

고등학생 청각선별 결과

Results of Hearing Screening in Senior High School Students

오 승 하*, 허 승 덕
S. H. Oh, S. D. Heo

요 약

본 연구는 경상지역 남녀 고등학생을 대상으로 하고, 재검대상자 비율을 통해 청각 선별의 필요성을 고찰하고자 한다. 연구 대상은 여자 고등학생 359명, 남자 고등학생 205명 등 모두 564명으로 하였다. 청각선별은 고막운동성계측(tympanometry)과 자동화 이음향방사(automated otoacoustic emission; AOE)를 이용하였다. 재검대상자 중 위양성 소견을 보인 여학생 8명(2.228%) 11귀와 남학생 9명(4.39%) 10귀를 제외하면 최종 재검대상자는 여학생이 9명(2.5%), 남학생이 19명(9.268%)으로 각각 관찰되었다. 고막운동도와 AOE는 남녀 사이 차이가 나타나지 않았다. 결론적으로 청소년 청각선별은 이관 성장 발달에도 불구하고 순음청각선별로 확인하기 어려운 난청을 선별하기 위하여 고막운동성계측을 시행할 필요가 있고, 위양성 결과를 낮추기 위한 노력이 필요하다.

ABSTRACT

The aimed of the study was to investigate the referral rate of hearing screening for girls and boys senior high school in Gyeongsan and to consider the need for hearing screening. 359-girl and 205-boy were participated. Hearing screening was conducted tympanogram, automated otoacoustic emission(AOE). Final referral rate was observed 9 girl (2.5%) and 19 boy (9.268%), respectively. There was no differences between boys and girls in tympanogram and AOE. In conclusion, hearing screening for senior high school students needs to conduct tympanometry in order to screen hearing loss which is difficult to check through pure tone screening regardless of development of the Eustachian tube, and we need to make an effort to lower the false positive results.

Keyword : hearing screening, senior high school student, automated otoacoustic emission(AOE), tympanometry

1. 서론

청력손실(hearing loss)은 '듣기에 어려움을 느낀다.'라는 뜻으로 청각기관의 해부학적 구조물의 손상으로 인하여 생리학적 기능 손실이 발생하고 이로 인해 환경음을 포함한 음성 언어 등의 소리를 듣지 못하는 것을 말한다. 청각기관에서 해부학적 구조물의 손상은 고막 천공이나 중이의 염증, 내이

코르티 기관 유모세포의 퇴행성 변화 등 다양하게 나타난다.

청력손실은 청각선별과 진단검사 등을 통해 발견할 수 있다. 선별검사는 신생아청각선별검사(universal newborn hearing screening; UNHS)가 대표적이다. 진단검사는 선별검사서 청력손실이 의심스럽거나 청력손실을 자각한 개인이 난청 정도와 청력손실의 원인이 어디에 있는지를 정확하게 감별하기 위해 시행하고, 제할 방향 설정 등에 중요한 정보를 제공한다.

UNHS는 청각선별을 통한 난청의 진단은 생후 3개월 이전에 확진하고, 생후 6개월 이내 청각언어제활을 시작하여야 하지만[1], 여전히 모든 신생아를 대상으로 하지 않고 있으며, 고위험 난청군일지라도 추적 관리 시스템이 없어서 난청 발견이 늦어지기도 한다. 난청 발견이 늦어지면 언어 발달을 위한

접 수 일 : 2016.02.16

심사완료일 : 2016.02.18

게재확정일 : 2016.02.25

* 오승하 : 좋은강안병원, 대구대학교 대학원

wuchengxia@naver.co.kr (주최자)

허승덕 : 대구대학교 언어치료학과 교수

audiolog@daegu.ac.kr (교신저자)

중재 시기가 지연되어 재활에 있어 중요한 시기를 놓칠 수 있다.

9세 이전 난청은 학령기 선별을 통해 확진에 이르는 경우가 50~90%에 이르고, 이 시기 난청 유병률은 신생아의 2배에 이른다[2]. 실제로, UNHS 이후 초등학교 2학년을 대상으로 10년 동안 시행한 청각선별에서 1,000명 중 3.65명이 영구적 난청이 있었고[3], 이들 중 UNHS에서 난청을 확진 받은 경우는 1,000 중 0.9명으로 나타났고, 청력손실 정도는 중도부터 고도 이상의 난청도 1,000명 중 1.5명에 이른다[4].

