

청각장애 성인 남성의 음성 특성

서경희(혜전대)

<차 례>

- | | |
|-----------------|--|
| 1. 서론 | 3.1. 청각장애 남성이 산출한 지속모음의 F0, jitter, shimmer, NHR |
| 2. 실험 방법 | 3.2. 건청 남성이 산출한 지속모음의 F0, jitter, shimmer, NHR |
| 2.1. 실험대상 | 3.3. 청각장애 남성과 건청 남성의 F0, jitter, shimmer, NHR 비교 |
| 2.2. 실험 자료 및 절차 | |
| 2.3. 자료 분석 | |
| 3. 실험 결과 | |
| | 4. 결론 |

<Abstract>

Acoustic Qualities of Phonation in Hearing-impaired Male Adults

Kyoung-Hee Sehr

The purposes of this experiment were to compare and analyze some voice parameters of the hearing impaired male adults and to suggest a basic data on the speech intervention for the hearing impaired. Voice analysis of four sustained vowels(/a/, /i/, /ə/, /u/), fundamental frequency(F0), jitter percent, shimmer percent, and Noise to Harmonic Ratio(NHR) was conducted for the deaf young male adults using a sign language(N=5, aged 16-20) and the normal hearing young male adults(N=10, aged 18-20) by using MDVP(Multi-Dimensional Voice Program) in CSL. F0, jitter, and shimmer in the deaf group were significantly higher than those in the normal hearing group. The average of F0 was 151 Hz, which was lower than the results of the previous studies, and there were no significant differences among the sustained vowels. In both groups, the values of the voice parameters were stable on the /a/ or /ə/, those closed to the standard scores.

* Keywords: Hearing-impaired, Voice analysis, F0, Jitter, Shimmer

1. 서론

청각장애인의 듣기 및 언어 재활을 위해 인공와우 이식 사례가 늘어나면서 수화를 주 의사소통 수단으로 사용하는 청소년과 성인의 이식 사례를 언어치료 현장에서 만나고 있다. 오랫동안 목소리를 내어 말을 하지 않던 청각장애인은 호흡, 발성, 공명, 조음을 어우러지게 해야 말을 명료하게 할 수 있다. 그렇기 때문에 인공와우 이식 후 말산출을 원하는 청각장애 성인에게 분석적인 말·음성 검사를 포함하여 말명료도(speech intelligibility) 검사도 실시한다. 목소리에 관련된 요인들이 말명료도와 말의 자연스러움에 영향을 주어 의사소통의 중요한 요인이 되기 때문이다[1]. 말명료도는 의사소통 방법이 구화인지 수화인지에 따라 영향을 받는다. 구화를 사용하는 청각장애 학생들의 말명료도는 73%, 수화를 사용하는 학생의 말명료도는 4.8%, 두 방법 모두를 사용하는 학생의 말명료도는 24.7% 라고 한다 [2]. 그렇다면 오랜 기간 수화를 사용하며 음성을 사용하지 않던 성인의 말명료도에 목소리 특성이 큰 영향을 미치고 있을 것이다. 그러므로 이 논문은 주 의사소통 수단을 통제하여 청각장애인의 음성을 측정하고자 한다. 이는 기존의 청각장애인 음성 연구가 난청 시기, 난청 정도, 보장구의 종류, 현재 연령 등으로 대상자를 선정해서 연구한 제한점을 가지고 있기 때문이다.

음성 파라미터를 살펴본 연구들에서 청각장애인의 음도는 건청인보다 높고 주파수 변동률인 jitter 값이 매우 높았고, Shimmer 값은 역치보다 낮아 건청인의 값과 비슷하였다고 한다. 국내와 국외의 여러 연구에서 청각장애인의 음도가 건청인보다 유의하게 높다는 결과를 찾아볼 수 있다[3][4][5][6]. 예를 들어 6-10세 청각장애 아동의 평균 음도는 336 Hz, 16-20세 사이의 남성은 264 Hz, 여성은 370 Hz라고 보고하고 있다[5]. 이러한 결과는 건청인은 성장하면서 음도가 저하되었지만 청각장애인은 연령이 증가할수록 음도가 높아졌다는 것으로 볼 수 있다고 하였다. 청각장애인의 jitter 값도 정상에 비해 매우 높다고 보고하고 있다[7][8]. 여기에서 우리나라의 수화 사용 청각장애 성인의 음성 실험 결과는 심한 청각장애와 음성사용 제한 때문에 높은 음도와 jitter값을 가지리라고 예측할 수 있다. 중재를 할 때 모음은 물론 발화 수준에서 음도를 낮추면 말이 명료해지리라는 기대로 음도를 낮추는 연습을 하기도 한다. 이러한 실험과 달리 청각장애 성인의 F0 값은 정상 수준보다 매우 높거나 매우 낮은 범위로 넓었고, 대부분은 F0가 정상 범위였거나 치료 적용을 할 만큼 비정상적인지 의문시된다고도 하였다 [9].

