

## 인공와우와 보청기 양이착용이 K-HINT 수행도에 미치는 혜택

한림국제대학원대학교 청각학과전공,<sup>1</sup> 연세대학교 연세의료원 이비인후과학교실,<sup>2</sup> 한림국제대학원대학교 청각학과<sup>3</sup>  
허 지 혜<sup>1,2</sup> · 이 재 희<sup>3</sup>

### ABSTRACT

#### Binaural Benefit on K-HINT Score for Adults who Use CI and HA

Ji Hye Heo<sup>1,2</sup> and Jae Hee Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Department of Audiology, Hallym Institute of Advanced International Studies, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Otolaryngology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Department of Audiology, Hallym Institute of Advanced International Studies, Seoul, Korea

The present study examined performance of 10 normal-hearing listeners (control group) and 10 cochlear implant (CI) users who had CI on one ear and HA on the opposite ear (CI+HA) in order to investigate the amount of binaural benefit on K-HINT (Korea-Hearing in Noise threshold) test. Additionally, a K-SSQ (SSQ translated in Korean) survey was also conducted to all CI participants in order to evaluate their subjective benefit from the use of CI+HA. Results of the K-HINT test for YNH and CI participants were as follows. For YHN listeners, -7.2 dB SNR, on average, was required to identify K-HINT sentences by 50%. For CI users, 15.32 dB SNR was needed for 50% of K-HINT sentence identification during CI-only listening condition whereas 11.82 dB SNR was required for 50% of K-HINT sentence identification during CI+HA listening condition. CI users' binaural benefits calculated from K-HINT results were 4.6 dB signal-to-noise ratio (SNR), 3.4 dB SNR, and 3.8 dB SNR for head shadow effect, binaural squelch, binaural summation effects, respectively. Results of K-SSQ survey suggested that the degree of satisfaction was around 62%, regardless of three sections (speech, spatial and quality) in K-SSQ. CI users recieved a significant benefit from binaural use (CI+HA), regardless of the direction of noise.

**KEY WORDS :** Binaural benefit · CI+HA · K-HINT · K-SSQ.

### INTRODUCTION

난청인은 난청의 정도, 종류, 유형에 따라 각기 다른 정도의 의사소통의 한계를 가질 수 있고 더 나아가 사회적 고립, 소외감, 열등감 등의 다양한 심리적인 문제까지도 경험할 수 있다. 특히 난청아동의 경우 난청이 단순히 듣지 못하는 문제를 유발할 뿐 아니라 언어, 지각, 인지 능력 등의 저하로 연결되어 더 복잡한 문제가 유발될 수 있다. 따라서 많은 청각장애인들은 원활한 의사소통 및 사회생활을 위해 보청기라는 보조기기의 도움을 받아 소리를 증폭해 들음으로써 도움을 받으며 살아가고 있다. 하지만 고심도 난청인에게는 보청기의 이득이 제한적일 수 있어 최근

10년간 인공와우(cochlear implant, CI)의 보급화를 통해 고심도 난청인에게도 충분한 청각적 이득을 주는 것이 가능해졌다. 1957년 Djourno와 Eyries가 청력이 전혀 없는 농환자 와우에 전극을 삽입하여 전기자극을 준 후 환자가 음을 감지함을 발표했으며 이것이 인공와우 이식의 첫 시작이 되었다.<sup>8)</sup> 우리나라에서는 1988년에 Nucleus 22 채널 인공와우를 처음 사람에게 이식한 것을 시작으로 하여 그 후 인공와우의 기술적 발달과 수술적 안전성으로 인해 보급화는 크게 증가되었고 특히 선천성 고심도 난청 아동의 조기 청능훈련 및 재활에 큰 역할을 하게 되었다.

이와 같은 인공와우의 여러 장점에도 불구하고 아직까지는 한쪽귀에만 인공와우 수술을 하는 경우가 대부분이다. 한쪽귀의 인공와우 수술이 성공적으로 시술되어 의사소통에 큰 혜택을 받게 되었다더라도 듣기 상황이 편측성 난청자의 청취조건과 유사하게 되므로 그 한계점이 최근 크게 논의되어 왔다. 편측성 난청자가 겪게 되는 가장 큰 문제점은 방향분별의 어려움과 소음 속 어음인지의 저하이다. 특

논문접수일 : 2009년 10월 28일

심사완료일 : 2009년 11월 24일

교신저자 : 이재희, 135-841 서울 강남구 대치동 907-13

한림국제대학원대학교 청각학과

전화 : (02) 2051-4952 · 전송 : (02) 3453-6618

E-mail : leejaehee@hallym.ac.kr

히 편측성 난청 아동이 가질 수 있는 학교성적의 저하 및 행동적인 문제 등 학교생활에서 다양한 어려움을 가질 수 있음이 보고되었다.<sup>4)</sup> 따라서 편측성 난청상태에서의 한계점과 아동에게 추가적으로 발생할 수 있는 문제들을 고려할 때 양이청취는 필수적이라고 할 수 있다. 양이청취로 얻을 수 있는 세 가지 효과(두영효과, 양이진압효과, 양이합산효과)를 수치화하는 방법을 도표화하면 <Fig. 1>과 같다.<sup>9)</sup>

<Fig. 1>에 제시된 세 가지 양이청취 효과를 정리하면 다음과 같다. 첫 번째, 양이청취는 두영효과(head shadow effect)를 제거하거나 감소시킬 수 있다. 두영효과는 좌측 혹은 우측에서 제시된 소리가 반대귀로 전달될 때 머리에 의해 소리전달이 방해받아서 소리가 감소되는 현상으로 저주파수대역보다 1,500 Hz 이상의 고주파수대역에서 더 크게 나타난다고 보고되었다. 즉, 두영효과로 인해 자음의 정보가 더 손실될 수 있다. 신호음과 잡음이 동시에 제시될 경우 두영효과로 인해 한쪽귀에만 증폭기를 착용했을 때보다 양이 인공와우 착용시 약 4~7 dB의 어음역치 향상이 보고되었다.<sup>13)15)</sup>

두 번째, 양이진압(binaural squelch) 현상 또한 양이청취로 얻을 수 있는 혜택 중 하나이다. 이는 목표어음과 배경소음을 한귀로 들을 때 보다 양귀로 들을 때 소음과 반향음을 더 효과적으로 분리시키고 소음의 차폐효과를 감소시키는 청각시스템에 의한 것이다. 그러므로 한쪽귀 증폭기 착용시보다 양쪽귀에 착용했을 경우 소음 속 말소리 인지시 소음의 정보를 더 잘 분리하고 억제하여 말소리인지에 더 큰 혜택을 볼 수 있다. 특히 소음이 인공와우 착용귀에

