나 항암요법을 받은 경우, 두부외상, 소음환경에서 일한 기왕력이 있거나, 군에 근무한 보고를 한 경우도 동반되는 난청의 가능성을 배제하기 위하여 제외시켰다. 여자의 경우 391명, 남자의 경우 123명 만이 위의 경우를 만족하였다. 성별에 따른 나이의 분포는 표 1과 같다.

청력검사의 경우 Pure tone audiometry (Beltone Electronics Sorporation, Model 112 Audiometer, 4201 W. Victoria Street Chicago, IL, USA)를 사용하

표 1. 피검자들의 성별 연령별 분포 (단위: 명)
Table 1. Age and Gender Classification for Subjects (Unit: person).

연령대	남	여
20-29	3	22
30-39	24	116
40-49	47	99
50-59	29	85
60-69	15	57
70-79	5	12
총계	123	391

였으며, 오디오미터 교정은 매년 한 차례씩 시행하였다. 검사방법은 비슷한 청력이라고 하는 경우에 우측 귀부터, 차이를 호소하는 경우에 잘 들리는 귀부터 헤드폰을 쓰고 오디오 부스 (Industrial Acoustics Company Inc., Model IAC 400A, 1160 Commerce Ave, Bronx, NY, USA) 안에서 기도청력역치를 측정하였다. 먼저 1kHz에서 시행하여 8kHz까지 시행하고 다시 1kHz에서 0.25 kHz까지 측정하였으며, 각 주파수별로 ascending 및 descending method (음압증감법)로서 3 cross testing 을 하여 청력역치를 찾았다.

피검자들의 청력은 양측 귀의 청력역치를 평균하여 피검자를 대표하는 청력으로 하였고, 남녀를 구분하며, 각 연령대별로, 그리고 각 주파수별로 평균과 표준편차를 구하여 기준청력치를 계산하였다. 노화성 난청에 있어서 성별에 따른 차이가 있는지를 알아보기 위하여, 각 주파수를 종속변수로, 나이를 공변량으로 하여 성별에 의한 효과를 평가하기 위하여 SPSS 11.0 프로그램을 이용하여, one-way analysis of covariance (ANCOVA)를 이용하여 통계처리를 하였다.

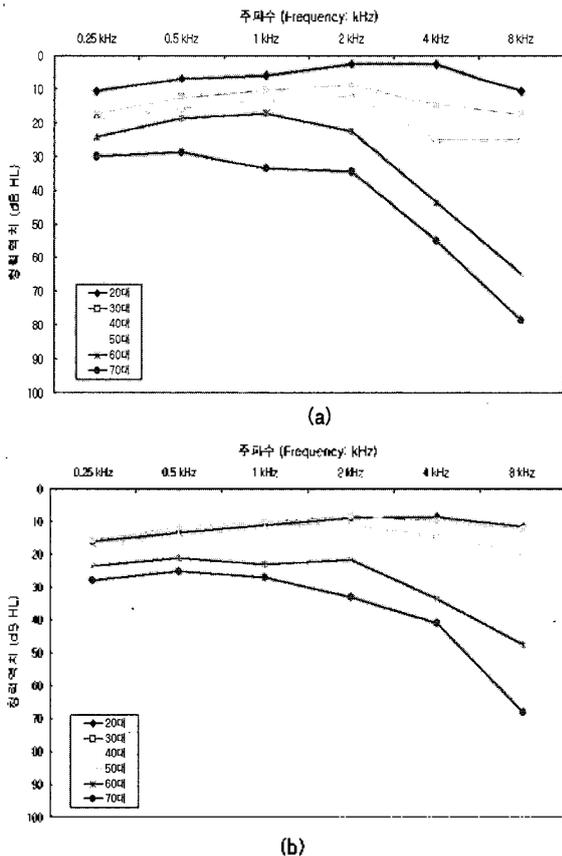


그림 2. 연령대별 순음 청력도. (a). 남성의 연령별 청력도 (b). 여성의 연령별 청력도
Fig. 2 Age specific pure tone audiogram. (a). Male (b) Female.