청각장애 성인의 음성분석에서 또 다른 의문은 검사음의 타당성 문제이다. 수화를 사용하는 청각장애 성인 일부는 /a/를 지속 산출할 때 안정되게 산출하기도 하지만 어떤 성인은 높낮이 변동이 심하고 점차 작아지거나 커지기도 하며 심지어 중간 모음이 나 다른 모음으로 바뀌기도 한다. 수화를 사용하는 성인이 산출한 모음의 F1과 F2를 분석하여 모음표(vowel chart)에 나타냈을 때 건청 성인보다 모음공간이 뚜렷하게 좁혀

진다고 하였다[9]. 이러한 이유로 음성 검사자는 음성검사를 할 때 /a/를 사용해도 되는지 의문을 가질 수 있다. 그러므로 동일한 환경에서 건청 성인이나 수화를 사용하는 청각장애 성인이 각기 다른 모음에서 측정된 F0, jitter, shimmer, NHR을 비교해보고 음성 파라미터 기준과 음성검사의 의의를 생각할 필요가 있다.

본 실험에서는 언어습득 이전에 청력 손상을 입고 수화를 주요 의사소통수단으로 하는 감각신경성 청각장애 남성 5명과 건청 남성 10명이 각각 10회씩 발화한 4개(/a/, /ə/, /i/, /u/)의 지속모음(sustained vowel)을 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program)로 분석하고 기본주파수(F0), 주파수변동률(jitter percent), 진폭변동률(shimmer percent), 소음 대 배음 비율(Noise to Harmonic Ratio: NHR)을 살펴보았다. 음성 파라미터 값을 분석하여 청각장애 성인의 말 중재에 도움이 될 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1. 실험 대상

이 실험의 대상은 춘천에 거주하는 수화를 주 의사소통 수단으로 사용하는 5명의 청각장애 남성과 건청 남성 10명으로 구성하였다. 연령과 성별 특성을 배제하기 위하여 16~20세의 변성기를 지난 남성으로 제한하였다. 청각장애 남성은 청각장애 고등학교에 재학 중이었고 건청 남성은 대학교에 재학 중이었다.

<표 1> 청각장애 남성의 개인 정보

피험자	나이	좋은 쪽 귀의 청력(dB HL)				
		500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	PTA ¹⁾	
1	KST	18	100	100	110	103
2	KJW	16	105	105	100	104
3	KCH	20	95	100	100	98
4	PJS	18	65	90	85	83
5	YYH	16	110	110	110	110

청각장애 남성의 선정 기준은 다음과 같다. 양쪽 귀가 모두 감각신경성 난청이고 더 좋은 쪽 귀의 PTA(pure tone average)가 80 dB HL 이상이고 언어습득 이전에 청력을 손실하였다. 주요 의사소통 방식은 수화였다. 3명은 간단한 인사말과 대답

1) 500, 1,000, 2,000 Hz에서 순음청력역치를 4 분법으로 계산한 값.

같은 기능적인 말을 구화로 할 수 있었고 2명은 일상생활에 필요한 한 두 어절의 문장을 요구가 있을 때 사용하고 있었다. 이 실험의 목적은 보청기기 효과나 말명료도 실험보다 청각장애 남성이 실제로 사용하는 말소리 분석에 있으므로 의사소통 방식만을 통제하였다. 교사 보고에 따르면 언어 습득 이전부터 고심도 청각장애가 있었고 시각, 감각, 인지, 행동 장애를 나타내지 않았다. 대부분 귀걸이형 보청기를 착용하였으나 YYH는 귓속형 보청기를 좋은 쪽 귀에 착용하고 있었다. 이들 개인 정보는 <표 1>과 같다. 건청 남성은 표준말을 사용하는 18~20세의 10명이었다. 이들은 청각, 언어, 시각, 인지, 말 기관의 기질·기능에서 이상이 없었고 대학교 1학년과 2학년이었다.