제시되는 경우 보다 인공와우착용 반대귀에 제시되는 경우 (contra-CI) 두영효과가 합해져 더 큰 혜택을 볼 수 있다. 이런 양이진압 혜택으로 양이 인공와우 착용시 1~2 dB의 소음감쇄효과가 있다고 하였다.<sup>13)</sup>

세 번째, 양이합산(binaural summation) 이득은 양귀로 들리는 소리가 중추에서 합해지면서 나타나는 현상으로, 뇌에서 정보가 처리될 때 한쪽귀로만 들을 때 보다 양귀로 들을 때 더 많은 정보가 들어오게 된다. 예를 들면, 한쪽귀에만 증폭기를 착용한 경우보다 양쪽귀에 착용했을 경우 역치 부분에서 3 dB 정도, 쾌적수준, 불쾌수준에서는 6~10 dB 정도 소리가 더 크게 들림을 확인하였다.<sup>7)11)</sup> 이런 양이합산 능력으로 양이 인공와우 착용시 어음역치가 2~3 dB 향상되었다.<sup>13)</sup> 위 세가지 혜택 외에도 양이청취로 인해 방향분별력(sound localization)의 향상,<sup>3)</sup> 소리의 질적 향상, 평형감각의 증진, 이명의 억제 등의 이점이 있을 수 있다.<sup>2)</sup> 최근 이러한 양이청취의 이점을 고려하여 한쪽은 인공와우 반대쪽은 보청기 착용을 하거나(CI+HA) 두 개의 인공와우를 착용하는 경우(CI+CI)가 증가하였다.

최근 많은 선행연구들이 CI+HA의 양이청취 장점을 보고하였다. 21명의 인공와우착용 성인을 대상으로 한 연구결과, 조용한 환경 및 소음환경에서 문장인지력 검사, 방향분별력 검사, 설문조사를 실시한 결과 한쪽귀에만 인공와우를 한 경우(CI only)보다 CI+HA를 착용한 경우 문장인지력, 방향분별력, 설문결과 모두 더 좋은 점수를 보였다.<sup>5)</sup> 21명의 성인 뿐 아니라 29명의 아동을 포함하여 소음환경 속 문장인지력 검사와 방향분별력 검사를 실시하였다. 그

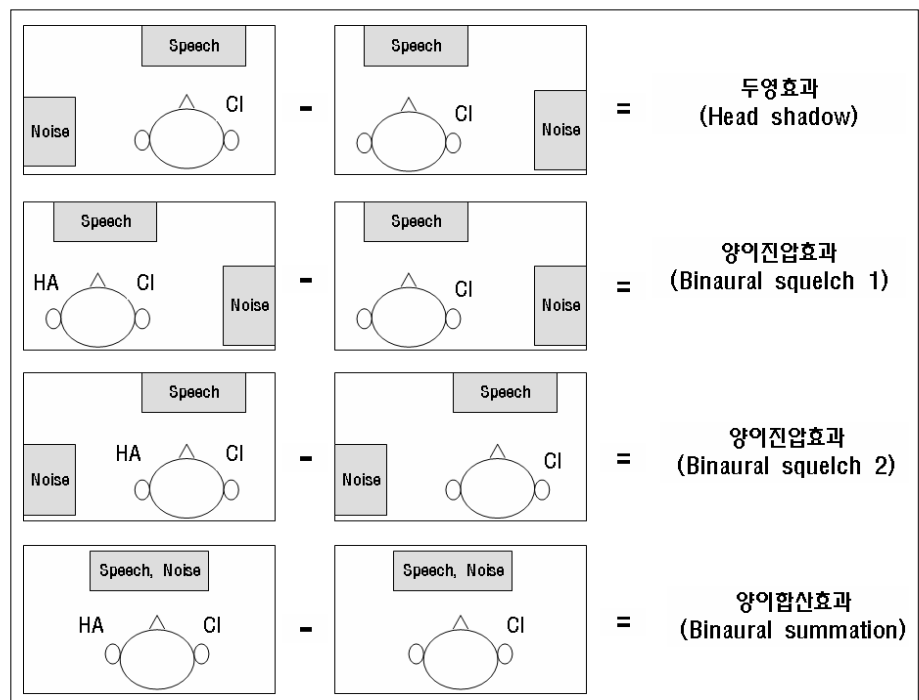


Fig. 1. 세 가지 양이청취 혜택(두영효과, 양이진압 효과, 양이합산 효과).

결과 CI only보다 CI+HA 경우에 어음인지도가 약 10~20% 정도 더 좋았고 방향분별력 검사에서도 더 좋은 수행력을 보였다.<sup>6)</sup> 이러한 최근 추세를 고려해볼 때 조속히 CI+HA의 양이청취의 효과를 체계적으로 평가, 분석하여 그 결과를 청능재활 및 상담에 전문적으로 응용하는 것이 시급하다 할 수 있다.

본 연구에서는 건청성인(young normal-hearing, YNH)과 최소 3개월 이상 CI+HA 착용을 해온 인공와우 착용자를 통해 CI only와 CI+HA의 수행능력을 비교하여 양이청취 효과를 비교분석하였다. K-HINT를 이용하여 다화자소음(babble noise) 상황에서 50% 문장인지를 보이는 청력역치(dB SNR)를 측정하였고 양이청취 혜택의 설문용 목적으로 만들어진 SSQ 설문지(10)를 한국어로 번역한 K-SSQ를 CI+HA 상황에서 설문지에 답하도록 하였다.