III. 결 과

각 연령대별로 그리고 각 주파수별로 평균값을 이용하여 그림 2에서 남성과 여성에서의 순음 청력도를 나타내었다. 20대의 경우 8kHz를 제외하고는 전 주파수대역에서 남성이 약 5 dB 높게 나타나고, 여성의 경우 20-40대 까지 2kHz까지는 거의 차이가 나타나지 않는 반면 남성에 있어서는 10 dB 정도의 차이를 보이고 있다. 그림 3에서는 연령에 대한 주파수별 평균 청력역치를 청력도로 나타내었다. 남녀 모두 연령대가 증가할수록 청력역치가 증가함을 관찰할 수 있다.

노화에 의한 청력변화에 대한 성별에 의한 차이를 분석한 one-way ANCOVA 결과는 표 2와 같다. 모든 주파수에서 나이가 증가할수록 청력역치가 통계적으로 유의하게 ($p < 0.0001$) 증가함을 관찰할 수 있었다. 2kHz 이하의 저주파수음에서는 청력소실에 있어서 남녀간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 4kHz와 8kHz에서는 통계적으로 유의한 차이 (각각 $p < 0.0001$ 과 $p < 0.001$)를 보이는 것으로 관찰되었다. 그림 3에서 보는 바와 같이 남성

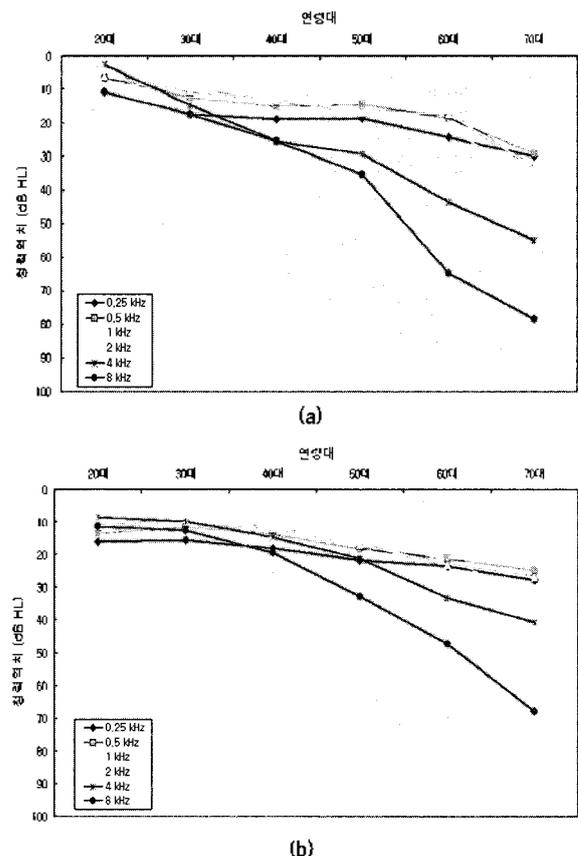


그림 3. 주파수별 청력도. 가. 남성의 주파수별 청력도 나. 여성의 주파수별 청력도
Fig. 3 Gender specific pure tone audiogram. (a). Male (b) Female.

표 2. 노화성 난청의 성별차이에 대한 ANCOVA분석
 Table 2. ANCOVA Analysis about Gender Difference of Aging Hearing Loss. df = degree of freedom, F=분산의 비.

종속변수	source	df	F	P value
0.25kHz	Age	1,513	94.19	<0.0001
	Gender	1,513	0.038	0.85
0.5kHz	Age	1,513	117.85	<0.0001
	Gender	1,513	1.21	0.27
1kHz	Age	1,513	170.79	<0.0001
	Gender	1,513	0.31	0.58
2kHz	Age	1,513	211.72	<0.0001
	Gender	1,513	0.10	0.75
4kHz	Age	1,513	292.27	<0.0001
	Gender	1,513	38.37	<0.0001
8kHz	Age	1,513	540.12	<0.0001
	Gender	1,513	12.32	<0.001

의 경우 고주파수에서 청력소실이 여성에서보다 나이가 들수록 더 큰 폭으로 변화되는 것을 볼 수 있었다.