2.2. 실험 자료 및 절차

실험 자료는 지속모음 /i, a, ə, u/를 10회 산출한 40개로, 15명이 40개씩, 총 600개였다. 안정되지 않은 음도는 청각장애인의 음성 특징 중 대표적인 특성으로 한 번의 산출보다는 여러 번의 산출 기회에서 수집한 자료를 얻고자 각 모음을 10회씩 산출하게 하였다. 수화사용자들은 보청기를 착용하고 있더라도 청각적 피드백을 활용하지 않았고 평소에 착용을 거의 하지 않는다고 보고하였기 때문에 이 경로를 통한 연습효과는 낮거나 배제할 수 있었다. 학습기회를 줄이고자 시각적 피드백을 제공할 수 있는 모니터를 연습 이후에는 보이지 않도록 하였다. 각 모음마다 쉬는 시간을 두거나 물을 마셔 피로가 영향을 주지 않도록 하였다. 모음 수집 및 분석에는 Kay Elemetrics Company의 Computerized Speech Lab. 4300B (CSL 4300B)와 MDVP를 이용하였고, 단일 지향성 마이크 SHURE BG 1.1을 사용하여 녹음하였다. 음성을 녹음한 실험실은 18 평이었고 조용한 환경일 때 수집하였다. 수집을 할 때 마이크 대에 마이크를 꽂아 사용하였고 편안히 앉은 자세에서 입과 마이크의 거리가 10 cm가 되도록 조절하였다.

MDVP 환경은 표본채취율을 25,000 Hz로 하였는데, 이는 예비실험에서 22,050 Hz이나 11,025 Hz로 하였을 경우에 분석오류가 발생하여 분석을 할 수 없었고 25,000 Hz이었을 때 정상적인 기본주파수와 검사 결과를 얻을 수 있었기 때문이었다. 나머지 환경은 CSL 4300B 환경과 같았다. ‘이제는 하나의 모음을 5초 이상 길게 말해야 합니다. 제가 충분하다는 신호를 보낼 때까지 멈추지 마세요.’라는 지시를 하였다. 청각장애인에게는 같은 지시문을 몇 가지 수화 동작과 함께 제시하였다. 2-3회 연습하여 검사방법을 이해하고 나서 수집하였다. 5초 동안 구간을 채우게 하고 하나의 파일로 저장하였다.

분석을 실시하고 F0, jitter, shimmer, NHR이 수량 결과표와 그래프로 나타나도록 선택사항을 조절하였다. F0는 소수점 아래 두 자리부터 반올림하여 기록하였고 jitter, shimmer, NHR은 소수점 아래 세 자리까지 기록하였다. 건청 남성과 청각 장

에 남성의 평균값에 가까운 대표 자료를 하나씩 선택하여 다차원 도표(multi-dimensional diagram)와 음성 보고서(voice report)를 제시하고 있다. 다차원 도표는 기준 도표(normative diagram)와 단일표(single token)를 선택하여 MDVP에 설정되어 있는 남성의 기준치 및 표준편차와 비교하여 나타내었다.

2.3. 자료 분석

4 개의 모음에서 추출한 F0, jitter, shimmer, NHR에 모음 간 차이가 있는지 알아보기 위해 일원분산분석과 다중 t 검정인 Duncan 사후검정을 실시하였다. 그리고 장애유무에 따라 각 모음의 포먼트 값에 차이가 있는지 알아보기 위해서 독립 표본 t 검정을 실시하였다.

