

심도 청각장애 성인의 비성도 및 강도

Nasalance and Intensity of Profound Hearing-Impaired Adults

최 은 아¹⁾ · 박 한 상²⁾ · 성 철 재³⁾

Choi, Eunah · Park, Hansang · Seong, Cheol-jae

ABSTRACT

This study investigates the differences in nasalance across handicap, gender, and vowels and the correlation between nasal energy and oral energy both of which are used to compute nasalance. For this study, 20 hearing-impaired adults and 20 normal hearing adults as a control group were asked to read 7 Korean vowels (/a, ʌ, o, u, ʊ, i, ɛ/). Subjects' readings were recorded by NasalView and analyzed by Praat. Results showed that the hearing impaired group (HL) has a significantly higher nasalance than the normal hearing group(NH), and that there was a significant positive correlation between nasal energy and oral energy. A higher nasalance of the hearing impaired group seems to be due to an improper velopharyngeal control which is caused by lack of a proper auditory feedback.

Keywords: nasalance, hypernasality, auditory feedback, profound hearing loss, resonance, correlation

1. 서 론

심도 이상의 청각장애인은 정상 청력인과는 다른 발생, 조음, 공명 특성을 보인다. 첫째, 발생 특성은 성대의 특성으로서 음도(pitch), 강도(intensity), 음질(voice quality), 음성조절 능력(flexibility) 등에 의해 개개인의 특성이 드러나는데 청각장애인의 경우 지나치게 높은 음도, 너무 크거나 작은 강도, 거칠고 귀어짜는 듯한 음질, 음도와 강도의 큰 변이 등의 특성이 보인다[1],[2],[3],[4]. 둘째, 조음 특성은 중앙모음화와 자음의 왜곡, 대치, 생략 오류 등이 발생한다[5],[6]. 특히 자음의 오류로는 시각적 단서를 얻을 수 없는 연구개음의 생략, 고주파수 대역의 에너지가 높은 /s/ 계열 마찰음의 왜곡과 파열음이나 파찰음으로의 대치, 종성 자음들의 생략 등이 나타난다[7],[8]. 셋째, 공명 특성은 성도의 특성으로서 혀의 부적절한 후방화로 인한 맹관공명(cul-de-sac), 부적절한 연인두 폐쇄로 인한 과대비성

(hypernasality), 비강 통로의 지나친 폐쇄로 인한 과소비성(hyponasality) 등이 나타난다[1],[9].

청각장애인들의 경우 발생, 조음, 공명 등 음성 산출과 관련된 문제는 언어 지각 수준에 큰 영향을 받으며 언어 지각 수준은 청력 손실 시기⁴⁾와 청력 손실 정도⁵⁾에 영향을 받는다[10],[11],[12],[13],[14]. 공명 장애는 일반적으로 구조적 일탈과 신경근 기능의 결함에 의해 발생된다. 청각장애인의 경우 연인두 구조의 해부학적 문제가 없어도 선천적 또는 후천적 청력 손실로 인해 상당 기간 동안 청각적 피드백을 충분히 받지 못하면 문제가 발생할 수 있다. 청각장애인의 호흡, 발생, 조음, 공명 등에서 나타나는 문제들은 청력이 확보되어도 적절한 중재가 없이는 정상 청력인 수준 정도로의 자연회복은 어렵다[3],[9]. 청각장애인들의 음성 특성 및 음성 치료 효과에 대한 연구가 활발히 이루어져 오고 있다.

공명과 관련해서는 구개열이나 연인두 폐쇄부전 아동과 성인의 비성 특성과 비성 치료 효과, 정상군의 연령별, 성별, 지역별 비성도 분석, 그리고 비성도 측정을 위한 검사어 등이 연구

1) 충남대학교 eunah-choi@hanmail.net
2) 홍익대학교 phans@honik.ac.kr
3) 충남대학교 cjseong@cnu.ac.kr 교신저자
접수일자: 2009년 8월 20일
수정일자: 2009년 9월 23일
게재결정: 2009년 9월 24일

4) 청력손실 시기는 보통 선천성과 후천성, 언어이전(prelingual)과 언어이후(postlingual)로 나뉜다
5) 청력손실 정도는 청력역치에 따라 미도(16-25 dB), 경도(26-40 dB), 중도(41-55 dB), 중고도(56-70 dB), 고도(71-90 dB), 심도(90 dB이상)으로 분류된다.

되었다[15], [16], [17], [18], [19], [20]. 그러나 우리말을 모국어로 사용하는 심도 청각장애 성인들의 비성도에 대한 객관적인 수치들은 보고된 바 없다.

공명 장애는 청지각적 판단을 바탕으로 주관적으로 평가하거나 *Nasometer* 또는 *NasalView*와 같은 기기를 이용하여 비성도(*nasalance*)⁶⁾를 측정하여 평가한다. 비성도는 비강에너지를 비강에너지와 구강에너지의 합으로 나눈 값에 100을 곱하여 백분율로 나타낸 것이다. 이를 공식으로 나타내면 공식 (1)과 같다.

$$Nasalance = \frac{NE}{OE + NE} \times 100 \quad (1)$$

위의 공식에서 NE는 비강에너지(*nasal energy*)를 나타내며 OE는 구강에너지(*oral energy*)를 나타낸다. 비성도는 비강에너지와 구강에너지의 영향을 받는다. 즉, 구강에너지가 일정할 때 비강에너지가 커지면 비성도가 높아지며 비강에너지가 일정할 때 구강에너지가 커지면 비성도는 낮아진다. 그러나 공명 특성에 관한 연구에서 이 공식을 이용하여 비성도를 측정만 할 뿐 구강에너지와 비강에너지가 비성도에 미치는 영향이나 구강에너지와 비강에너지의 상관관계에 대한 연구 결과는 발견하기 어렵다.