우리나라 청소년 청각선별은 중학교와 고등학교 1학년 검진항목에 순음청각선별이 포함되어 있으나 체계적 검진은 이루어지지 않고 있다. 이 시기 학생들은 학업에서 오는 스트레스 등을 해소하기 위해 강한 음원으로 청취하는 경향이 있고, 이러한 강한 음향은 특정 주파수에 국한된 청력손실을 유발한다. 아울러 성장과 관련하여 중이 질환에 의한 청력 변화가 흔하지만 이를 발견하기는 쉽지 않다. 이외에도 UNHS에서 중등도 이하 난청 선별에 민감도가 낮아 청력손실을 발견하지 못하는 경우가 종종 있고[1, 5-6], UNHS를 통과한 학생이 감각신경성 난청을 확진 받는 경우가 있어서[7-8] 이 시기 청각선별은 중요하다.

난청자에게 청각학적 재활 서비스를 제공하지 않으면 우울, 사회적 고립, 교육 문제, 의존 손실, 치매 등으로 연계된다[9-12]. 그러나 청각 보조기구를 사용하는 난청자의 직무만족도와 일상생활만족도가 향상된다[13]. 청력손실이 난청자의 경제 활동에 지장을 주어 노동력을 상실하고, 사회적 생산 활동에 접근을 방해하는 등 국가 경제적으로도 큰 손실이 따른다는 점을 고려하면 청각선별은 중요한 의미를 갖는다.

이 연구는 신생아기 이후 체계적인 평가를 받지 못하는 청소년들의 청각실태를 특정 지역 고등학교 청각선별 결과를 통해 알아보고, 이들이 건강한 사회 구성원으로 성장하는 데 기여하고자 한다.

2. 대상 및 방법

2.1 연구 대상

청각선별은 경산 지역에서의 일반 여자고등학교와 특성화 남자고등학교에 재학 중인 15.17세부터 18.67세 사이의 청소년 566명(남:여=207:359)을 대상으로 하였다. 여학생은 16.33~18.42(17.39±0.56)세의

359명, 남학생은 15.17~18.67(16.58±0.71)세의 207명 등이었다. 남학생 중 2명은 중이염 치료 중인 것으로 보고하여 분석 대상에서 제외하였다.

2.2 연구 방법

2.2.1 청각선별 검사실과 장비

이 연구는 대상자 모두에게 검사가 비침습적이고 간단하다는 것과 구체적인 검사 과정을 설명한 후, 나이를 포함한 결과 활용에 대한 자발적 동의를 받았다.

청각선별 장소는 기관과 협의를 통해 가장 조용한 공간을 선택하여 시행하였다. 검사실 소음은 소음계(NA-20, Rion, Japan; digital sound level meter, RadioShack, USA)로 30~60분 간격으로 측정하였으며, 소음이 50 dB(A) 이하인 경우에만 청각선별을 시행하였다.

청각선별 검사 장비는 이미티스(GSI 33; GSI 38, Grason-Stadler Inc., USA), 자동화이음향방사(automated otoacoustic emission: AOAЕ, GSI 70 automated otoacoustic emission) 등을 사용하였다.

2.2.2 청각선별검사별 판정

청각선별은 고막운동도(tympanogram)와 AOAЕ를 시행하였다. 고막운동도 판정은 중이강 압력이 -99 daPa보다 양압이면 'A'형, -100 daPa보다 음압이면 'C'형, 최대 탄성이 나타나지 않으면 'B'형으로 각각 분류하였다. 고막운동도 기준은 'A'형을 정상, 'C'형과 'B'형을 재검대상으로 각각 정하였다. AOAЕ는 2,000, 3,000, 4,000 Hz의 검사주파수에서 2개 이상의 주파수에서 신호대잡음비(signal-to-noise ratio: SNR)가 10 dB 이상이면 'PASS(정상)', 그렇지 않으면 'Refer(재검대상)'로 각각 분류하였다. 고막운동도, AOAЕ에서 양귀 각각 2개의 검사 중 1개 이상이 Refer이면 최종재검대상자로 분류하였다.