3. 실험 결과

3.1. 청각장애 남성이 산출한 지속모음(sustained vowel)의 F0, jitter, shimmer, NHR

청각장애 남성 5 명으로부터 수집하여 분석한 음성 자료는 총 196개였다. 피험자 KST의 /ə/, KJW의 /ə/와 /u/, PJS의 /u/에서 결과를 얻지 못하여 4개의 결과가 누락되었다. 이들 4개의 음성샘플 외에는 안정되게 지속적으로 모음을 산출하였다. 각 음성 파라미터에 대한 평균과 표준편차는 <표 2>와 같다. /아/의 F0 값은 146 Hz, jitter 평균값은 1.22였다. 네 모음의 평균 F0는 151Hz였다.

<표 2> 청각장애 남성 음성 파라미터의 평균(표준편차)

	F0 (Hz)		jitter (%)		shimmer (%)		NHR	
/i/	153	(27)	1.217	(0.658)	2.835	(2.312)	0.124	(0.021)
/a/	146	(26)	1.220	(0.678)	3.471	(1.811)	0.135	(0.023)
/ə/	145	(25)	1.136	(0.529)	3.387	(1.729)	0.129	(0.017)
/u/	161	(48)	1.770	(1.532)	4.231	(4.470)	0.142	(0.058)
전체 평균	151		1.34		3.48		0.13	

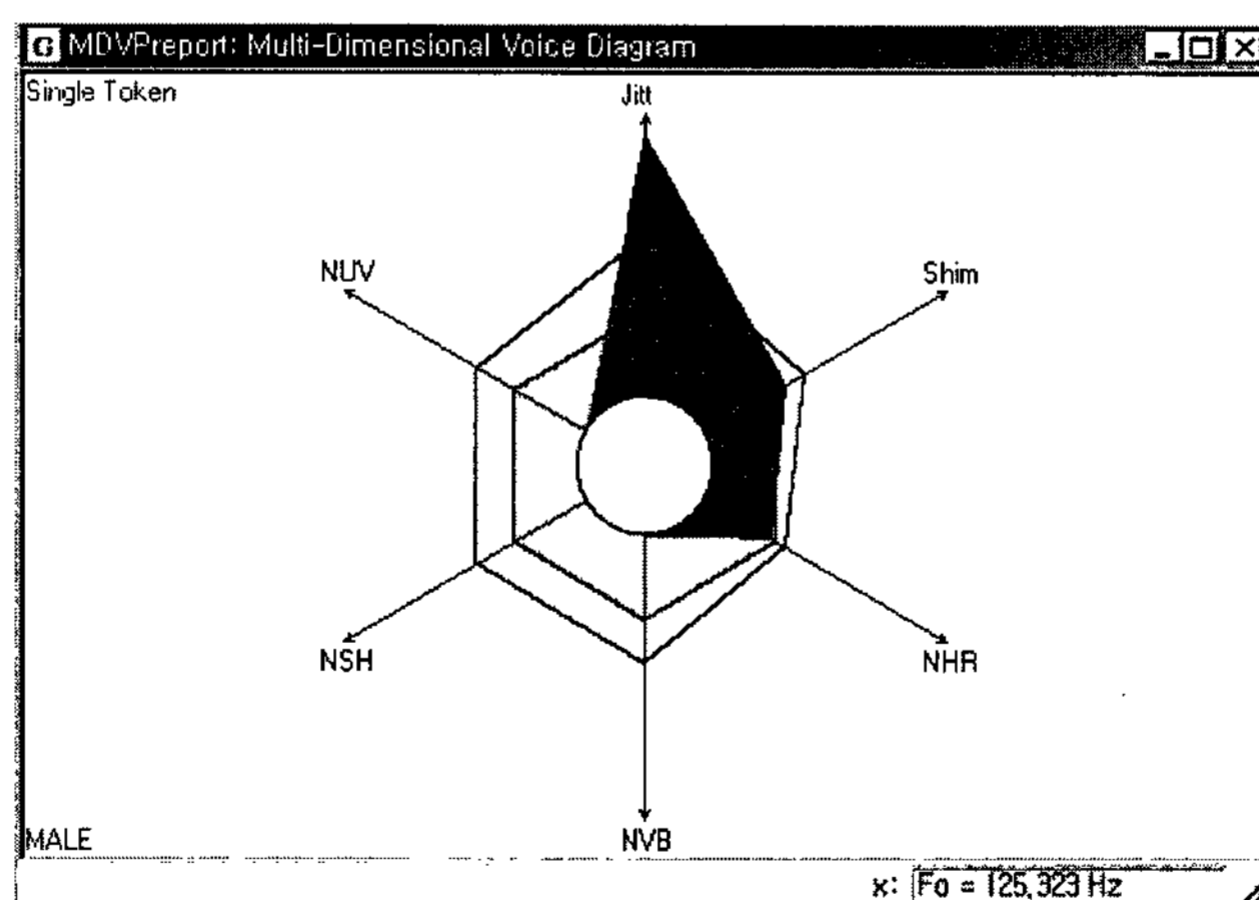
MDVP에 설정되어 있는 음성 파라미터의 역치와 표준편차(<표 3> 참조)를 기준으로 청각장애 남성의 평균을 살펴보면 다음과 같다. F0는 기준치 145.223에 근