본 연구는 정상청력을 가진 성인과 보청기를 착용한 선천성 심도 청각장애 성인들이 발음한 7개의 모음(/이, 애, 아, 어, 오, 우, 으/)을 *NasalView*로 녹음하고 *Praat*을 이용하여 구강에너지와 비강에너지를 측정하여 비성도를 계산함으로써 우리말을 모국어로 사용하는 심도 청각장애 성인들의 비성도에 대한 객관적인 자료를 제시하며 청각장애 유무, 성별, 모음에 대해 집단간의 비성도에 어떤 차이가 있는지 살펴보았다. 비성도는 구강에너지와 비강에너지를 이용하여 계산되는 것이므로 음성 강도와 관계가 있을 뿐만 아니라 청각장애인의 경우 음성 강도가 정상청력인과는 다른 양상을 보이므로 강도를 함께 살펴볼 필요가 있다. 이를 위하여 비강과 구강 두 채널로 녹음된 음성을 모노(*mono*)로 변환하여 청각장애 성인과 정상청력 성인의 음성 강도(*Intensity*)를 분석하였다. 그리고 청각장애 유무, 성별, 모음에 따라 비성도와 강도가 어떻게 다른지 살펴보고 비성도의 계산 요소인 비강에너지(NE), 구강에너지(OE), 에너지 총합(NE+OE)이 집단 별로 어떻게 다른지도 살펴보았다. 그리고 비성도를 계산할 때 사용되는 비강에너지와 구강에너지 사이에 어떤 상관관계가 있는지 함께 살펴보았다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구는 대전, 충청권에 거주하는 18세~23세 청각장애 성인 20명(평균 연령: 19세 9개월), 정상청력 성인 20명(평균: 연령 22세)을 대상으로 실시하였다. 각 집단은 남녀 각각 10명으로 구성되었다. 청각장애 성인은 모두 구화만으로 의사소통을 하거나, 구화와 수화 모두로 의사소통을 하는 선천성 심도 청각장애자였고 보청기를 착용하고 있었다. 청력 수준은 보청기를 착용하지 않은(*unaided*) 상태에서의 좋은 쪽 귀의 평균 청력이 약 93.5 dB이었고, 보청기를 착용한(*aided*) 상태에서 스피커를 통한(*free field*) 청력검사에서 평균 청력이 약 56 dB이었다. 정상청력 성인의 경우 청력검사나 언어평가를 실시하지는 않았으나 본인이 청력에 이상이 없다고 진술하였고 연구자가 언어와 말에서 문제가 없는 것으로 판단한 성인들이었다. 지역별로 비성도에 차이가 있다는 보고가 있어[15],[16] 지역 특성에 의한 차이를 배제하기 위해 대상자 모두 대전과 충청권에 거주하는 성인으로 선정하였다. 청각장애 성인에 관한 정보가 <표1>에 제시되어 있다.

표 1. 청각장애 성인 정보
Table 1. Information of Subjects with Hearing Aids

ID	성별	연령 (세)	청력(dB)		장애진단 시기(만)	
			교정전	교정후		
1	SBM	f	18;04	약 95	약 55	2세
2	KSM	f	18;08	약 100	약 70	3세
3	KJ	m	18;09	약 90	약 60	3세
4	PMK	m	18;11	약 90	약 45	1세
5	SJY	f	19;00	약 90	약 45	1세
6	JHW	f	19;03	약 100	약 70	4세
7	LWJ	m	19;06	약 95	약 65	1세
8	NBE	f	19;10	약 90	약 45	2세
9	JMJ	m	20;10	약 90	약 50	3세
10	BRH	m	20;03	약 95	약 55	2세
11	KIS	m	20;05	약 95	약 60	3세
12	LJW	m	20;05	약 90	약 55	2세
13	HKJ	f	20;06	약 90	약 50	3세
14	NYO	m	20;09	약 95	약 60	4세
15	PCH	m	21;01	약 90	약 50	4세
16	BJ	f	21;01	약 100	약 60	3세
17	SSY	f	19;05	약 90	약 50	1세
18	CIH	m	21;01	약 95	약 55	2세
19	JSH	f	22;05	약 100	약 70	3세
20	EHJ	f	17;06	약 90	약 50	1세
평균				93.5	56	2.4

6) 본 연구에서는 모음 발생 시 모음의 비성 비율의 뜻으로 'nasalance'에 대해 '비성도'라는 용어를 사용하기로 한다.

2.2 자료 수집

정상청력을 가진 성인 집단(NH: Normal Hearing)과 보청기를 착용한 선천성 심도 청각장애 성인 집단(HL: Hearing Loss)으로 하여금 7모음 체계[21]에 입각한 7개의 단모음(/이, 애, 아, 어, 오, 우, 으)이 적힌 카드 5 세트를 무작위로 섞어 35장의 카드를 읽게 하여 녹음하였다.

비음이 포함되지 않은 문장, 비음이 포함된 문장, 고압력 자음이 포함된 문장, 저압력 자음이 포함된 문장 등 검사 문항의 음성 구성과 검사 문항의 길이가 비성도에 영향을 미친다[15],[19]. 뿐만 아니라 모음에 따른 비성도의 차이는 모음에 따른 연인두 폐쇄 양상의 차이를 반영하며 비성도를 측정하는 데 가장 기본적인 정보가 된다[22]. 단모음만을 녹음하여 비성도를 측정하는 것은 화자에 따라 편차가 심할 수도 있다는 단점이 있으나 비성도는 그 정의에 따라 구강에너지를 이용하여 비성도를 계산한다는 점에서 구강에너지가 나타나는 모음을 대상으로 비성도를 계산하는 것은 자연스러운 것이며 오히려 구강폐쇄음이나 비자음만을 대상으로 비성도를 측정한다면 의미가 퇴색될 것이다. 비성도는 모음의 종류뿐만 아니라 모음의 선행 및 후행하는 자음에 따라 달라진다[15],[20]. 무엇보다도 청각장애 성인이 자음이 결합된 문장이나 무의미 음절을 읽을 때 자음의 발음이 비성도에 미치는 영향을 배제하기 위해서 모음만을 발성시켰다. 단, 기존의 연구들과 달리 조음위치의 극단점에 있는 /아/, /이/, /우/의 비성도만 측정하지 않고 7개 단모음으로 확장하였다.

화자들로 하여금 조용한 치료실에서 NasalView의 헤드마이크를 착용한 후 가장 편안한 상태에서 대화음 수준의 강도(60-75 dB)로 모음이 적힌 카드를 읽도록 하고 Dr. Speech의 NasalView로 음성을 녹음하여 저장하였다. 저장된 음성은 2채널로서 비강에너지와 구강에너지를 각각 담고 있었다. 저장된 음성의 표본추출률은 22,050 Hz였고 양자화비트는 16이었다.

NasalView로 저장된 모음의 시작과 종료 시점을 설정하고 레이블링하였다. 분절과 레이블링의 예가 <그림1>에 제시되어 있다.

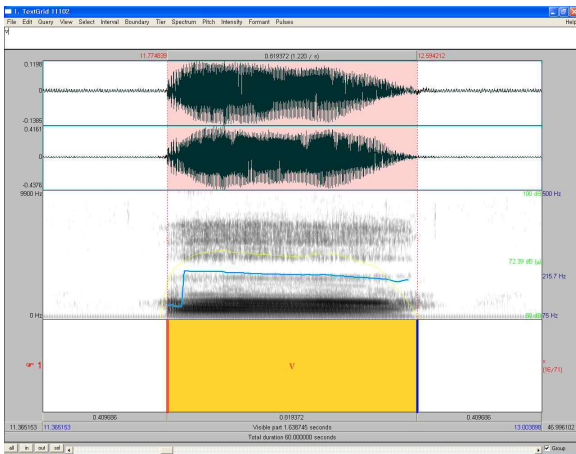


그림 1. 모음의 분절과 레이블링
Figure 1. Segmentation and labeling of a vowel

<그림1>에 나타나 있듯이 모음은 비강에너지와 구강에너지 두 채널로 녹음되어 있다. 그림에서 레이블 'v'는 모음 /어/를 나타낸다. 모음의 시작 시점은 F1, F2, F3, F4가 모두 나타나는 첫 시점으로 설정하였고 모음의 마지막 시점은 F1, F2, F3, F4가 모두 나타나는 마지막 시점으로 설정하였다. Praat을 이용하여 비강에너지 채널과 구강에너지 채널로 분리한 후, 각 채널에 대해서 energy, power, energy in air, power in air, intensity(dB) 등 다섯 가지 에너지 값을 구하였다. 이 중 intensity(dB)를 이용하여 비강에너지(NE: Nasal Energy)와 구강에너지(OE: Oral Energy) 값을 측정하였고 위에 제시된 공식 (1)을 이용하여 비성도를 구하였다.