IV. 고찰

남녀간의 청력의 차이에 대한 보고도 부족하고, 뚜렷한 설명은 없었으나, 이에 대한 이해는 난청의 기전에 대한 이해뿐만 아니라, 나이가 치료적인 접근을 시도할 수 있을 것이다. 성호르몬의 차이에 의한 것으로 설명하려는 시도가 있어왔는데, 특히 X-성염색체가 하나만 있는 터너 증후군 생쥐에서 여성호르몬인 에스트로젠이 부족하고, 이 경우 노화성 난청이 빠르게 진행되는 것을 보고한 흥미로운 연구가 있으며[11], 해부학적으로 인간에 있어서 남성의 경우 여성에 비하여 외이와 외이도의 길이가 10% 더 크고 용적은 30% 더 크다고 하며[12]와 우가 13% 더 같다는 보고도 있다[13].

노화성 난청의 성별 차이도 아직 뚜렷하게 밝혀지지 않은 상황이다. 이전의 우리나라의 문헌을 살펴보면, 평균값의 차이가 나타난다[8,9]고도 하고 차이가 없다[10]고 보고하는 등 논란이 있다. Framingham cohort 연구에서 60세 이상의 노인에서 10년 이하의 추적연구 결과 남녀간에 청력 소실율에 차이가 없다고 보고하였다[4]. 하지만, Pearson 등[6]은 Baltimore Longitudinal Study of Aging을 통하여 청장년층을 포함하는 10년 이상의 장기적인 추적연구 결과를 통한 보고에 의하면, 30세 이후부터 여성에 비하여 남성에서 노화성 난청의 속도가 더 빠르고, 특히 소음에 의해 영향을 가장 많이 받는

4kHz 주변의 청력의 소실율에 있어서 성별에 가장 큰 차이를 보고하였다. 본 연구에서는 4kHz와 8kHz모두에서 남자에서 청력소실이 더 큰 것으로 나타났는데, 이는 본 연구에서처럼 cross-sectional 연구를 통해서도 유사한 결과를 도출할 수 있었음은, 노화성 난청이 인종을 넘어서는 보편적인 현상을 뜻하는 것으로 생각된다. 일부 지역 내에서도 설문지를 통하여 질병을 배제하더라도 유사한 결과를 관찰할 수 있었음을 보여주는 경우로, 향후 노화성 난청에 대한 연구의 방향을 제시하는 의미를 가지는 것으로 본다. 본 연구에서 사용한 청력검사결과 관리 프로그램 (ARCISM)은 이러한 연구에 필수적인 도구였다.

V. 결론

지역병원의 검진센터를 방문하여 시행한 청력검사 피검자들을 대상으로 설문지를 이용하여 난청의 위험요소를 최소화하여 순음청력검사 결과를 비교한 결과 노화성 난청이 노인들에게 국한되어 나타나는 것은 아니며 전 연령층에서 노화에 의해서 청력역치가 증가함을 관찰할 수 있었다. 4kHz와 8kHz의 고주파수 음에서는 남자의 경우 여자보다 노화에 의한 청력의 소실율이 더 크게 나타났다.