대상자 중 시간적인 제약과 대상자들의 청력평가 참여 태도의 어려움에 의해 실시하지 못하였다.

2.2.3 검사 간 비교를 통한 평가

검사 간 비교는 고막운동도와 AOAЕ 결과를 서로 비교 분석하여 최종 재검대상자를 결정하였다. 그 외에도 AOAЕ 'PASS'와 고막운동도 B형의 경우 위양성의 결과로 재검대상자에서 제외하였다.

2.2.4 통계적 분석

고막운동도, AOAЕ 결과는 기술통계 분석하였고, 남녀 학생 사이의 고막운동도와 AOAЕ 결과 차이는 chi-square 검정을 하였으며 유의수준은 0.05로 분석하였다(SPSS Statistics ver. 22).

3. 연구 결과

3.1 고막운동도

여학생의 고막운동도는 오른쪽에서 A형이 354귀(98.6%), B형이 4귀(1.1%), C형이 1귀(0.3%)로 관찰되었고, 왼쪽에서 A형이 352귀(98.1%), B형이 7귀(1.9%)로 관찰되었다. 남학생의 경우 오른쪽에서 A형이 193귀(94.1%), B형이 5귀(2.4%), C형이 6귀(2.9%), 한 귀(0.5%)는 검사하지 못했으며, 왼쪽에서 A형이 193귀(94.1%), B형이 8귀(3.9%), C형이 3귀(1.4%), 한 귀(0.5%)는 검사하지 못했다.

A형 고막운동도의 특성은 중이강 압력, 정적탄성, 외이도 용적의 순서로 여학생의 오른쪽이 11.87 daPa, 0.46, 1.16 cc, 왼쪽이 12.51 daPa, 0.47, 1.14 cc로, 남학생이 -8.06 daPa, 0.55, 1.42 cc, 왼쪽이 -5.80 daPa, 0.55, 1.37 cc로 각각 나타났다.

표 1. 유형에 따른 고막운동도(Tympanogram) 양상
Table 1. Tympanogram distributions depend on type

Right Ear				Left Ear			
type A	type B	type C	CNT	type A	type B	type C	CNT
Girl's senior high school							
354 (98.6)	4 (1.1)	1 (0.3)	-	352 (98.1)	7 (1.9)	-	-
Boy's senior high school							
193 (94.1)	5 (2.4)	6 (2.9)	1 (0.5)	193 (94.1)	8 (3.9)	3 (1.5)	1 (0.5)
Binaural							
both A		B or C in one ear		B or C in both ear		CNT	
Girl's senior high school							
350 (97.4)		6 (1.6)		3 (0.8)		-	
Boy's senior high school							
187 (91.2)		12 (5.8)		5 (2.4)		1 (0.5)	

unit: ear in each ear and person in both ear, CNT: could not test, rate(%) are given in brackets.

여학생 고막운동도 양상은 양이 A형이 350명(97.4%)이었고, 한 귀 이상에서 A형을 보이지 않았던 경우는 9명(2.5%)이었다. 이들의 고막운동도 유형 분포는 B형이 5명, C형이 1명으로 모두 6명(1.6%), 나머지 3명(0.8%)은 양이 B형으로 관찰되었다.

남학생 고막운동도 양상은 양이 A형이 187명(91.2%)이었고, 한 귀 이상에서 A형을 보이지 않았던 경우는 17명(8.2%)이었다. 이들의 고막운동도 유형 분포는 B, C형의 순서로 오른쪽이 5, 6명, 왼쪽이 8, 3명으로 각각 나타났다. 그 중 5명(2.4%)은 양이에서 B혹은 C형을 나타내었다. 5명 중 2명이 양이 B형으로 나타났고, 2명이 오른쪽 B형, 왼쪽 C형을, 1명은 오른쪽 C형, 왼쪽 B형, 1명(0.5%)은 검사하지 못했다.