본 연구에서 사용한 비성도는 NasalView에서 측정하는 비성도와 다르다. NasalView에서 측정하는 비성도는 일정한 시간 간격으로 일정한 길이의 음성신호를 따서 해밍 윈도우(Hamming window)를 씌워 비성도를 계산하였으나[23] 본 연구에서는 모음 전체 구간에 대해 특정의 창을 씌우지 않고 에너지를 측정하여 비성도를 계산하였다. 따라서 한 모음에 대해 나타나는 비성도의 값은 한 모음 전체 구간에 대한 단 하나의 값이 아닌 여러 구간에서 측정된 비성도 값의 평균값이나 최빈값이 아니다. 본 연구에서 강도(intensity)도 계산하였다. 강도는 각각 다른 두 채널에 기록되어 있는 음성에 대해 두 채널을 합치도록 변환하여 계산하였다. 강도 값은 단순히 비강에너지와 구강에너지를 합친 값(NE + OE)과 다르다.

3. 연구 결과

3.1 비성도 및 강도의 집단 간 차이

장애, 성별, 모음 별 비성도(Nasalance), 비강에너지(NE), 구강에너지(OE), 비강에너지와 구강에너지의 합(NE + OE), 강도(Intensity)의 평균과 표준편차가 <표2>에 제시되어 있다. <표2>에 나타나는 집단 별 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 비성도, 비강에너지, 구강에너지, 비강에너지와 구강에너지의 합, 강도 등 5개의 측정치 각각을 종속변수로 하고 장애, 성별, 모음을 독립변수로 하여 일변량삼원분산분석(3-way ANOVA)을 실시하였다. 유의수준은 0.05였으며 Tukey's HSD를 이용하여 사후 분석을 실시하였다. 통계 분석 결과가 <표3>에 제시되어 있다.

표 2. 장애, 성별, 모음 별 비성도, 비강에너지(NE), 구강에너지(OE), 에너지의 합(NE + OE), 강도의 평균과 표준편차
 Table 2. Mean and standard deviation of nasalance(Nasalance), nasal energy(NE), oral energy(OE) and total energy(NE+OE) and intensity(Intensity) across handicap, gender, and vowels

장애	성별	모음	비성도(%)		NE(dB)		OE(dB)		NE+OE(dB)		Intensity(dB)	
			평균	SD	평균	SD	평균	SD	평균	SD	평균	SD
NH	남자	이	46.47	2.46	61.40	8.25	70.22	4.21	131.62	11.73	66.81	4.90
		애	45.52	2.81	61.44	8.57	72.96	4.69	134.40	12.12	68.94	5.06
		아	45.39	2.02	61.30	7.74	73.40	5.02	134.70	12.32	68.95	5.36
		어	43.78	2.69	58.48	8.44	74.56	4.83	133.04	12.62	69.74	5.03
		오	43.59	2.64	58.20	8.30	74.70	4.74	132.90	12.46	69.83	4.98
		우	44.05	2.67	57.80	7.93	72.98	4.47	130.78	11.50	68.19	4.65
		으	44.04	2.37	58.46	7.86	73.80	4.82	132.26	12.07	69.04	4.96
	여자	이	48.57	2.66	65.80	6.18	69.52	5.47	135.32	9.52	68.03	4.23
		애	46.35	1.74	62.90	4.08	72.78	5.35	135.68	8.34	68.97	4.31
		아	46.52	1.79	64.32	5.96	73.92	5.97	138.24	10.96	69.96	5.24
		어	44.66	1.85	60.78	4.85	75.22	5.59	136.00	9.25	70.54	4.99
		오	44.36	2.56	60.34	5.48	75.56	5.17	135.90	8.26	70.84	4.46
		우	45.41	2.63	61.26	6.03	73.48	4.93	134.74	8.47	69.46	4.25
		으	45.56	2.43	62.74	5.95	74.84	5.13	137.58	9.07	70.80	4.31
HL	남자	이	48.97	3.01	66.88	9.23	69.44	8.05	136.32	15.31	68.63	7.69
		애	47.20	2.93	65.36	6.65	73.20	7.72	138.56	12.08	70.46	6.28
		아	46.35	3.08	64.28	5.88	74.78	6.35	139.06	10.30	70.95	5.86
		어	46.35	3.07	64.36	6.49	74.60	7.25	138.96	10.83	71.11	6.25
		오	46.14	3.11	64.36	9.08	74.78	6.99	139.14	13.86	71.32	7.04
		우	46.99	3.68	65.50	9.88	73.48	7.08	138.98	14.25	70.81	6.87
		으	48.76	2.98	67.38	9.24	70.64	7.90	138.02	15.38	69.54	7.52
	여자	이	49.14	2.61	63.14	7.55	65.38	8.45	128.52	14.52	64.41	7.55
		애	47.08	2.09	60.86	7.14	68.18	6.07	129.04	12.17	65.04	6.09
		아	46.45	2.43	62.38	7.08	71.08	6.69	133.46	12.95	67.21	6.82
		어	46.45	2.43	61.40	8.08	70.54	6.80	131.94	13.67	66.86	6.89
		오	46.83	2.95	60.20	8.27	68.22	7.84	128.42	14.17	65.15	7.54
		우	46.88	3.71	59.84	9.26	67.70	8.78	127.54	15.38	64.92	8.20
		으	48.96	2.49	63.00	6.91	65.70	8.45	128.70	14.11	64.36	7.19

표 3. 비성도, 비강에너지, 구강에너지, 에너지의 합, 강도의 ANOVA 검정 결과
 Table 3. Results of the ANOVA tests for nasalance, nasal energy(NE), oral energy(OE), the sum of nasal energy and oral energy(NE+OE), and intensity

주효과 또는 교호작용	자유도	F				
		Nasalance	NE	OE	NE+OE	Intensity
장애	1	206.93**	36.02**	70.68**	.50	18.51**
성별	1	25.57**	1.23	43.14**	16.88**	38.25**
모음	6	31.73**	5.88**	14.94**	1.85	4.28**
장애*성별	1	13.16**	74.08**	59.24**	86.34**	87.30**
장애*모음	6	9.13**	1.93	3.45**	.28	1.05
성별*모음	6	.473	.55	.30	.48	.40
장애*성별*모음	6	.653	.64	.58	.49	.39
오차	1372					

** p<.01 수준에서 유의함

먼저 비성도에 대한 주효과 분석 결과 장애, 성별, 모음 모두 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 첫째, HL의 비성도가 NH의 비성도보다 유의미하게 컸다. 둘째, 여자의 비성도가 남자의 비성도보다 유의미하게 컸다. 셋째, 모음 사이에 유의미한 비성

도 차이가 있었다. 모음 간 비성도 차이에 대한 사후분석 결과가 <표4>에 제시되어 있다.