사하거나 표준편차 이내에 있다. Jitter는 모든 모음에서 역치보다 높은 값을 나타내고 있고, shimmer는 모음 /a/, /ə/, /i/에서는 역치 이하이고 모음 /u/는 역치보다 높은 값을 나타내고 있다. NHR은 역치보다 낮은 값을 보이고 있다.

피험자 KCH가 발화한 /ə/중에서 평균에 가까운 결과를 갖는 /ə/를 분석하여 <표 3>과 <그림 1>로 제시하였다. 그림에서 가장 진한 구역이 /ə/의 현재 결과이고, 고른 바깥 영역이 기준치를 나타낸다. NHR은 기준치 이내에 있고 shimmer는 기준치를 초과하였으나 표준편차영역에 있고, jitter는 역치보다 높다.

<표 3> 청각장애 남성이 산출한 /ə/ 일레에 대한 MDVP report

Parameter	Value	Unit	Norm (m)	STD (m)	Threshold
average F0	125	Hz	145.223	23.406	
jitter	1.812	%	0.589	0.535	1.040
shimmer	2.825	%	2.523	0.997	3.810
NHR	0.116		0.122	0.014	0.190



<그림 1> 청각장애 남성의 /ə/에 대한 다차원 음성분석도표²⁾

청각장애 남성이 발화한 4개 모음(/i/, /ə/, /a/, /u/)의 F0, jitter, shimmer, NHR에 모음간 차이가 있는지 알아보기 위해 일원분산분석을 실시하였다. 결과는 <표 4>와 같다. F0는 4개의 모음(/i/, /ə/, /a/, /u/)간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다

2) NVB(Number of Voice Breaks), NSH(Number of Sub-harmonic segments), NUS(Number of Unvoiced Segments)

[F(3,192)=2.464, P>.05]. Jitter는 4개의 모음간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 [F(3,192)=4.733, P<.01]. Duncan 사후검정(유의수준: P<0.05) 결과에서 두 그룹으로 분류되었다. Jitter 평균값이 높은 /u/는 다른 모음들과 유의미한 차이가 있었고, jitter 평균값이 낮은 /ə/, /i/, /a/는 서로 유의한 차이가 없었다. Shimmer는 4개의 모음 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다[F(3,192)=2.058, P>.05]. NHR도 4개의 모음 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다[F(3,192)=2.635, P>.05].

<표 4> 청각장애 남성이 산출한 모음간 음성 파라미터 값의 분산분석 결과

		제곱합	자유도	평균제곱	F
F0	모음간	7938.198	3	2646.066	2.464
	집단-내	206172.669	192	1073.816	
	합계	214110.867	195		
jitter	모음간	12.361	3	4.120	4.733**
	집단-내	167.158	192	.871	
	합계	179.519	195		
shimmer	모음간	48.311	3	16.104	2.058
	집단-내	1502.096	192	7.823	
	합계	1550.407	195		
NHR	모음간	0.009	3	0.003	2.635
	집단-내	.216	192	0.001	
	합계	.225	195		

* p<.05, **p<.01, ***p<.001

3.2. 건청 남성이 산출한 지속모음의 F0, jitter, shimmer, NHR

건청 남성이 발화한 모음에서 얻은 음성 파라미터의 평균과 표준편차는 <표 5>와 같다.