## MATERIALS AND METHODS

### 연구대상

본 연구의 대상자는 건청성인 10명과 인공와우 착용자 10명이었다. 건청성인 10명(남 4명, 여 6명)은 평균 26.3세로 모두 고막운동성검사와 순음청력검사결과 정상청력을 보였다(A type 고막운동도, 250~8,000 Hz 옥타브단위 전주파수에서 20 dB HL 이하 청력). 10명의 인공와우 대상자(남 9, 여 5)는 2006년 3월부터 2008년 9월까지 연세의료원 이비인후과에서 인공와우수술을 받은 후 최소 3개월 이상 CI+HA를 착용해 온 Post-lingual 난청성인 10명이었다. 인공와우 착용자 10명의 성별, 연령, 난청정보, 인공와우와 보청기 착용기간 및 정보는 <Table 1>에 제시하였다. 인공와우 대상자의 평균연령은 48세이고, 연령분포 범위는 20~72세이었다. 대상자 모두 인공와우 수술을 받은지 6개월 이상 되어 맵핑(mapping)이 안정되었고 CI+

HA를한지 최소 3개월 이상인 사람에 제한하였다(최소 : 3개월, 최대 : 2년 3개월). 대상자들의 인공와우 착용기간은 평균 1.4년(최소 : 7개월, 최대 : 2년 6개월)이었고 인공와우 착용기는 오른귀가 5명이었고 왼귀가 5명이었다. 시술된 인공와우 제품으로는 Nucleus사가 6명, Clarion사와 MED-EL사가 각각 2명이었다. 대상자들의 평균 난청기간은 12년, 평균 보청기 착용기간은 8년이었다. 인공와우 착용자의 수술 전후에 측정된 주파수별(250~8,000 Hz) 청력역치와 삼분법(500, 1,000, 2,000 Hz) 평균순음역치(threshold average, PTA)는 <Table 2>에 보고하였다. <Table 2>에서 보이듯이, 10명의 인공와우 대상자의 인공와우 수술 후 CI 착용 귀의 PTA는 평균 27.2 dB HL, HA 착용 귀의 PTA는 평균 49.7 dB HL이었다.

### 실험방법

#### 평가도구

#### K-HINT 검사

K-HINT<sup>1)</sup> 평가시에는 HINTpro (Korean Hearing in Noise Speech) Program을 이용하여 30 dBA 이내 소음 수준을 보이는 방음실 안에서 Madsen의 ORBITER 922 Audiometer와 90°로 위치해 있는 2개의 스피커를 이용하여 검사하였다. K-HINT 평가 시 사용된 어음은 리스트당 20문항으로 구성된 총 12개의 문장리스트를 사용하였다.<sup>1)</sup>

#### 설문지 검사

The Speech, Spatial and Qualities of hearing scale (SSQ) 설문지는 양이청취 혜택을 크게 언어적(speech, 14문항), 공간적(spatial, 17문항), 소리의 질적(quality, 19문

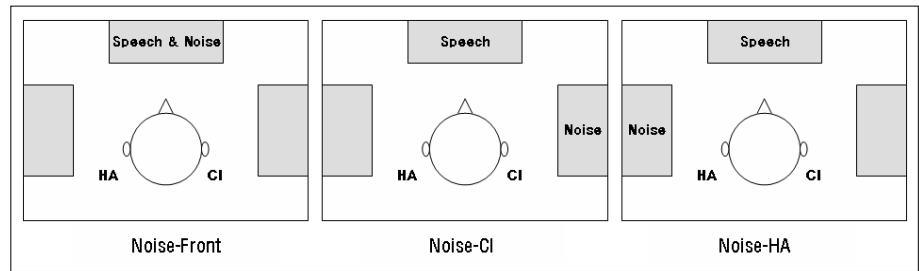
Table 1. 인공와우 대상자의 성별, 연령, 난청정보 및 인공와우와 보청기의 정보

Subject	Gender (F/M)	Age (yr)	Etiology	Duration CI+HA use (yr)	Duration of Hearing loss (yr)	Ear Implanted	Duration of CI use (yr)	CI Speech Processor	CI Speech Processor Strategy	Duration of HA use (yr)	HA circuit & type (D : Digital A : Analog)
1	M	20	Unknown	0.8	15	R	1.1	Freedom	ACE (RE)	11	D, 4ch, ITE
2	F	49	Unknown	1.1	39	R	1.4	Freedom	ACE (RE)	20	A, ITE
3	M	27	Unknown	1.7	17	R	2	Freedom	ACE	7	D, 16ch, BTE
4	M	47	Unknown	2.3	6	R	2.6	Auria	Hires-P	3	D, 7ch, BTE
5	M	72	S-SNHL	0.7	10	R	1	Tempo+	CIS+	10	D, 6ch, BTE
6	F	69	Unknown	0.4	7	R	0.7	Harmony	Hires-P	7	D, 4ch, BTE
7	M	56	Unknown	0.6	8	L	0.8	Tempo+	CIS+	8	D, 4ch, BTE
8	M	62	S-SNHL	2.1	3	L	2.4	Freedom	ACE (RE)	3	D, 7ch, BTE
9	F	42	Otosclerosis	0.5	10	L	0.8	Freedom	ACE (RE)	4	D, 4ch, ITE
10	M	38	Unknown	0.5	7	L	0.8	Freedom	ACE	2	D, 4ch, ITE

**Table 2.** 인공와우 대상자의 인공와우 수술 전(pre-operation)후(post-operation) 주파수별 청력역치

No	Pre-operation							Post-operation						PTA (500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz)	
		250 Hz	500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	4,000 Hz	8,000 Hz	250 Hz	500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	4,000 Hz	6,000 Hz		
1	CI	75	85	105	100	110	NR	CI	25	30	25	25	25	30	26.67
	HA	70	80	100	100	110	110	HA	45	55	50	65	NR	NR	56.67
2	CI	75	75	100	105	105	NR	CI	35	30	25	30	35	25	28.33
	HA	70	70	110	NR	NR	NR	HA	50	50	65	95	NR	NR	70.00
3	CI	95	100	105	110	NR	NR	CI	25	20	20	20	25	35	20.00
	HA	65	95	105	105	110	NR	HA	40	35	50	40	75	NR	41.67
4	CI	100	NR	NR	NR	NR	NR	CI	25	20	30	20	30	35	23.33
	HA	90	90	90	75	90	100	HA	60	55	55	40	40	45	50.00
5	CI	95	95	85	70	90	110	CI	30	35	40	35	35	40	36.67
	HA	80	75	70	65	80	NR	HA	40	40	35	35	40	55	36.67
6	CI	80	70	75	75	75	100	CI	30	35	30	30	30	30	31.67
	HA	60	55	75	80	75	95	HA	35	30	30	45	50	85	35.00
7	CI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	CI	25	30	35	25	30	30	30.00
	HA	75	80	80	75	85	95	HA	70	65	60	55	65	85	60.00
8	CI	80	80	80	120	NR	NR	CI	30	25	20	20	35	25	21.67
	HA	85	85	95	90	NR	NR	HA	45	50	50	40	NR	NR	46.67
9	CI	75	85	110	110	90	100	CI	25	25	25	25	25	25	25.00
	HA	40	55	75	85	70	90	HA	30	40	55	60	60	90	51.67
10	CI	NR	NR	NR	NR	NR	NR	CI	25	25	25	35	40	40	28.33
	HA	70	85	85	75	75	85	HA	50	50	45	50	50	60	48.33
Mean (SD)	CI	90	97	104	107	110	112	CI	28	28	28	27	31	32	27.17 ( 4.97)
	HA	71	77	89	88	95	104	HA	47	47	50	53	73	87	49.67 (10.71)