고막운동도를 토대로 한 귀 이상에서 정상 중이 소견인 A형을 보이지 않아 재검대상자로 결정한 인원은 여학생이 9명(2.5%), 남학생이 17명(8.2%)으로 나타났다.(표 1)

3.2 자동화 이음향 검사

여학생의 AOAЕ 결과는 오른쪽이 PASS 348귀(96.9%), Refer 5귀(1.4%)였고, 검사하지 못한 귀가 6귀(1.7%)였다. 왼쪽은 PASS 348귀(96.9%), Refer 5귀(1.4%)였고, 검사하지 못한 귀가 6귀(1.7%)였다.

AOAЕ에서 양이 PASS인 여학생은 345명(96.1%)이었고, 한 귀만 Refer는 6명(1.6%), 양이 Refer는 2명(0.5%), 양이 검사하지 못한 대상자가 6명(1.6%)으로 나타났다.

남학생의 AOAЕ 결과는 오른쪽이 PASS 193귀(94.1%), Refer 8귀(3.9%)였고, 검사하지 못한 귀가 4귀(2.0%)였고, 왼쪽은 PASS 194귀(94.6%), Refer 7귀(3.4%)였고, 검사하지 못한 귀가 4귀(2.0%)였다.

AOAЕ에서 양이 PASS인 남학생은 188명(91.7%)이었고, 한 귀만 Refer는 11명(5.3%), 양이 Refer는 2명(0.9%), 양이 검사하지 못한 대상자가 4명(1.9%)으로 나타났다.(표 2)

3.3 최종 재검대상자

여학생 결과를 교차 분석하면 고막운동도가 A형이고 AOAЕ가 Refer인 경우가 오른쪽, 왼쪽 귀 각각 5귀씩 나타났고, 그 중 한쪽 귀가 Refer인 여학생은 오른쪽, 왼쪽 귀 각각 3명이었고 양이 Refer는 2명이었다. 고막운동도가 C형이고 AOAЕ가 PASS

한 경우가 오른쪽에서 1귀, 고막운동도가 B형이고 AOAE가 PASS한 경우가 오른쪽 4귀, 왼쪽 7귀 총 11귀로 나타났다. 그 중 한쪽 귀가 고막운동도가 B형이고 AOAE가 PASS한 경우는 오른쪽 귀 1명, 왼쪽 귀 4명이었고, 양이 3명이었다. 이들 중 고막운동도가 B형이면서 AOAE가 PASS한 경우는 위양성으로 재검대상에서 제외하면 최종 재검대상은 9명(0.25%) 11귀였다.

표 2. 정상과 재검대상자에 따른 자동이음향방사(AOAE) 양상

Table 2. Automated otoacoustic emission distributions depend on PASS/Refer

Right Ear			Left Ear		
PASS	Refer	CNT	PASS	Refer	CNT
Girl's senior high school					
348 (96.9)	5 (1.4)	6 (1.7)	348 (96.9)	5 (1.4)	6 (1.7)
Boy's senior high school					
193 (94.1)	8 (3.9)	4 (2.0)	194 (94.6)	7 (3.4)	4 (2.0)
Binaural					
PASS		Refer		CNT	
one ear		both ear			
Girl's senior high school					
345 (96.1)		6 (1.6)		2 (0.5)	
Boy's senior high school					
188 (91.7)		11 (5.3)		2 (0.9)	

unit; ear in each ear and person in both ear, CNT; could not test, rate(%) are given in brackets.

남학생 결과를 교차분석하면 고막운동도가 A형이나 AOAE가 Refer인 경우가 9명 10귀, 고막운동도가 B형이고 AOAE가 Refer인 경우가 2명 3귀, 고막운동도가 C형이나 AOAE가 PASS인 경우가 7명 7귀로, 고막운동도가 B형이나 AOAE가 PASS한 경우가 9명 10귀 각각 관찰되었다. 이들 중 위양성과 두 귀 각각이 두 가지 판정 기준에 따로 포함되어 중복된 인원을 제외하면 재검대상은 19명 22귀였다.(표 3)

3.4 남녀 간 차이

대상자 모두 시행한 고막운동도와 AOAE의 남녀 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 3. 고막운동도, 자동이음향방사에 따른 최종재검 대상자