<표 5> 건청 남성의 음성 파라미터 평균(표준 편차)

	F0(Hz)		jitter(%)		shimmer(%)		NHR	
/i/	128	(13)	0.646	(0.366)	1.724	(0.511)	0.123	(0.029)
/a/	126	(13)	0.747	(0.506)	2.391	(0.745)	0.130	(0.021)
/ə/	126	(13)	0.531	(0.251)	1.818	(0.527)	0.126	(0.022)
/u/	128	(12)	0.814	(0.764)	4.666	(5.001)	0.145	(0.040)
전체평균	127.00		0.68		2.65		0.13	

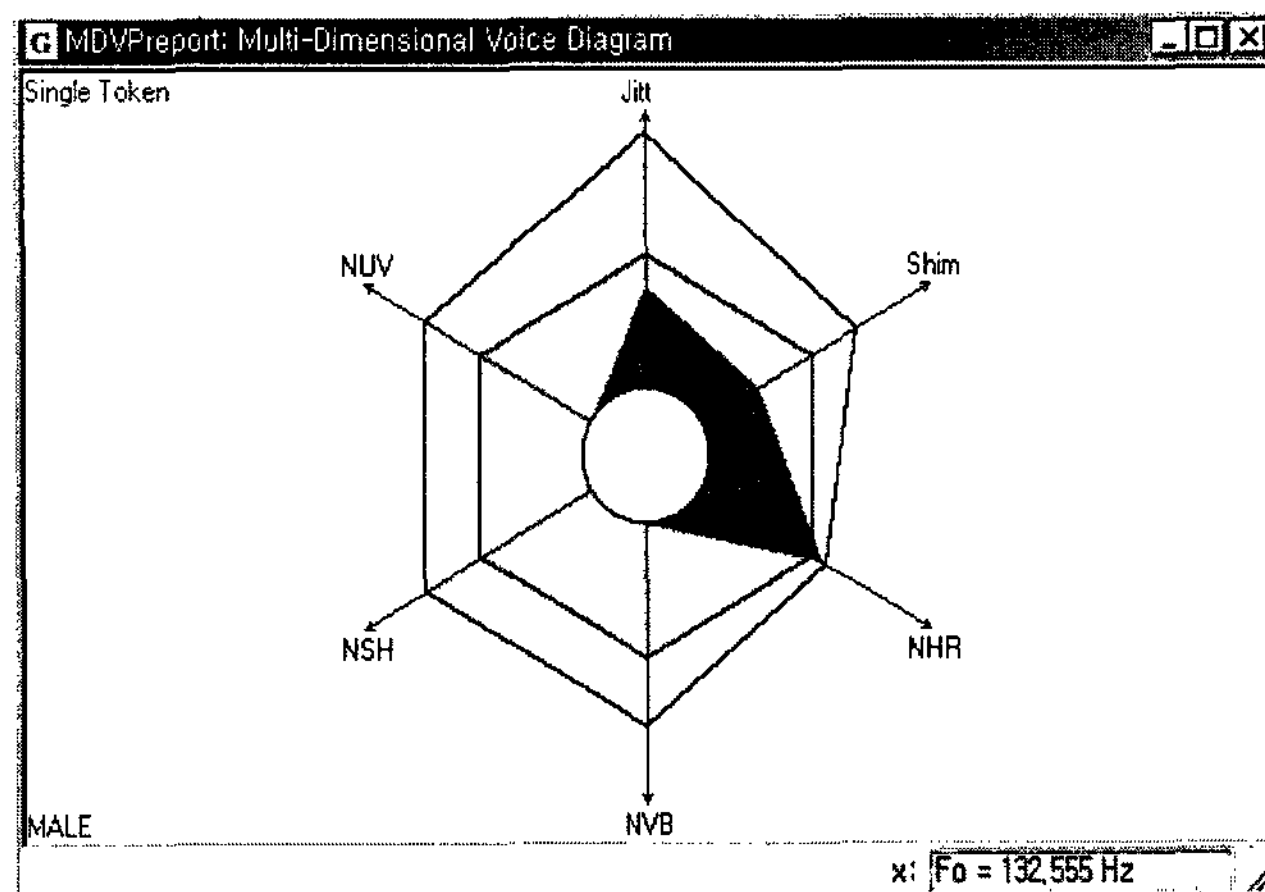
건청 남성의 평균값을 살펴보면 F0는 126-128 Hz로 규준치보다 낮지만 표준편

차 이내에 있다. Jitter는 모든 모음에서 역치보다 낮은 값이고, shimmer는 모음 /a/, /ə/, /i/에서 역치보다 낮은 값이고 모음 /u/는 역치보다 높은 값을 나타내고 있다. NHR은 역치보다 낮은 값을 보이고 있다.