표 4. Tukey's HSD를 이용한 비성도의 다중비교 결과
Table 4. Results of Tukey's HSD for nasalance

모음	N	집단군			
		1	2	3	4
오	200	45.23			
어	200	45.31			
우	200	45.83	45.83		
아	200		46.21	46.21	
애	200		46.54	46.54	
으	200			46.83	
이	200				48.29
유의확률		.257	.106	.223	1.000

<표4>에서 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 모음들이 동일집단군으로 묶여 있다. 고모음 /이/가 다른 모든 모음보다 비성도가 유의미하게 컸다.

비성도에 대한 교호작용 분석 결과 장애와 성별, 그리고 장애와 모음 사이에 교호작용이 있었다. 먼저 장애와 성별 사이의 교호 작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그림 2>에 제시되어 있다.

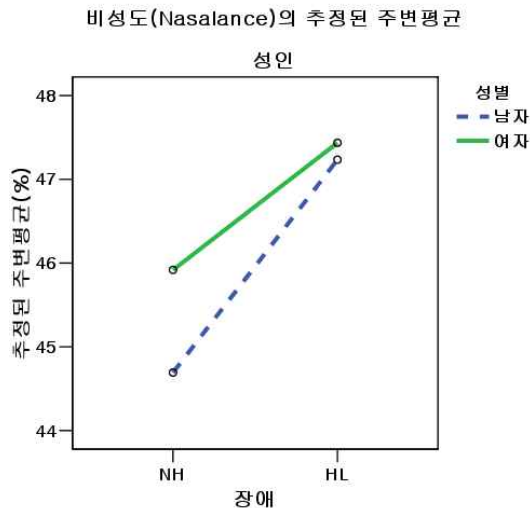


그림 2. 장애와 성별에 따른 비성도의 추정된 주변 평균
Figure 2. Estimated marginal means of nasalance across handicap and gender

<그림2>에 나타나 있듯이 NH의 경우 여자가 남자보다 비성도가 상당히 큰 반면 HL의 경우 여자가 남자보다 비성도가 크지만 그 차이는 크지 않은데, 이것이 장애와 성별 사이의 교호 작용의 원인으로 보인다. 다음으로 장애와 모음 사이의 교호 작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그림3>에 제시되어 있다.

비성도(Nasalance)의 추정된 주변평균

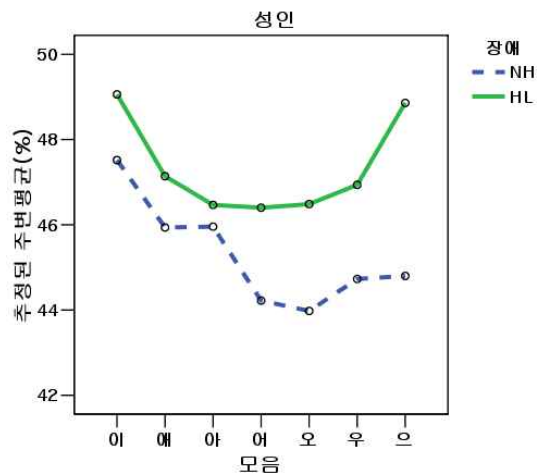


그림 3. 모음과 장애에 따른 비성도의 추정된 주변 평균
Figure 3. Estimated marginal means of nasalance across vowel and handicap

<그림3>에 나타나 있듯이 모든 모음에 걸쳐 HL의 비성도가 NH의 비성도보다 높다. NH는 전설모음에서 후설모음으로 갈수록 비성도가 낮아지는 경향이 있고 HL은 고모음은 비성도가 높고 저모음은 비성도가 낮은 경향이 있다. 그리고 HL과 NH 사이의 모음 간 비성도 차이가 일정치 않은데 이것이 모음과 장애 사이의 교호작용의 원인으로 보인다.

다음으로 비강에너지에 대한 주효과 분석 결과 장애와 모음에서 유의미한 차이가 있었다. 첫째, HL이 NH보다 비강에너지가 유의미하게 컸다. 둘째, 모음 사이에 유의미한 비강에너지의 차이가 있었다. 모음 간 비강에너지 차이에 대한 사후분석 결과가 <표5>에 제시되어 있다.

표 5. Tukey's HSD를 이용한 비강에너지의 다중비교 결과
Table 5. Results of Tukey's HSD for nasal energy

모음	N	집단군		
		1	2	3
오	200	60.78		
우	200	61.10	61.10	
어	200	61.25	61.25	
애	200	62.64	62.64	62.64
으	200	62.90	62.90	62.90
아	200		63.07	63.07
이	200			64.31
유의확률		.072	.120	.287

<표5>에서 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 모음들이 동일집단군으로 묶여 있다. 비강에너지에 대한 교호작용 분석 결과 장애와 성별 사이에 교호작용이 있었다. 장애와 성별 사이의 교호 작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그

림4>에 제시되어 있다.

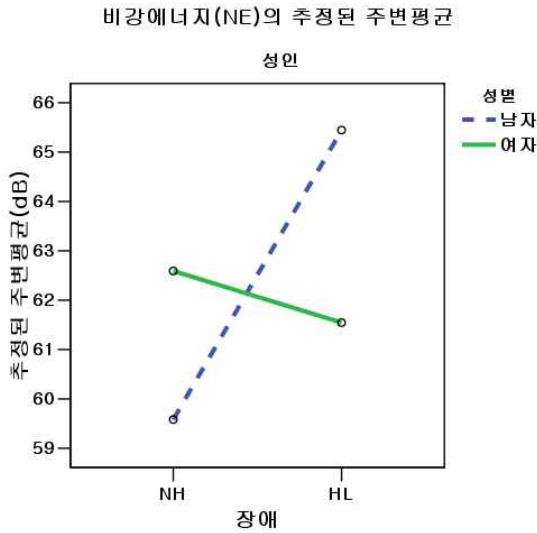


그림 4. 장애와 성별에 따른 비강에너지의 추정된 주변 평균
Figure 4. Estimated marginal means of nasal energy(NE) across handicap and gender

<그림4>에 나타나 있듯이 NH에서는 여자가 남자보다 비강에너지가 더 컸으며 HL에서는 남자가 여자보다 비강에너지보다 더 큰데 이와 같은 HL과 NH 사이의 성별 간 역전이 장애와 성별 사이의 교호작용의 원인으로 보인다.

다음으로 구강에너지에 대한 주효과 분석 결과 장애, 성별, 모음 모두 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 첫째, NH이 HL보다 구강에너지가 유의미하게 컸다. 둘째, 남자가 여자보다 구강에너지가 유의미하게 컸다. 셋째, 모음 사이에 유의미한 구강에너지 차이가 있었다. 모음 간 구강에너지 차이에 대한 사후 분석 결과가 <표6>에 제시되어 있다.