Table 3. Referral ear depend on Tympanogram, automated otoacoustic emission

	automated otoacoustic emission					
	Right Ear			Left Ear		
	PAS S	Refer	CNT	PAS S	Refer	CNT
Girl's senior high school						
Tympanogram						
type A	343 (95.5)	5 (1.3)	6 (1.6)	341 (94.9)	5 (1.3)	6 (1.6)
type B	4 (1.1)	-	-	7 (1.9)	-	-
type C	1 (0.2)	-	-	-	-	-
Boy's senior high school						
Tympanogram						
type A	184 (89.7)	5 (2.4)	4 (1.9)	184 (89.7)	5 (2.4)	4 (1.9)
type B	3 (1.4)	2 (0.9)	-	7 (3.4)	1 (0.4)	-
type C	5 (2.4)	1 (0.4)	-	2 (0.9)	1 (0.4)	-
CNT	1 (0.4)	-	-	1 (0.4)	-	-

unit; ear, CNT; could not test, rate(%) are given in brackets.

4. 고찰 및 결론

고막운동성계측을 이용한 청각선별은 대상자의 이관 성장과 관련하여 영유아에서 연령이 낮을수록 B 또는 C형 고막운동도 출현이 높아진다. 유치원 아동에서 17.4%, 언어치료 중인 유소아에서 23% [14]로 나타나 대상자가 어릴수록 단일 검사만으로 청각손실을 발견하는데 한계가 있다. 그러나 이 연구는 이관 구조가 성인에 이르는 시기의 고등학생을 대상으로 한 것으로 여학생의 2.5%, 남학생의 8.2%가 B 또는 C형 고막운동도를 보여 이관 성장 발달의 증거를 확인하였다. 여기서 남학생의 비율은 다시 고찰할 위양성 비율을 추가로 고려해야 한다.

영아 및 유소아의 중이 상태는 순음청력검사만으로 병리적 상태를 확인할 수 없는 경우가 흔하므로 고막운동성 평가를 교차 평가에 활용하는 것이 좋다. 이 시기 청력은 좌우나 청신경계통 이상에 영향을 받기도 하지만 잦은 편도 및 아데노이드 비후와 이관 기능 부전 등에 의한 영향이 크다. 또 청력손실은 중이 상태에 따라 그 정도가 자주 변하기 때문에 난청 발견은 더욱 어렵다. 특히, 부모나 주양육자 그리고 보육교사들은 영유아의 청력손실을 인

지하지 못하는 경우가 흔하다. 이러한 청력손실은 다양한 환경에서 음성 언어에 대한 신호-대-잡음비를 낮게 하여 언어발달에 부정적 영향을 미친다. 하지만 고등학생들의 이란은 성인처럼 성장이 마무리되는 시기이므로 이에 대한 우려가 크고, 이 때문에 유용성이 낮을 것으로 생각할 수 있다. 그럼에도 불구하고 고막운동성계측은 고등학교 재학 청소년 청각선별에서 순음이나 이음향방사 등으로 확인할 수 없는 중이 병리적 상태를 확인하는데 있어 객관적인 평가 도구로 여전히 유용하다.

이음향방사는 외부 소리자극에 의해 내이 유모세포에서 발생한 생체 전기에너지가 소리의 수음과 반대로 중이를 거쳐 내이로 누설된 에너지를 기록하는 검사이다. 따라서 방사음 강도가 매우 작아서 중이 상태가 좋지 않을 경우 기록할 수 없다. 그러나 이 연구에서 고막운동도가 B형이면서 AOE가 PASS로 나타난 경우가 여학생 2.28%, 남학생 4.39%로 나타났다. 이러한 결과의 가장 큰 원인은 이머티스 검사기 탐침 관리와 관련된 경우가 많다. 대상자 전체에서 차지하는 비율이 높지 않다고 할지라도 위양성 결과는 청각선별 프로그램 신뢰도를 낮추는 원인이 된다. 따라서 이러한 결과가 나타나지 않도록 장비 관리 등을 포함한 선별 검사자 교육이 필요하다.