NR : No Response, PTA : pure tone threshold average



**Fig. 2.** 인공와우 대상자의 K-HINT 검사환경.

항) 영역에서 평가하는 설문지로 총 50문항의 질문으로 구성되어 있다.<sup>10)</sup> 각 문항당 10가지 반응등급을 가져 총 500 점 척도를 기준으로 하고 있다. SSQ는 양이청취 혜택 평가를 목적으로 고안된 설문지이고 이미 외국에서는 CI only 대 CI+HA 혹은 CI+CI를 비교하거나 one HA 대 two HAs를 비교하기위해 많이 사용되어 왔다.<sup>14)</sup> 본 연구에서는 SSQ를 한국어로 번역하고 이 연구에서는 K-SSQ로 명칭하여 사용하였다(Appendix 1).

**실험절차**

**K-HINT 검사**

K-HINT 검사는 소음 속 어음인지를 평가하는 검사이므로 K-HINT 실시 전 피검자의 정면 스피커를 통해 소

음 없이 20개의 문장을 75 dBA에서 제시하였다. 본 실험에 참여한 10명의 인공와우 착용자 모두 90% 이상 문장 인지를 보여 모두 K-HINT 검사에 참여할 수 있었다. 목표어음인 K-HINT 문장은 정면에서 제시되었고 소음은 대상자의 정면 혹은 좌우 90°, 1 m 거리에 위치한 2개의 스피커 중 한 개에서 제시되었다. <Fig. 2>에 제시된 바와 같이 첫 번째 소음조건은 목표문장과 배경소음이 대상자의 정면에서 동시에 제시되는 조건(Noise Front), 두 번째는 대상자의 정면에서 목표문장을 제시하고 소음은 좌우 귀 중 한 방향에서 제시되었다. 건청성인의 경우 우측귀로, CI+HA 대상자의 경우 CI를 착용한 귀로 제시하는 조건(Noise Right/Noise CI)이었다. 세 번째 조건은 목표문장은 대상자의 정면에서 제시되고 건청성인의 경우 소음이 좌측귀로, CI+HA 대상자의 경우 소음이 보청기(hearing aids, HA)

를 착용한 귀로(Noise Left/Noise HA) 제시되었다.

K-HINT 평가시 모든 대상자는 제시된 문장을 듣고 들리는 대로 따라 말하도록 하였고 문장의 조사를 포함하여 모든 단어를 100% 정확히 맞춰야 정반응으로 간주하였다. 50% 정반응을 보이는 문장역치를 찾기 위해 소음은 65 dBA, 문장은 75 dBA로 맞춘 10 dB 소음대비문장수준(sentence-to-noise ratio, SNR)에서 시작하여 정반응과 오반응에 따라 처음 문장 4개 제시시에는 4 dB 간격으로, 그 후 16개 문장은 2 dB 간격으로 문장의 강도를 변화하여 50% 문장인지를 보이는 dB SNR을 측정하였다. 인공와우 대상자는 <Fig. 2>의 세 가지 소음방향 속 K-HINT 검사를 CI only와 CI+HA 청취환경에서 실시하여 총 6회의 검사를 실시하였다. 총 6회의 K-HINT 검사시 학습효과(learning effect)의 가능성을 배제하기 위해 각 대상자당 검사순서를 무작위로 바꿔가며 실시하였다. 건청성인의 K-HINT 검사의 평균 소요시간은 대략 10분, 인공와우 착용자의 경우 대략 20분이 소요되었다.

설문지 검사

K-SSQ 설문지는 인공와우 착용자에게만 실시되었고 CI+HA 착용 상황시 각 설문문제에 대해 해당 반응등급에 체크하여 답하는 방식으로 진행하였다. 설문지의 점수는 세 가지(언어적, 공간적, 질적) 영역의 총 50문항의 질문당 10 가지 반응등급(총 500점 만점)을 퍼센트로 환산하여 점수화하였다. 설문지 평가의 평균 소요시간은 약 10~15분 정도였다.

자료분석

본 논문의 모든 결과(%)는 RAU (rationalized arcsine unit)로 환산된 후 SPSS (12.0 Version) 통계 프로그램을 통해 분석되었다. 세 가지 소음조건에서 측정된 건청성인의 K-HINT 결과는 반복측정 일원분산분석(one-way ANOVA with repeated measure)을 통해 분석하였다. 인공와우 착용자의 경우 CI+HA와 CI only 두 가지 청취 상황에서 세 가지 소음조건의 K-HINT를 측정하였으므로 반복측정 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 통해 분석하였다. 유의한 주효과가 관찰된 경우 Bonferroni 사후검정을 실시하였고, Pearson 상관분석(Pearson correlation analysis)을 통해 세 가지 검사결과와 인공와우 착용군의 청력특성간의 상관성을 분석하였다. 본 연구에서 다수의 반복측정 변인이 사용된 경우 Mauchly의 구형성 검정을 실시하였고, Mauchly 구형성 평가설이 위반되었을 때 Greenhouse-Geisser를 기준으로 한 통계결과를 사용하였다.

RESULTS

본 연구결과에서는 건청성인의 K-HINT 결과를 먼저 서술하고 인공와우 착용자의 K-HINT 결과와 K-SSQ 설문지 결과를 차례로 서술하고자 한다.

건청성인의 K-HINT 결과

K-HINT

건청성인 10명이 소음 속에서 K-HINT 문장을 50% 인지할 수 있는 소음대비문장수준 dB SNR을 세 가지 소음방향에서 측정하였고 그 결과는 <Fig. 3>에 제시하였다. 문장과 소음이 정면에서 동시에 제시된 경우(Noise-Front) 평균 dB SNR은 -3.46이었고, 문장은 정면에서 소음은 우측귀로 제시되는 경우(Noise-Right)는 평균 -9.25 dB SNR, 세 번째 문장은 정면에서 소음은 좌측귀로 제시되는 경우(Noise-Left)는 평균 -8.88 dB SNR이었다. 세 가지 소음방향의 dB SNR을 평균한 값은 -7.20 dB SNR으로 <Fig. 3>에서 밑줄 친 바(bar)로 제시하였다.