KDY가 발화한 /ə/를 MDVP에서 분석한 결과를 <표 6>과 <그림 2>로 제시하였다. 그림에서 가장 진한 구역이 /ə/의 현재 결과이고, 바깥 영역은 표준치 영역이다. Jitter와 shimmer는 표준치보다 작고, NHR이 표준치를 초과하였으나 표준편차 영역에 포함된다는 것을 알 수 있다.

<표 6> 건청 남성의 /ə/에 대한 MDVP report

Parameter	Value	Unit	Norm(m)	STD(m)	Threshold
average F0	132.555	Hz	145.223	23.406	
jitter	0.440	%	0.589	0.535	1.040
shimmer	1.300	%	2.523	0.997	3.810
NHR	0.132		0.122	0.014	0.190



<그림 2> 건청 남성의 /ə/에 대한 다차원 음성분석도표

건청 남성이 발화한 지속모음(/i, a, ə, u/)의 F0, jitter, shimmer, NHR 값에 차이가 있는지 알아보기 위해 모음 전체 및 각 모음간에 일원분산분석을 실시하였다. 4개 모음 전체를 대상으로 한 분산분석 결과는 <표 7>과 같다.

F0는 4개 모음(/i, a, ə, u/)간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. Jitter는 모음간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며[F(3,396)=5.886, P<.05], Duncan 사후검정(유의수준: P<.05) 결과에서 세 그룹으로 분류되었다.

Jitter 평균값이 높은 /u/와 가장 낮은 /ə/는 다른 모음들과 유의한 차이가 있었

다. Shimmer 평균값은 4개의 모음별로 유의한 차이가 있었다[F(3,396)=29.016, P<.05]. Duncan 사후검정(유의수준: P<.05) 결과에서 두 그룹으로 분류되었다. Shimmer가 가장 높은 /u/를 제외한 다른 모음들은 서로 유의미한 차이가 없었다. Jitter 값이 가장 낮은 모음은 /ə/이었고 /i/, /a/, /u/ 차례로 높아졌다. Shimmer는 모음 /u/에서 청각장애 집단과 마찬가지로 역치보다 높은 값이었다. NHR은 4개의 모음별로 통계적으로 유의한 차이가 있었다[F(3,396)=11.635, P<.05]. Duncan 사후검정(유의수준: P<0.05) 결과에서 두 그룹으로 분류되었다. NHR 값이 가장 높은 /u/를 제외한 다른 모음들은 서로 유의미한 차이가 없었다. NHR 평균값이 가장 낮은 모음은 /i/이었고 /ə/, /a/, /u/ 순으로 높아졌다. 이러한 결과는 이 연구 절차에 의해 분석된 음성파라미터 값이 /u/를 제외한 모음에서 청각장애 남성 집단과 마찬가지로 일정하다는 것을 시사한다.

<표 7> 모음간 음성 파라미터 값의 분산분석 결과 (건청 남성)

		제공합	자유도	평균제공	F
F0	모음간	277.303	3	92.434	.547
	집단-내	66879.428	396	168.887	
	합계	67156.730	399		
jitter	모음간	4.574	3	1.525	5.886**
	집단-내	102.574	396	.259	
	합계	107.149	399		
shimmer	모음간	568.075	3	189.358	29.016***
	집단-내	2584.304	396	6.526	
	합계	3152.379	399		
NHR	모음간	2.975E-02	3	9.916E-03	11.635***
	집단-내	.338	396	8.523E-04	
	합계	.367	399		

* p<.05, **p<.01, ***p<.001

3.3. 청각장애 남성과 건청 남성의 F0, jitter, shimmer, NHR 비교

F0 값의 집단 간 차이에 대해 실시한 t 검정 결과는 <표 8>과 같다. 4개 모음에서 청각장애 남성 집단의 F0 값이 유의하게 높았다. Jitter값의 집단 간 차이에 대한 t 검정 결과는 <표 9>와 같다. 4개의 모음에서 모두 청각장애 남성 집단의 jitter가 유의하게 높았다.