선행 연구에서 건강한 신생아를 대상으로 AOE로 선별하여 양이가 9.5%, 오른쪽 5.19%, 왼쪽 5.6%로[15], 유소아를 대상으로 2.43%[12]로 각각 보고하였다. AOE 제검대상이 여학생이 2.2%, 남학생이 6.3%인 이 연구 결과와 비교하면 중이 성장이나 나이에 따른 이음향 방사 양상을 고려하더라도 남학생에서 다소 차이를 보인다. 이 제검대상에서 장비 관리 능력과 관련한 위양성 요인을 단순 감소로 제거하면 여자 1.6%, 남자 1.9%로 개선된다. 이 원인으로서는 앞서 고찰한 것처럼 중이 기능 안정과 AOE가 객관적이지만 피검자의 움직임이나 발성 등 일부 요인들을 통제할 수 있기 때문인 것으로 추정한다.

이 연구는 고주파수가 민감한 변조이음향방사(distortion production otoacoustic emission; DPOAE)를 이용하였다. 이 결과에서 고막운동도가 A형임에도 'Refer' 소견이 나타난 점은 주목할 필요가 있다. 이는 청소년들의 과도한 음량의 음향기기 사용 유행과 무관하지 않을 것으로 보이며, 특히, 남학생들의 경우 자동차 관련 분야를 전공하는 고등학교에서의 실습으로 소음 등에 노출이 있었을 것으로 판단된다. 이러한 요인으로 인하여 여학생보다 남학생의 최종 제검대상 비율이 높은 원인이었

을 것으로 추정한다.

난청 유병율은 정밀검사로 확인하면 제검대상에 현저하게 낮아진다. 우리나라 40 dB HL 이상 난청 비율은 모든 신생아가 0.4%이며, 고위험 신생아가 2.1% 정도[16]이다. 이 연구 대상처럼 협조가 가능한 경우 제검대상 비율을 낮추고 난청 확인에 필요한 시기를 단축하기 위해서는 순음청각선별과 같은 주파수별 가청역치 측정이 가능한 도구를 함께 사용하는 것이 검사의 민감도와 특이도를 높일 수 있는 방안이라 사료된다.

주관적 및 객관적 청각선별을 통한 난청 조기 발견과 확진 시간 단축은 난청자가 청력손실을 인지하지 못하여 겪는 불편을 줄이고, 중요한 시간을 낭비하지 않게 하는데 기여할 수 있다. 이를 위해서는 청각선별과 관리에 대한 체계적인 관리가 필요하다. 청각선별과 청력보존은 지역사회나 국가 기관 등에 의한 체계적 관리도 중요하지만 개인의 청각건강관리에 대한 노력도 중요하다. 개인의 노력에는 스마트폰과 어플리케이션(application; app) 활용을 들 수 있으며, 이러한 app으로 순음청각선별[17]이나 Ling 6 음소를 이용한 선별[18] 등을 권할 수 있다.

결론적으로 특정 지역 고등학생들을 대상으로 살펴 본 결과 청소년 청각선별은 필요하며, 신뢰도를 높이기 위하여 주관적 도구인 순음청각선별과 객관적 도구인 자동화 이음향방사는 물론 중이의 병리적 상태를 평가하기 위한 고막운동도까지 시행하는 것이 바람직하다. 이러한 청각선별은 전문가와 시설 및 장비 등이 필요한 기관에만 의존하기보다 청각 보건에 대한 이해와 관심을 높일 수 있는 개별적인 노력도 필요하며 스마트폰과 어플리케이션을 이용한 관리도 권할 수 있다.

REFERENCES

- [1] Joint Committee on Infant Hearing, "Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs", *Pediatrics*, vol. 120, no. 4, pp. 898-921, 2007.
- [2] Fortnum, H., Summerfield, A., Marshall, D., Davis, A., Bamford, J., "Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: Questionnaire based ascertainment study", *British Medical Journal*, vol. 323, pp. 536-540, 2001.