표 6. Tukey's HSD를 이용한 구강에너지의 다중비교 결과
Table 6. Results of Tukey's HSD for oral energy

모음	N	집단군			
		1	2	3	4
이	200	68.64			
으	200		71.25		
애	200		71.78	71.78	
우	200		71.91	71.91	71.91
아	200			73.30	73.30
오	200			73.32	73.32
어	200				73.73
유의확률		1.000	.945	.199	.067

<표6>에서 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 모음들이 동일집단군으로 묶여 있다. /이/가 다른 모든 모음보다 구강에너지가 유의미하게 작았다.

구강에너지(OE)의 추정된 주변평균

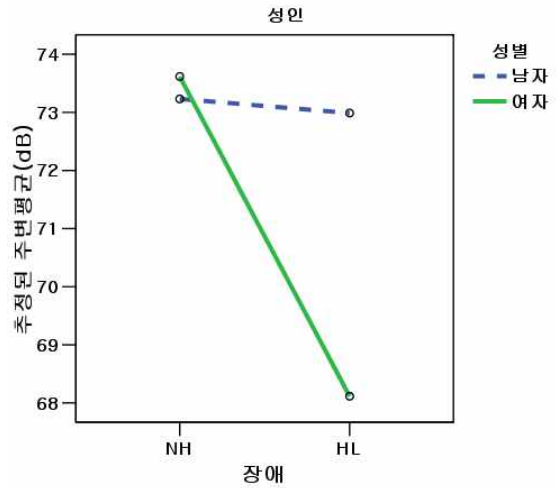


그림 5. 장애와 성별에 따른 구강에너지의 추정된 주변 평균
Figure 5. Estimated marginal means of oral energy(OE) across handicap and gender

구강에너지(OE)의 추정된 주변평균

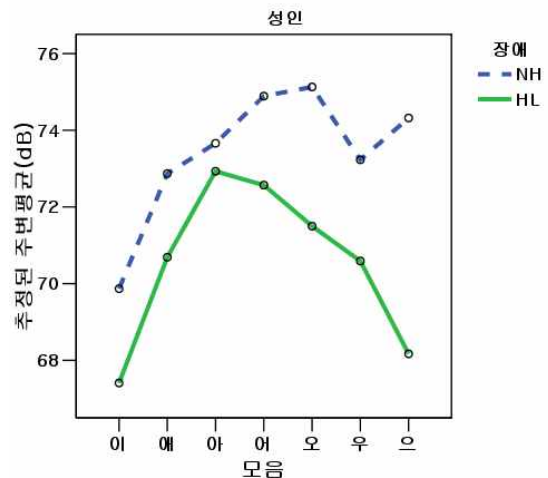


그림 6. 장애와 모음에 따른 구강에너지의 추정된 주변 평균
Figure 6. Estimated marginal means of OE across handicap and vowel

구강에너지에 대한 교호작용 분석 결과 장애와 성별, 그리고 장애와 모음 사이에 교호작용이 있었다. 먼저 장애와 성별 사이의 교호 작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그림5>에 제시되어 있다. <그림5>에 나타나 있듯이 구강에너지가 NH에서는 여자가 남자보다 더 컸으며 HL에서는 남자가 여자보다 더 큰데 이와 같은 HL과 NH 사이의 성별 간 역전이 장애와 성별 사이의 교호작용의 원인으로 보인다. 장애와 모음 사이의 교호작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그림6>에 제시되어 있다.

<그림6>에 나타나 있듯이 모든 모음에 걸쳐 NH가 HL보다

구강에너지보다 크다. NH는 전설모음에서 후설모음으로 갈수록 구강에너지가 커지는 경향이 있고 HL은 구강에너지가 고모음은 낮고 저모음은 높은 경향이 있다. HL과 NH 두 집단 사이의 모음 간 구강에너지 차이가 일정치 않은 것이 모음과 장애 사이의 교호작용의 원인으로 보인다.

다음으로 비강에너지와 구강에너지의 합에 대한 주효과 분석 결과 성별에서만 유의미한 차이가 있었는데, 남자가 여자보다 비강에너지와 구강에너지의 합이 유의미하게 더 컸다. 비강에너지와 구강에너지의 합에 대한 교호작용 분석 결과 장애와 성별 사이에 교호작용이 있었다. 장애와 성별 사이의 교호 작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그림7>에 제시되어 있다.

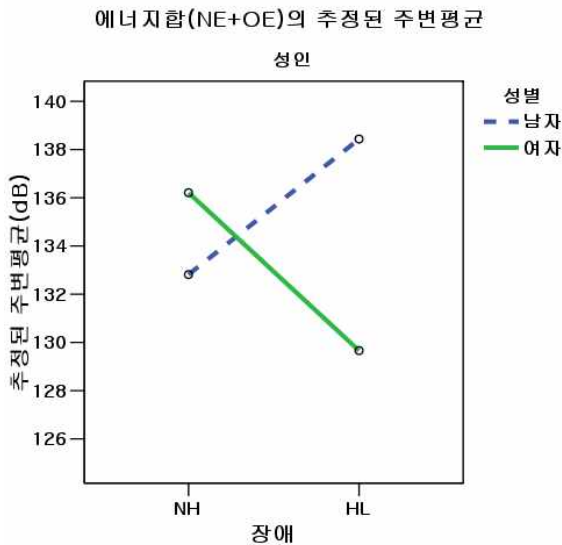


그림 7. 장애와 성별에 따른 비강에너지와 구강에너지의 합(NE+OE)의 추정된 주변 평균
Figure 7. Estimated marginal means of the sum of oral energy and nasal energy(OE+NE) across handicap and gender

<그림7>에 나타나 있듯이 비강에너지와 구강에너지의 합이 NH에서는 여자가 남자보다 더 큰 반면 HL에서는 남자가 여자보다 더 크다. 이와 같은 HL과 NH 사이의 성별 간 역전이 장애와 성별 사이의 교호작용의 원인으로 보인다.

마지막으로, 강도에 대한 주효과 분석 결과 장애, 성별, 모음 모두 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 첫째, NH가 HL보다 강도가 유의미하게 더 컸다. 둘째, 남자가 여자보다 강도가 유의미하게 더 컸다. 셋째, 모음 사이에 유의미한 강도 차이가 있었다. 7개의 모음 간 비성도 차차이에 대한 사후 분석 결과가 <표7>에 제시되어 있다.

표 7. Tukey's HSD를 이용한 강도의 다중비교 결과
Table 8. Results of Tukey's HSD for intensity

모음	N	집단군	
		1	2
이	200	66.9711	
우	200	68.3453	68.3453
애	200	68.3520	68.3520
으	200	68.4391	68.4391
아	200		69.2649
오	200		69.2846
어	200		69.5634
유의확률		.181	.397

<표7>에서 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 모음들이 동일집단군으로 묶여 있으며 전반적으로 저모음의 강도가 고모음의 강도보다 컸다.