참고 문헌

1. C. Bunch, "Age variations in auditory acuity", Arch Otolaryngol. 9, 625-636, 1929.
2. J. Corso, "Aging and auditory thresholds in men and women", Arch Environ Health. 77, 385-405, 1963.
3. F. Harbert, I.M. Young, H. Menduke, "Audiologic findings in presbycusis", J Aud Res. 6, 297-312, 1966.
4. G.A. Gates, J.C. Cooper, W.B. Kannel, et al., "Hearing in the elderly: The Framingham cohort, 1983-1985", Ear Hear. 11, 247-256, 1990.
5. L.J. Brant, J.L. Fozard, "Age changes in pure tone hearing thresholds in a longitudinal study of normal human aging", J Acoust Soc Am. 88, 813-820, 1990.
6. J.D. Pearson, C.H. Morrell, S. Gordon-Salant, et al., "Gender differences in a longitudinal study of age-associated hearing loss", J. Acoust. Soc., Am., 97, 1196-1205, 1995.
7. C.H. Morrell, S. Gordon-Salant, J.D. Pearson, et al., "Age- and gender-specific reference ranges for hearing level and longitudinal changes in hearing

level", J Acoust Soc Am. **100**, 1949-1967, 1996

8. 정태인, "노인성난청의 청각학적 고찰", 대한이비인후과학회지, **12**, 145-154, 1969.
9. 나가사, 박찬일, "노인성 난청의 청각학적 고찰", 한이인지, **25**, 632-640, 1982.
10. 최익수, 한영훈, 전병훈, "노인성 난청의 청각학적 고찰", Korean J. Audiology, **1**, 149-154, 1997.
11. M. Hultcrantz, E.A.Stenberg, A.Fransson, et al., "Characterization of hearing in an XO Turner mouse", Hear. Res. **143**, 182-188, 2000.
12. M.R.Stinson, B.W.Law, "Specification of the geometry of the human ear canal for the prediction of sound-pressure level distribution", J. Acout. Soc. Am. **85**, 2492-2503, 1990.
13. H.Sato, I.Sando, H.Takahashi, "Sexual dimorphism and development of the hyman cochlea", Acta Otolaryngol. (Stockh.) **111**, 1037-1040, 1991.

• 한영경 (Young Kyung Han)



2004년 2월 계명대학교 간호학과 (학사)
2002년 10월~현재: 대구피타미병원 건강증진센터

• 이 중 기 (Jung Ki Lee)



1972년 2월: 경북대학교 의학과 (학사)
1980년 2월: 경북대학교 의과대학 (박사)
1981년~1984년: 대통령경호실 의무실장
1984년~1988년: 국군서울지구병원장
1988년~현재: 대구피타미병원 알레르기내과 과장

저자 약력

• 김 성 희 (Sung Hee Kim)



1991년 2월: 경북대학교 의학과 (학사)
1995년 8월: 경북대학교 의과대학 이비인후과 (석사)
1996년 2월: 이비인후과 전문의
1996년~2000년: 대구직업사범병원 이비인후과장
2000년~2003년: Dep. of Otolaryngology,
University of Rochester,
Rochester, NY, USA (Research
Fellow)

2003년~현재: 대구피타미병원 이비인후과장

• 장 순 석 (Soon Suck Jarng)



1984.2: 한양대 전자공학과 (공학사)
1985.9: 영국 쉘대학교 전자공학과 (공학석사)
1988.9: 영국 버밍엄대학교 의과대학 생리학 (의학사)
1991.12: 영국 버밍엄대학교 전기전자공학과 (공학박사)
1992.3~현재: 조선대학교 정보제어계측공학과 교수
※주요연구분야: 유한요소 경계요소기법, 달팽이관
모델링, 보청기

• 신 중 현 (Jong Heon Shin)



1995년 2월: 경북대학교 의학과 (학사)
2000년 2월: 이비인후과 전문의
2001년 2월: 경북대학교 의과대학 (석사)
2005년 2월: 경북대학교 의과대학 (박사)
2001년~현재: 대구피타미병원 이비인후과장

• 여 창 기 (Chang Ki Yeo)



1995년 2월: 경북대학교 의학과 (학사)
2000년 2월: 이비인후과 전문의
2001년 2월: 경북대학교 의과대학 이비인후과 (석사)
2005년 2월: 경북대학교 의과대학 이비인후과 (박사)
2000년 3월~2005년 8월: 대구피타미병원
이비인후과장
2005년 9월~현재: 계명대학교 동산의료원 이비인후과
(전임강사)