세 가지 소음방향이 dB SNR에 미치는 영향이 유의미한지 확인하기 위해 반복측정 일원분산분석을 시행하였고 그 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 분석결과 소음방향이 K-HINT로 측정된 dB SNR에 유의미( $p < .001$ )한 영향을 미치는 것으로 나타나 Bonferroni 사후검정을 실시한 결과, 소음이 정면에서 온 경우가 소음이 오른쪽 혹은 왼쪽에서 올 때 보다 더 많은 dB SNR이 필요했으나 소음방향이 오른쪽 혹은 왼쪽에서 왔을 때 간의 차이는 유의미하지 않았

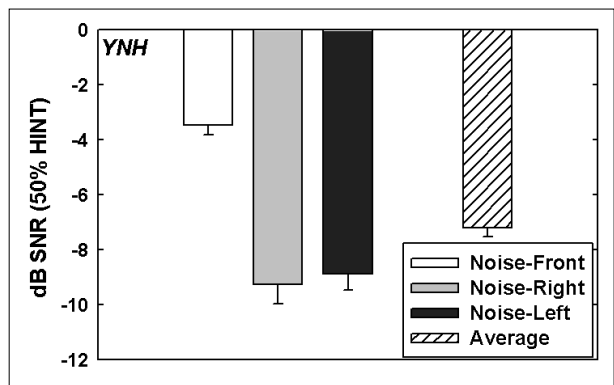


Fig. 3. 소음방향에 따른 건청성인의 K-HINT dB SNR (error bar : 표준오차).

Table 3. 소음방향에 따른 건청성인의 K-HINT dB SNR의 반복측정 일원분산분석 결과

피험자 내 변인 (within-subjects variable)	F	df	p
소음방향	31.1	2,18	0.000***

\*\*\* :  $p < .001$

다. 즉, 건청성인의 경우 소음속에서 50% 정도의 문장인지를 하고자 할 경우 소음과 목표문장의 방향이 다를 경우보다 소음과 목표문장이 같은 방향 즉, 정면에서 올 경우 더 어려움을 보였다.

**인공와우 착용자의 K-HINT 결과**

**K-HINT**

본 연구의 인공와우 착용자(N=10)들은 소음이 없는 경우 90% 이상 K-HINT 문장인지가 가능하였다. 세 가지 소음방향에서 K-HINT 문장을 50% 인지할 수 있는 dB SNR을 <Fig. 4>에 제시하였다. 첫 번째 조건인 소음과 문장이 동시에 정면에서 제시된 경우(Noise-Front) CI만 착용하고 청취시 50% 문장인지에 필요했던 평균 dB SNR은 16.03, 양이(CI+HA) 청취시 평균 12.25 dB SNR이 측정되었다. 두 번째, 문장은 정면에서 소음은 CI 착용방향에서 제시되었을 때(Noise-CI) CI만 착용하고 청취시 평균 17.68 dB SNR이, 양이(CI+HA) 청취시 평균 13.14 dB SNR이 필요했다. 세 번째, 문장은 정면에서 소음은 HA 착용방향으로 제시되는 경우(Noise-HA) CI만 착용하고 청취시 측정된 평균 dB SNR은 12.26, 양이(CI+HA) 청취시에는 평균 10.07 dB SNR이 필요했다. 즉, 세 가지 방향 모두에서 CI만 착용하고 청취한 경우보다 양이(CI+HA)로 청취한 경우에 더 적은 dB SNR을 통해 50% 문장인지가 가능했다. 세 가지 소음방향에서 측정된 dB SNR을 평균한 값은 CI만 착용하고 청취시 15.32 dB SNR, 양이(CI+HA) 청취시 11.82 dB SNR이었고, 평균값은 <Fig. 4>에서 밑줄친 바(bar)로 제시하였다.

청취조건(CI, CI+HA)과 세 가지 소음방향(Noise-Front, Noise-CI, Noise-HA)에 따라 dB SNR이 유의미하게 달랐는지 확인하기 위해 청취조건과 소음방향 모두 피험자 내 변인으로 사용하여 반복측정 이원분산분석을 통해 분석하였고 그 결과는 <Table 4>에 제시하였다. 분석결과 청취조건이 CI만 착용한 상황이었는지, 양이(CI+HA) 착용한

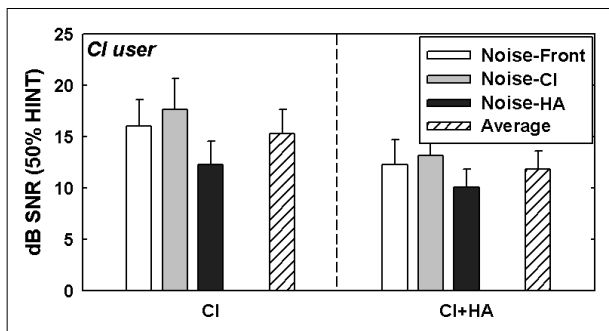


Fig. 4. 소음방향과 청취조건에 따른 인공와우 착용자(N=10)의 K-HINT dB SNR (왼쪽 : CI, 오른쪽 : CI+HA, error bar : 표준오차).

상황이었는지에 따라 K-HINT 청력역치는 유의미한 영향을 받아 양이(CI+HA) 청취시 CI로만 청취시보다 월등하게 낮은 dB SNR이 요구됨을 확인하였다. 소음방향에 따른 주효과나 소음방향과 청취조건 간 상호작용은 유의미하지 않아 인공와우 착용자는 소음이 어떤 방향에서오든 상관없이 CI만을 착용한 조건보다 양이(CI+HA) 착용시 훨씬 낮은 dB SNR이 필요했다.

네 번째로 서론에서 거론된 두영효과, 양이진압 효과, 양이합산 효과의 세 가지 양이청취효과에 대해 분석해보았다. 본 연구에서 측정된 인공와우 착용자의 K-HINT 검사결과를 통하여 <Fig. 2>의 방법<sup>9)</sup>으로 두영효과, 양이진압 효과, 양이합산 효과를 산출하였다. 이 때 인공와우 착용자 간 양이이득의 개인차를 확인하기 위해 실험참여자 10명 개 개인의 양이효과와 양이효과 평균값을 모두 <Fig. 5>에 제

Table 4. 소음방향과 청취조건에 따른 인공와우 착용자의 K-HINT dB SNR 반복측정 이원분산분석 결과

피험자 내 변인 (within-subjects variable)	F	df	p
청취조건	24.85	1,9	0.001**
소음방향	3.40	2,18	0.056
청취조건* 소음방향	0.70	2,18	0.508