강도에 대한 교호작용 분석 결과 장애와 성별 사이에 교호작용이 있었다. 장애와 성별 사이의 교호 작용의 원인을 살펴볼 수 있는 추정된 주변평균이 <그림8>에 제시되어 있다.

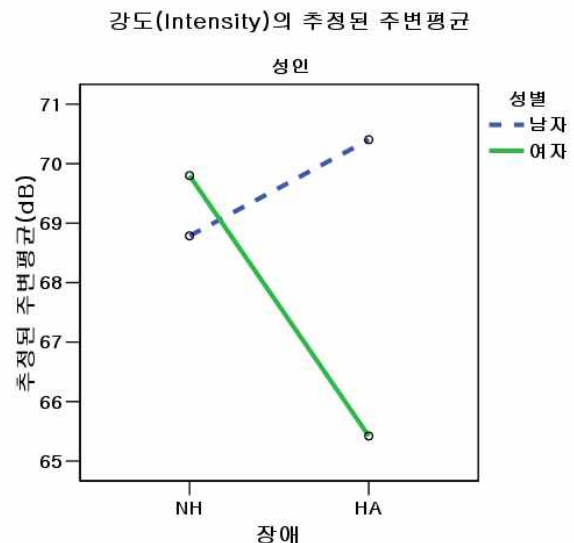


그림 8. 장애와 성별에 따른 강도의 추정된 주변 평균
Figure 8. Estimated marginal means of intensity across handicap and gender

<그림8>에 나타나 있듯이 NH에서는 여자가 남자보다 강도가 더 큰 반면 HL에서는 남자가 여자보다 강도가 더 큰데 이와 같은 성별 간 역전이 장애와 성별 사이의 교호작용의 원인으로 보인다.

3.2 구강에너지와 비강에너지 사이의 상관관계

성인 전체에 대하여 구강에너지와 비강에너지 사이의 상관관계를 볼 수 있는 산점도가 <그림9>에 제시되어 있고 상관계수가 <표8>에 제시되어 있다.

표 8. 성인 전체 및 하위 집단에 대한 비강에너지(NE)와 구강에너지(OE) 사이의 상관계수

Table 8. Correlation coefficients between oral energy(OE) and nasal energy(NE) for the entire adult group and its subgroups

집단		N	NE/OE의 상관계수	
전체		1400	.456(**)	
NH		700	.484(**)	
HL		700	.524(**)	
NH	남자	350	.685(**)	
	여자	350	.280(**)	
HL	남자	350	.398(**)	
	여자	350	.581(**)	
NH	이	50	.752(**)	
	애	50	.648(**)	
	아	50	.856(**)	
	남자	어	50	.789(**)
		오	50	.809(**)
	우	50	.700(**)	
	으	50	.805(**)	
	HL	이	50	.341(*)
		애	50	.584(**)
		아	50	.684(**)
여자		어	50	.568(**)
		오	50	.206
우		50	.193	
으		50	.332(*)	
HL		이	50	.577(**)
		애	50	.414(**)
		아	50	.410(**)
	남자	어	50	.239
		오	50	.480(**)
	우	50	.383(**)	
	으	50	.599(**)	
	HL	이	50	.649(**)
		애	50	.694(**)
		아	50	.780(**)
여자		어	50	.683(**)
		오	50	.547(**)
우		50	.451(**)	
으		50	.690(**)	

*. p<.05 수준에서, **. p<.01 수준에서 유의함.

장애별로 집단을 나누어 비강에너지와 구강에너지의 상관관계를 볼 수 있는 산점도가 <그림10>과 <그림11>에 제시되어 있으며 장애, 성별, 모음 별 하위 집단에 대한 비강에너지와 구강에너지 사이의 상관계수가 <표8>에 제시되어 있다. <그림9>에 나타나 있듯이 비강에너지와 구강에너지의 관계는 비강에너지가 증가하면 구강에너지도 증가한다. 성인 전체뿐만 아니라 장애 별 하위 집단에 대해서도 동일한 현상이 나타난다.

<그림10>과 <그림11>에 나타나 있듯이 NH와 HL 모두에서 비강에너지가 증가하면 구강에너지도 증가한다. <표8>에 나타나 있듯이 전체 집단에서 비강에너지와 구강에너지는 유의미한 양의 상관관계를 보여주고 있다. 장애 별 집단 NH와 HL 모두

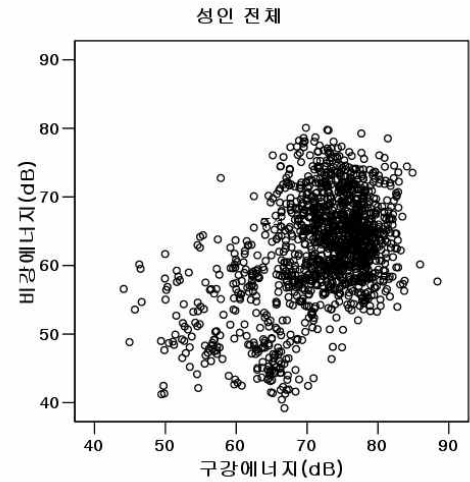


그림 9. 성인 전체에 대한 비강에너지(NE)와 구강에너지(OE)의 산점도
Figure 9. Scatterplots of nasal energy(NE) and oral energy(OE) for the entire adult group

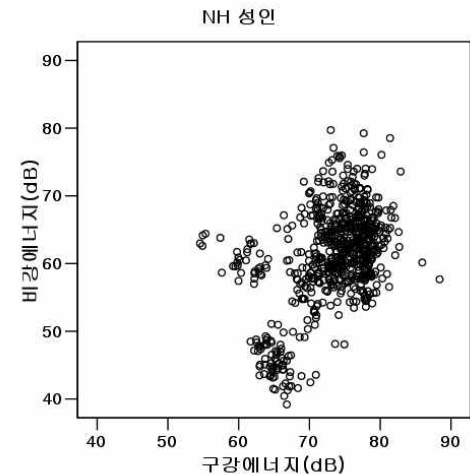


그림 10. NH에 대한 비강에너지(NE)와 구강에너지(OE)의 산점도
Figure 10. Scatterplots of nasal energy(NE) and oral energy(OE) for the NH group

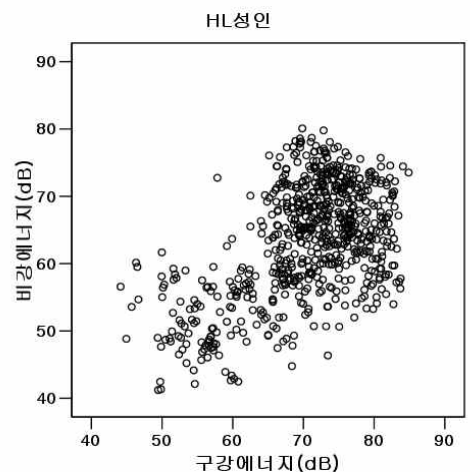


그림 11. HL에 대한 비강에너지(NE)와 구강에너지(OE)의 산점도
Figure 11. Scatterplots of nasal energy(NE) and oral energy(OE) for the HL group

에서 비강에너지와 구강에너지는 유의미한 양의 상관관계를 보여주고 있다. 상관관계의 유의성과는 별도로 집단에 따라 상관계수가 달라진다. 성별 및 모음 별 집단에 대해서 살펴보면 전반적으로는 전체 집단 및 장애 별 집단에서 보인 것과 동일한 경향이 나타나지만 유의성과 상관계수가 다르게 나타났다.