- [3] Watkin, P, Baldwin, M., “The longitudinal follow up of a universal neonatal hearing screen: The implications for confirming deafness in childhood”, *International Journal of Audiology*, vol. 51, pp. 519-528, 2012.
- [4] Beth, A. Prieve, Tracy S., Rebecca V., Nicole F., “An Evidence-Based Systematic Review on the Diagnostic Accuracy of Hearing Screening Instruments for Preschool- and School-Age Children”, *American Journal of Audiology*, vol. 24, pp. 250-267, 2015.
- [5] Holstrum, J., Gaffney, M., “Are early hearing detection and intervention systems missing children with minimal hearing loss?”, Paper presented at the National Workshop on Mild and Unilateral Hearing Loss, Breckenridge, CO. 2005.
- [6] Johnson, J., White, K., Widen, J., Gravel, J., Vohr, B., James, M., Meyer, S., “A multisite study to examine the efficacy of the otoacoustic emission/automated auditory brainstem response newborn hearing screening protocol: Introduction and overview of the study”, *American Journal of Audiology*, vol. 14, pp. S178-S185, 2005.
- [7] Bamford, J., Fortnum, H., Bristow, K., Smith, J., Vamvakas, G., Davies, L., Hind, S., “Current practice, accuracy, effectiveness and cost-effectiveness of the school entry hearing screen”, *Health Technology Assessment*, vol. 11, no. 32, pp. 1-168. 2007.
- [8] Beswick, R., Driscoll, C., Kei, J., Glennon, S., “Targeted surveillance for postnatal hearing loss: A program evaluation”, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, vol. 76, pp. 1046-1056. 2012.
- [9] Huang, C.-Q., Dong, B.-R., Lu, Z.-C., Yue, J.-R., & Liu, Q.-X., “Chronic diseases and risk for depression in old age: A meta-analysis of published literature”, *Ageing Research Reviews*, vol. 9 no. 2, pp. 131-141, 2010.
- [10] Hjalte, F., Brännström, J., Gerdtham, U.-G., “Societal costs of hearing disorders: A systematic and critical review of literature”, *International Journal of Audiology*, vol. 51, pp. 655-662, 2012.
- [11] Lin, F., Metter, E., O’Brien, R., Resnick, S., Zonderman, A., Ferrucci, L., “Hearing loss and incident dementia”, *Archives of Neurology*, vol. 68, no. 2, pp. 214-220, 2011.
- [12] Morris, A., Lutman, M., Cook, A., Turner, D., “An economic evaluation of screening 60 to 70 year old adults for hearing loss”, *Journal of Public Health*, vol. 35, no. 1, pp. 139-146, 2013.
- [13] Hong J.A., Lee S.D., Yeum D.M., “The study of the impact of using hearing aids on job satisfaction and daily life satisfaction of hearing-impaired workers”, *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology* vol. 7, no. 1, pp. 67-72, 2013.
- [14] Heo S.D., “Outcome of hearing screening in young children and adolescents”, *Journal of Speech Language & Hearing Disorders*, vol. 24, no. 3, pp. 161- 168. 2015.
- [15] Vignesh, S., Jaya, V., Sasireka, B., Kamala, S., Vanthana, M., “Prevalence and referral rates in neonatal hearing screening program using two step hearing screening protocol in Chennai - A prospective study”, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, vol. 79, pp. 1745- 47, 2015.
- [16] Park S.K., “Practice of Newborn Hearing Screening”, *Proceedings of the 29th Conference on The Korean Society of Meternal and Child Health*. 2011.
- [17] Daegu University Audiology Research. PTA Hearing Screening app. [https:// play. google. com/store/apps/details?id=com.chanho.puretone](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chanho.puretone). 2015.
- [18] Daegu University Audiology Research. Ling 6 sound test app. [https:// play. google. com/ store/ apps/ details?id=appinventor.ai_powerjoguh.Ling6](https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_powerjoguh.Ling6). 2014.
- [19] Heo S.D. *Audiology: Audiology Evaluation and interpretation basis*. Seoul: Pakhaksa. 2015.



오 승 하(Seung-Ha Oh)

2015-현재. 좋은강안병원 발달
의학센터 언어치료사
2014-2016. 대구대학교 대학원

Interest: audiology, speech-language
pathology, aural rehabilitation,
hearing screening



허 승 덕(Seung-Deok Heo)

2012-현재. 대구대학교 언어치
료학과 교수

Interest: audiology, rehabilitative
 audiology, auditory
 electrophysiology