\*\* : p<.01

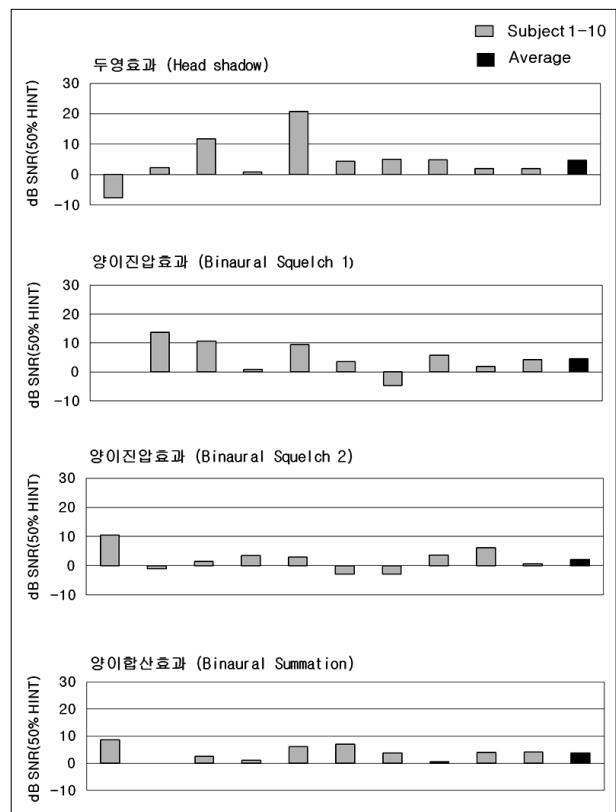


Fig. 5. 인공와우 착용자의 두영효과, 양이진압 효과, 양이합산 효과 (회색 bar : 인공와우 착용자 10명의 개인 결과; 검정 bar : 인공와우 착용자 10명의 평균값).

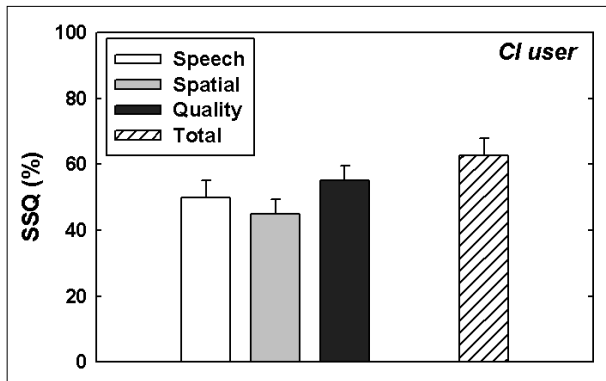


Fig. 6. 인공와우 착용자의 K-SSQ 영역별 점수.

Table 5. 인공와우 착용자의 K-SSQ 반복측정 일원분산분석 결과

피험자 내 변인 (within-subjects variable)	F	df	p
영역	2.19	2,18	0.14

시하였다. 대상자의 두영효과는 평균 4.6 dB SNR, 양이진압 효과는 평균 3.4 dB SNR, 양이합산 효과는 평균 3.8 dB SNR로 나타났다.

#### 인공와우 착용자의 K-SSQ 설문지 결과

10명의 인공와우 대상자에게 K-SSQ 설문지를 이용하여 CI+HA 착용시 전반적인 만족도를 조사하였고 그 결과는 <Fig. 6>에 제시하였다. 전반적인 만족도는 평균 62.85%이었다(Fig. 6, 밑줄친 바). K-SSQ의 세 가지 영역별로 나누어 결과를 살펴보면 언어적(speech) 영역은 49.86%이었고 공간적(spatial) 영역은 45.06%이었고 소리의 질적(quality) 영역은 55.26%이었다.

세 가지 영역(언어적, 공간적, 질적 영역)에 따라 설문 만족도가 유의하게 달랐는지 확인하기 위해 반복측정 일원분산분석을 하였고 그 결과는 <Table 5>에 제시하였다. 분석 결과 각 영역에 따른 차이는 유의미하지 않아( $p>.05$ ) 인공와우 착용자는 CI+HA 착용시 세 가지 영역 모두에서 비슷한 수준의 혜택을 받고 있다고 보고하였다.

## DISCUSSIONS

본 연구는 인공와우 착용 후 반대귀에 보청기를 착용함으로써 얻을 수 있는 양이청취효과를 평가하기 위해 건청성인(N=10)과 인공와우 착용자(N=10)를 대상으로 3개의 소음방향에 따른 K-HINT 검사를 실시하였다. 양이청취효과의 주관적인 평가를 위해 K-SSQ 설문지를 통해 CI+HA 착용 상태에서의 만족도를 평가하였다. 먼저 인공와우 착용자의 K-HINT 결과 관찰된 양이청취 이득에 대해 살펴

보겠다.

인공와우 착용자의 K-HINT 결과 CI만 착용한 조건보다 양이(CI+HA)로 청취시 소음방향이 정면(Front)에서 올 경우 3.78 dB SNR, CI 방향인 경우 4.54 dB SNR, HA 방향인 경우 2.19 dB SNR, 즉 평균 3.50 dB SNR 정도 더 낮은 dB SNR이 필요함을 알 수 있었다. 인공와우 착용자를 대상으로 한 연구결과, CI만 착용하고 청취한 경우보다 CI+HA로 청취시에 소음방향이 정면인 경우 4 dB SNR, CI 착용 귀에 소음을 제시한 경우 7 dB SNR, HA 착용 귀에 소음을 제시한 경우 3 dB SNR 더 낮은 dB SNR을 관찰하여 본 연구결과와 유사하였다.<sup>12)</sup> 두 연구결과 공통적으로 세 가지 소음방향 중 소음이 CI 방향에서 온 경우 가장 높은 dB SNR이 필요하였으나 소음방향이 미치는 영향은 통계적으로는 유의하지 않았다. 따라서 인공와우 착용자들의 소음 속 문장인지도는 소음의 방향보다는 청취조건이 CI만 착용한 조건인지 CI+HA를 모두 착용한 양이착용조건인지에 의해 유의한 영향을 받았다.