4. 토론 및 결론

본 연구에서는 구강에너지와 비강 에너지를 측정하여 비성도를 분석하고 구강에너지와 비강에너지 사이의 상관관계를 살펴봄으로써 심도 청각장애 성인의 공명 특성을 살펴보았다. 비성도 분석 결과 장애, 성별, 모음에 따라 모두 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. HL 성인의 비성도가 NH 성인의 비성도보다 유의미하게 컸으며 여자의 비성도가 남자의 비성도보다 유의미하게 컸다. 그리고 모음의 비성도는 /이/ > /오/ > /애/ > /아/ > /우/ > /어/ > /오/ 순으로 컸으며 각 모음 간에 유의미한 차이가 있었다.

비성도의 계산에 필요한 구성 요소인 비강에너지, 구강에너지, 에너지의 합과 일반적으로 음성의 에너지를 나타내며 비강에너지와 구강에너지가 합성된 것으로 볼 수 있는 강도를 분석한 결과 장애, 성별, 모음에 따라 집단 간에 유의미한 차이가 있었다.

비강에너지와 구강에너지의 관계를 살펴본 결과 비강에너지가 증가하면 구강에너지도 증가했다. 이는 전체 집단뿐만 아니라 장애, 성별, 모음에 따른 하위 집단에서도 동일하게 나타났다. 즉 소리를 크게 하면 두 에너지 모두 증가한다는 것을 의미한다.

장애별 비성도 분석에서 청각장애인은 정상인에 비해 모음의 비성도가 유의미하게 컸다. 이는 청력손실로 인해 오랫동안 청각적 피드백을 제대로 받지 못하면 공명 문제, 특히 과대비성을 일으키는 기본적인 원인인 연인두 구조에 문제가 없음에도 불구하고 음성에 문제가 발생한다는 보고를 증명하는 것이다 [1],[12],[14]. 그리고 정상청력 성인의 경우 여자의 비성도가 남자의 비성도에 비해 컸으나 청각장애 성인의 경우 성별에 따른 비성도의 차이가 없었고 청각장애 성인 남자와 여자 모두 정상청력 성인보다 비성도가 현저하게 높았다. 각 모음에 대한 비성도는 정상청력 성인과 청각장애 성인 모두 고모음의 비성도가 저모음의 비성도보다 커서 모음 사각도 모양과 흡사한 분포를 보였다. 이는 고모음의 경우 발생 시 개구도가 좁아져 구강 공간이 좁아지면서 상대적으로 비강으로의 공기 유출이 촉진되기 때문으로 보인다[10],[11],[12]. 또한 정상 청력 성인은 남녀 모두 비강에너지는 작고 구강에너지는 컸다. 하지만 정상청력 성인 중 여자는 남자에 비해 비강에너지가 유의미하게 높아 결과적으로 정상청력 남자에 비해 여자의 비성도가 높아지게 되었다. 청각장애 성인은 성별에 따라 비강에너지와 구강에너지가 모두 달라서 HL 남자의 경우 구강에너지는 정상청력인 수준이

있으나 비강에너지는 유의미하게 컸고, HL 여자의 경우 비강에너지는 정상청력인 수준이었으나 구강에너지가 유의미하게 작았다. HL 남자의 경우에는 비강에너지가 커서 비성도가 높아졌으며 HL 여자의 경우에는 구강에너지가 작아서 비성도가 높아진 것을 알 수 있었다. 에너지 합(NE+OE)과 강도는 정상청력인은 성별에 따른 차이가 없었고 청각장애인은 남자가 여자에 비해 유의미하게 컸다.

청각장애인의 경우 청력손실 시기와 청력손실 정도에 따라 청각적 피드백의 불충분하면 조음, 음성, 공명 등에서 문제들이 발생된다. 본 연구에 참여한 청각장애 성인들은 과대비성, 과소비성, 맹관공명 등의 여러 공명의 문제 중 과대비성을 보이는 것으로 보인다. 과소비성은 비음 산출 시 나타나는 특성인데 본 연구는 모음의 비성도만을 측정하였기 때문에 자음의 조음 특성은 반영되지 않았다. 맹관공명은 비성도 측정만으로는 파악할 수 없으며 혀의 후방화 등으로 성도의 막힘이 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 따라서 청력손실 정도(경도, 고도, 심도), 청력손실 시기(선천성, 후천성), 인공와우 이식으로 인한 청력 개선 여부에 따라 비성도, 비강 및 구강의 에너지, 에너지 간의 상관관계가 어떻게 달라지는지 뿐만 아니라 청각장애인들의 맹관공명에 대한 연구도 필요하다. 또한 인공와우를 이식한 아동의 경우 인공와우 이식 후 듣기 능력이 향상되어도 여전히 정상청력 아동에 비해 비성도가 유의하게 높아 자연적인 비성도 개선에 한계가 있었지만 이 아동들에게 과대비성을 소거하는 음성치료를 실시하였을 때 8주 후 정상청력 아동과 동일한 수준으로 비성도가 낮아졌다는 보고가 있다[24]. 심도 청각장애 성인의 비성도에 대한 본 연구를 계기로 청각장애인들의 공명에 대한 다각적인 연구와 함께 과대비성 소거를 위한 다양한 음성치료 프로그램들을 연구할 필요가 있다. 이런 연구는 추후의 과제로 남겨둔다.

참 고 문 헌

[1] Boone, D. R., McFarlane, S. C. & Von Berg, S. L. (2005). *Voice and Voice Therapy(7th ed.)*, MA: Allyn and Bacon.
 [2] Lee, S. H., Huh, M. J., Jeong, O. R. & Cho, T. H. (1997). "Acoustic characteristics of Korean deaf speakers." *Korean journal of Speech Science* Vol. 2. pp. 89-95.
 [3] Yoon, M. S. (2004) "The comparison of fundamental frequencies of children with different hearing level", *Malsori*, Vol. 52, pp. 49-60.
 (윤미선. (2004). "청력수준에 따른 초등학교 아동의 기본주파수 비교", *말소리*, 52권, pp. 49-60.)
 [4] Huh, M. J. & Jung, O. R. (1997). "Acoustic characteristics of prelingual hearing impaired speaker", *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*. Vol. 6, No.1, pp. 61-77.
 (허명진, 정옥란. (1997), "언어습득 전 난청자의 음향학적 특성", *언어치료연구*, 6권 1호, pp. 61-77.)
 [5] Oh, Y. J., Zhi, M. Z. & Kim, Y. T. (2000), "Acoustic