본 연구와 선행연구에서 산출된 세 가지 양이청취효과(두영효과, 양이진압 효과, 양이합산 효과) 비교시 유사점을 확인하였다. 본 연구에서는 산출된 10명의 인공와우 착용자의 두영효과는 평균 4.6 dB SNR, 양이진압 효과는 평균 3.4 dB SNR, 양이합산 효과는 평균 3.8 dB SNR로 나타났다. Scheich 등<sup>13)</sup>에서 보고한 두영효과는 4~7 dB SNR, 양이진압 효과는 1~2 dB SNR, 양이합산 효과는 2~3 dB SNR이어서 본 연구결과와 그 수치가 유사하였다.<sup>13)</sup> 두 결과 모두 두영효과가 가장 크게 나타났고 양이진압 효과가 가장 작게 나타났다. Iwaki 등<sup>12)</sup>의 연구에서도 두영효과가 가장 크게 나타났고 양이진압 효과가 가장 작게 나타났다고 보고되었다.<sup>12)</sup> 그러나 위 <Fig. 5>에서 보여진 것처럼 세 가지 양이청취 이득의 양과 경향은 개인마다 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

K-HINT, K-SSQ 검사결과와 인공와우 대상자군의 청력특성간의 상관성이 있는지 추가적으로 분석해 보았다. 먼저 K-HINT 검사결과와 인공와우 대상자군의 청력특성간의 상관관계를 분석해보았다. CI+HA 착용시 세 가지 소음조건에서 제시된 K-HINT 평균 문장인지도는 보청기 착용기간과 유의한 상관관계를 보였으나( $r=0.85$ ) 짧은 착용기간 범위로 인해 인공와우 착용기간과는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 또한 CI+HA 착용에서 측정된 K-HINT 평균 문장인지도는 난청기간과 유의한 상관관계를 보였다( $r=0.8$ ). 즉, CI+HA 착용 조건에서 소음 속 어음인지를 해야 하는 경우 CI 착용 반대쪽 귀에 보청기를 오랫동안 착용하며 재활을 받은 경험이 있을수록 더욱 CI+HA의 양이효과가 클 수 있겠다.

K-SSQ 설문결과와 인공와우 대상자군의 청력특성간의 상관관계를 분석한 결과 K-SSQ 결과와 K-HINT 결과와의 유의한 상관성은 확인되지 않았다. 그러나 인공와우 착용기간이 길수록 K-SSQ 언어(speech) 인지 시 큰 혜택을 받음을 보였고( $r=0.7$ ), 인공와우 착용 후 측정된 2,000 Hz 역치가 좋을수록 K-SSQ 언어(speech)와 방향(spatial) 영역에서 보고한 만족도가 더 높았다. 즉, CI 착용기간이 길고 CI 착용시 2,000 Hz의 역치가 좋을수록 CI+HA 양이착용시 착용자가 주관적으로 더욱 큰 만족도를 보였다.

본 연구를 통해 측정된 다양한 양이청취이득은 임상적으로 큰 의의를 지닌다. 인공와우 착용 반대측 귀에 보청기를 착용할 때 남은 잔청(residual hearing)이 매우 제한적일지라도 다양한 청취환경에서 보청기 착용효과가 가능할 수 있음을 간과해서는 안 될 것이다. 보청기 착용귀의 잔청이 비교적 많이 남아있는 post-lingual 성인이 연구의 대상자로 참여하였으므로 향후 연구에서는 보청기 착용귀의 잔청정도가 다양한 난청군을 대상으로 하거나 prelingual 난청자를 대상으로 하는 연구가 지속적으로 이뤄져야 할 것이다. 또한 임상에서 측정된 양이청취효과 값을 실제 청능재활 및 상담에서 사용하고 더욱 다양한 듣기상황에서 CI+HA의 양이착용효과를 알아보는 후속연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

## CONCLUSIONS

본 연구는 10명의 건청성인과 10명의 인공와우 착용자를 대상으로 3개의 소음방향에서의 K-HINT dB SNR를 측정하였다. 인공와우 착용자의 경우 모든 수행능력을 CI only와 CI+HA 청취에서 측정하여 양이착용효과를 분석하였고 K-SSQ 설문지를 통해 CI+HA 착용상태에서의 만족도를 관찰하였다. 본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 건청성인 10명의 K-HINT 검사결과 소음 속에서 대략 -7.2 dB SNR (-3~-9 dB SNR)이 주어지면 50% 문장인지가 가능 하였다.

2) 인공와우 착용자 10명의 K-HINT 검사결과 CI만 착용한 청취조건보다 양이(CI+HA) 청취 시 모든 결과의 수행도가 더 좋았다. 인공와우 착용자의 K-HINT 결과로 측정된 양이청취효과로는 두영효과는 평균 4.6 dB SNR, 양이진압효과는 3.4 dB SNR, 양이합산효과는 3.8 dB SNR으로 두영효과가 가장 크고 양이진압효과가 가장 작게 나타났다. 그러나 인공와우 착용자의 양이청취효과의 양과 경향은 개인마다 큰 차이를 보였다.

3) 인공와우 착용자의 K-SSQ 설문결과 CI+HA 사용에 대한 전반적인 만족도는 평균 62%정도였고 언어적, 공

간적, 소리의 질적 세 가지 영역에서 비슷한 수준의 혜택을 받고 있음을 확인하였다.

4) 상관관계분석 결과, 세 가지 소음조건에서 실시한 K-HINT 평균 결과값은 인공와우 반대측 귀에 보청기를 오래 착용해왔거나 난청기간이 길수록 K-HINT의 소음 속 문장인지도가 좋은 것으로 나타났다. 즉, 인공와우 착용 반대측 귀에 보청기를 통한 청능재활을 받아온 경험이 인공와우 시술 후 소음 속 인지에 매우 중요하겠다.

5) K-SSQ 설문결과 인공와우 착용기간이 길수록 인공와우 착용시 2,000 Hz 청력역치가 좋을수록 K-SSQ의 어음영역 및 방향성 영역에서 더 많은 혜택을 받았다고 보고하였다.

중심 단어 : 양이이득 · CI+HA · K-HINT · K-SSQ.

## REFERENCES

1. 문성균, 문형아, 정현경, Sigfrid DS, 이준호, 박기현. 한국어 Hearing in Noise Test (HINT) 문장의 개발. Kor J Otolaryngol. 2005;48:724-728.
2. 이경원, 이정학. 보청기 평가. 학지사. 2005:292-302.
3. Baumann U, Seeber BM, Fasti H. Localization ability with bimodal hearing aids and bilateral cochlear implant. J Acoust Soc Am. 2004; 116:1698-1709.
4. Bess FH, Tharpe AM, Gibler AM. Auditory performance of children with unilateral sensorineural hearing loss. Ear Hear. 1986;7:20-26.
5. Ching TYC, Hill M, Incerti P. Binaural Benefits for Adults Who Use Hearing Aids and Cochlear Implants in Opposite Ears. Ear Hear. 2004; 25:9-21.
6. Ching TYC, Hill M, Incerti P, Wanrooy E. An Overview of Binaural advantages for children and adults who use binaural/bimodal hearing devices. Audiol & Neuro- Otol. 2006;11:6-11.
7. Dermody P, Byrne D. Loudness summation with binaural hearing aids. Scand Audiol. 1975;2:23-28.
8. Dowell RC, Martin LF, Clark GM, Brown AM. Results of a preliminary clinical trial on a multiple channel cochlear prosthesis. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1985;94:224-250.
9. Dunn CC, Tyler RS, Witt SA. Benefit of wearing a hearing aid on the unimplanted ear in adult users of a cochlear implant. J Speech Lang Hear Res. 2005;48:668-680.
10. Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). Int J Audiol. 2004;43:85-99.
11. Hawkins D, Montgomery A, Prosek R, Walden B. Binaural loudness summation in the hearing impaired. J Speech Hear Res. 1987;30:37-43.
12. Iwaki T, Kubo T, Mah S, Matsushiro N, Sato T, Yamamoto K, Yasuoka E. Comparison of speech perception between monaural and binaural hearing in cochlear implant patients. Acta Otolaryngol. 2004;124:358-362.
13. Schleich P, Haese P, Nopp P. Head shadow, Squelch, and Summation effect in bilateral users of MED-EL COMBI 40/40+ cochlear implants. Ear Hear. 2004;25:197-204.
14. Spriet A, Van Deun L, Eftaxiadis K, Laneau J, Moonen M, Van Dijk B, Van Wieringen A, Wouters J. Speech understanding in background noise with the two-microphone adaptive beamformer BEAM in the Nucleus freedom cochlear implant system. Ear Hear. 2007;28:62-72.
15. Van Hoesel RJ, Tyler RS. Speech perception, localization, and lateralization with bilateral cochlear implants. J Acoust Soc Am. 2003;113: 1617-1630.





S7	당신이 분주한 도로에 서 있다면 눈으로 확인하지 않고 소리만으로 버스나 트럭이 어느 쪽에서 오고 있는지를 바로 알아차릴 수 있습니까?													
S8	당신은 거리에서 누군가의 목소리나 발자국 소리만을 듣고 그 사람이 얼마나 멀리 떨어져 있는지 알 수 있습니까?													
S9	당신은 소리만 듣고 버스나 트럭이 얼마나 멀리 떨어져 있는지 알 수 있습니까?													
S10	당신은 소리만 듣고 버스나 트럭이 왼쪽에서 오른쪽으로 움직이는지 혹은 오른쪽에서 왼쪽으로 움직이는지, 차의 움직이는 방향을 바로 알아차릴 수 있습니까?													
S11	당신은 사람의 목소리나 발자국 소리만 듣고 그 사람이 왼쪽에서 오른쪽으로 움직이는지 혹은 오른쪽에서 왼쪽으로 움직이는지, 그 사람이 움직이는 방향을 바로 알아차릴 수 있습니까?													
S12	당신은 사람의 목소리나 발자국 소리만 듣고 그 사람이 당신을 향해 오고 있는지 아니면 반대로 당신으로부터 멀어져가고 있는지를 알아차릴 수 있습니까?													
S13	당신은 버스나 트럭의 소리만을 듣고 그 차가 당신을 향하고 있는지 아니면 반대로 당신으로부터 멀어져가고 있는지를 알아차릴 수 있습니까?													
		머리에서 들린다 ----- 외부에서 들린다												
S14	당신이 어떤 소리를 들었을 때 그 소리가 당신의 머리 안에서 들리기 보다는 외부에서 들리는 것으로 느껴집니까?													
		매우 가까운곳에서 확인됨						전혀 가까운곳에서 확인 안됨						
S15	당신이 어떤 사람들(혹은 물체들)의 소리만을 듣고 "그 소리의 근원지가 어디쯤에 있을 것이다"라고 예측했을 경우, 실제 그 사람들(물체들)의 위치를 확인한 결과 당신이 예측보다 더 가까운 곳에서 확인된 편이었습니까?													
		매우 먼곳에서 확인됨						전혀 먼곳에서 확인 안 됨						
S16	당신이 어떤 사람들(혹은 물체들)의 소리만을 듣고 "그 소리의 근원지가 어디쯤에 있을 것이다"라고 예측했을 경우, 실제 그 사람들(물체들)의 위치를 확인한 결과 당신이 예측보다 더 먼 곳에서 확인된 편이었습니까?													
S17	당신은 어떤 소리 근원지의 위치는 모르고 소리만 들었을 때 "그 소리의 근원지가 어디쯤에 있을 것이다"라는 예측이 대부분 정확하게 맞습니까?													
Q1	당신이 동시에 두 가지 소리를 들었던 상황에서 (예. 물소리와 라디오 소리, 망치소리와 열 기계소리 등) 두 소리가 각각 분리된 소리로 들린 편이었습니까?													
		대부분 그렇다 ----- 전혀 그렇지 않다.												
Q2	당신이 두 가지 이상의 소리를 동시에 들었을 때, 그 소리들이 뒤섞인 한 개의 소리로 들린 편이었습니까?													
Q3	당신이 누군가와 방 안에서 대화하고 있을 때, 옆방에서 다른 누군가가 이야기를 하고 있고 또 음악소리도 들리고 있다고 가정할 때, 옆방에서 들리는 화자의 말소리와 음악소리를 분리해서 들을 수 있습니까?													
Q4	당신에게 친숙한 사람들의 목소리를 듣고 그 음성만으로 그 사람들이 누구인지 쉽게 맞출 수 있습니까?													
Q5	당신에게 친숙한 음악소리들을 듣고 그 음악들 간의 차이를 쉽게 구별할 수 있습니까?													
Q6	당신은 소리간의 차이를 쉽게 구별할 수 있습니까? (예. 자동차 소리와 버스 소리, 물끓는 소리와 프라이팬에서 음식 요리 소리)													
Q7	당신에게 친숙한 악기들로 연주된 음악을 들었다면 어떤 악기들이 사용되었는지 알 수 있습니까?													
Q8	당신이 음악을 들을 때, 음악소리가 깨끗하고 자연스럽게 들립니까?													
Q9	당신이 주로 듣게 되는 주위 소리들이 (음악, 환경음 모두) 당신에게 깨끗하고 분명하게 들립니까?													
Q10	다른 사람의 음성들이 당신에게 깨끗하고 자연스럽게 들립니까?													
		부자연스럽게 들림 ----- 자연스럽게 들림												