- comparisons of vowel and plosive productions between the nasal and the hearing-impaired children”, *Korean journal of Speech Science*, Vol. 7, No. 2, pp. 51-70.
(오영자, 지민재, 김영태. (2000). “청각장애아동과 건청아동의 모음 및 파열음 산출의 음향음성학적 특성 비교”, *음성과학*, 7권 2호, pp. 51-70.)
- [6] Kim, G. E. & Ko, D. H. (2007). “Acoustic characteristics of some vowels produced by the CI children of various age group”, *Korean journal of Speech Science*, Vol. 14, No. 4, pp. 203-212
(김고은, 고도홍. (2007). “인공와우 이식 시기에 따른 모음의 음향음성학적 특성”, *음성과학*, 14권 4호, pp. 203-212.)
- [7] Sung, H. J., Choi, E. A. & Yoon, M. S. (2007). “Predicting variable of speech intelligibility in adults with hearing impairment: focusing on correct articulation”, *Malsori*, Vol. 61, pp. 1-14.
(성희정, 최은아, 윤미선. (2007). “청각장애 성인의 말명료도 예측요인: 조음정확도를 중심으로”, *말소리*, 61권, pp. 1-14)
- [8] Huh, M. J., Choi, S. K. & Lee, S. H. (2007). “The phonetical change by auditory feedback for congenital profoundly hearing impaired children: in point of vowel”, *Korean Journal of Special Education*, Vol. 41, No. 4, pp. 21-35
(허명진, 최성규, 이상훈. (2007). “인공와우 착용기간에 따른 청각장애아동의 모음 산출 특성 분석”, *특수교육학연구*, 41권 4호, pp. 21-35.)
- [9] Nguyen, L. H., Allegro, J., Low, A., Papsin, B. & Campisi, P. (2008). “Effect of cochlear implantation on nasality in children”, *Ear Nose Throat*, Vol. 87, No. 3, pp 138-140.
- [10] Campisi, P., Low, A., Papsin, B., Mount, R., Kerem, R. C. & Harrison, R. (2005). “Acoustic analysis of the voice pediatric cochlear implant recipient: A longitudinal study.” *Laryngoscope*, Vol. 115, pp. 1046-1050.
- [11] Goffman, L., Ermer, D. & Erdle, C. (2002). “Changes in speech production in child with a cochlear implant: Acoustic and kinematic evidence”, *Journal of speech, language and hearing research*, Vol. 45, pp. 891-901.
- [12] Seifert, E., Oswald, M., Bruns, U., Vischer, M., Kompis, M. & Haeusler, R. (2002). “Changes of voice and articulation in children with cochlear implants”, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, Vol. 66, pp. 115-123.
- [13] Han, J. H., Kim, H. H., Pae, S. Y., & Shin, J. C. (2006). “A comparison of phonological process between normal children and children with cochlear Implants”, *Korean Journal of Special Education*, Vol. 11, No. 2, pp. 56-71.
(한지혜, 김향희, 배소영, 신지철. (2006). “건청 아동과 인공와우이식 아동의 조음특성 비교”, *언어청각장애연구*, 11권 2호, pp. 56-71.)
- [14] Yoon, M. S., Sim, H. S., Jang, S. H. & Kim, J. S. (2005). “Predictor variables of speech intelligibility after cochlear implant in Korean prelingually deafened children”, *Korean Journal of Communication Disorders*, Vol. 10, No. 3, pp. 144-158.
(윤미선, 심현섭, 장선오, 김종선(2005). “선천성 심도 청각장애 아동의 와우이식 후 말명료도 예측변인”, *언어청각장애연구* 10권 3호, pp. 144-158)
- [15] Kim, M. J., Sim, H. S. & Choi, H. S. (2000). “The effects of phonetic context and stimulus length on the nasalance score in normal adults”, *Korean Journal of Communication Disorders*, Vol. 5, No. 2, pp. 91-105.
(김민정, 심현섭, 최홍식. (2000). “음운환경과 검사어 길이가 정상성인의 비음치에 미치는 영향”, *언어청각장애연구*, 5권 2호, pp. 91-105.)
- [16] Hwang, H. J. & Kang, S. K. (2000). The effects of visual biofeedback by a nasometer on the hypernasality improvement of cleft palate and lip children. *Communication Disorders*, Vol. 9, No. 2, pp.123-138.
(황희정, 강수균(2000). 시각적 피드백 제공에 의한 비강공명 개선 프로그램이 구개파열 아동의 과대비성 개선에 미치는 효과. *언어치료연구*, 9권 1호, pp.123-138.)
- [17] Kang, S. K., Lee, P. S. & Hoe, J. Y. (2004). The effects of an anterior tongue placement program on the hypernasality improvement of cleft lip and palate children. *Communication Disorders*, Vol.27, No. 1 pp. 231-266.
(강수균, 이필상, 허정윤(2004). “혀전방화 프로그램이 구개파열 아동의 과대비성 개선에 미치는 효과”. *난청과 언어장애 치료*, 27권 1호, 231-266.)
- [18] Park, H. A. (2005). “Nasalance score characteristics: cross-dialect”, MA thesis, University of Yonsei.
(박현아. (2005). “방언특성에 따른 비음치 특성 비교”, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2005.)
- [19] Lim, S. E., Sim, H. S., Kim, H. H. & Choi, H. S. (2005). “Nasalance scores of 5 to 7-year-old Korean children.” *Korean Journal of Communication Disorders*, Vol. 10, No. 3, pp. 71-88.
(임성은, 심현섭, 김향희, 최홍식(2005). 5세, 6세, 7세 정상아동의 비음치. *언어청각장애연구*, 10권 3호, 71-88.)
- [20] Hwang, Y. J. (2007). “Development of standardized reading sentences and normative nasalance score”, Ph.D. dissertation, Daegu University.
(황영진. (2007) “비성도 검사를 위한 표준화 문장개발과 정상 규준치 연구”, 대구대학교 대학원 박사학위논문.)
- [21] Shin, J. Y. & Cha, J. E. (2003). The system of Korean speech sound: towards the basic of Korean phonology. Hankookmunhwasa: Seoul.
(신지영, 차재은(2003). *우리말 소리의 체계: 국어음운론 연구의 기초를 위하여*. 한국문화사.)
- [22] Lee, S. E., Hwang, M. A., Kim, S. H. & Choi, H. S.(2002). The effect of vowel type on the nasalance score in normal condition and in simulated VPI condition. *The Journal of Korean Society of Logopedics and Phoniatrics* Vol. 13, No. 3, pp. 45-51.
(이성은, 황민아, 김세현, 최홍식(2002). “정상 시와 인위적 연인두 폐쇄 부전 시 모음에 따른 비음치 연구.” *대한음성언어의학회지*, 13권 1호, pp. 45-51)
- [23] Tiger DRS, Inc. NasalView User's Manual. Seattle, USA.
- [24] Choi, E. A., Yoon, M. S. & Seong, C. J. (2009). “Treatment effect of voice therapy for hypernasality of children with cochlear implant”, *Korean Journal of Communication Disorders*, in press
(최은아, 윤미선, 성철재(2009). “인공와우아동의 음성치료 후 비성도 개선 효과”, *언어청각장애연구*, 준비 중.)