<표 8> 장애유무에 따른 F0의 평균, 표준편차, t 검정 결과

	mean(SD)				t 검정 결과	
	청각장애 남성		건청 남성		자유도	t값
/i/	153	(27)	128	(13)	61.291	6.329***
/a/	146	(26)	126	(13)	62.305	5.187***
/ə/	145	(25)	126	(13)	59.481	4.987***
/u/	161	(48)	128	(12)	49.993	4.788***

* p<.05, **p<.01, ***p<.001

<표 9> 장애유무에 따른 jitter의 평균, 표준편차, t 검정 결과

	mean(SD)				t 검정 결과	
	청각장애 남성		건청 남성		자유도	t값
/i/	1.217	(0.658)	0.646	(0.366)	64.573	5.708***
/a/	1.220	(0.678)	0.747	(0.506)	147.000	4.748***
/ə/	1.136	(0.529)	0.531	(0.251)	57.370	7.522***
/u/	1.770	(1.532)	0.814	(0.764)	58.488	4.089***

* p<.05, **p<.01, ***p<.001

Shimmer 값에 집단간 차이가 있는지 알아보기 위해 실시한 t 검정 결과는 <표 10>과 같다. 3개의 모음(/i/, /a/, /ə/)에서 모두 청각장애 남성 집단의 shimmer 값이 유의하게 높았으나, /u/의 shimmer 값은 집단 간에 유의한 차이가 없었다.

<표 10> 장애유무에 따른 shimmer의 평균, 표준편차, t 검정 결과

	mean(SD)				t 검정 결과	
	청각장애 남성		건청 남성		자유도	t값
/i/	2.835	(2.312)	1.724	(0.511)	51.413	3.356**
/a/	3.471	(1.811)	2.391	(0.745)	57.578	4.029***
/ə/	3.387	(1.729)	1.818	(0.527)	51.238	6.151***
/u/	4.231	(4.470)	4.666	(5.001)	146.000	-0.512

* p<.05, **p<.01, ***p<.001

지속모음의 NHR 값이 청각장애 남성 집단과 건청 남성 집단 간에 차이가 있는지 알아보기 위해 실시한 t 검정 결과는 <표 11>과 같다. 4개의 모음에서 모두 집단 간에 유의한 차이가 없었다.

<표 11> 장애유무에 따른 NHR의 평균, 표준편차, t 검정 결과

	mean (SD)				t 검정 결과	
	청각장애 남성		건강 남성		자유도	t값
/i/	0.124	(0.021)	0.123	(0.029)	131.368	0.082
/a/	0.135	(0.023)	0.130	(0.021)	147.000	1.335
/ə/	0.129	(0.017)	0.126	(0.022)	116.066	0.842
/u/	0.142	(0.058)	0.145	(0.040)	146.000	-0.483

* p<.05, **p<.01, ***p<.001

청각장애 남성의 F0, jitter, shimmer 값이 건강 남성보다 유의하게 높았으나, NHR은 유의한 차이가 없었다.

4. 결 론

본 실험에서 청각장애 남성의 지속모음 4개(/a/, /i/, /ə/, /u/)를 분석하여 얻은 음성파라미터에서 F0는 정상 영역에 있었다. 평균 F0는 151 Hz로 같은 연령을 대상으로 한 연구의 264 Hz, 225 Hz보다 낮았다[5][3]. 그러나 다른 연구에서는 /아/ F0 146 Hz, jitter 평균값 1.22로 본 실험과 유사한 결과를 보이기도 한다[8]. 청각장애 남성의 NHR의 값은 정상 영역에 있으나, jitter 값은 모든 모음에서 역치보다 높은 값을 나타냈고, shimmer 값은 /u/에서 역치보다 높은 값이었다. 건강 남성 집단의 F0 값은 정상 범위에 있었고[11],[12], jitter와 NHR은 모두 역치 이하의 값으로 정상 범주에 있었다. 기존 연구의 건강 남성의 음도 평균값은 128 Hz, 132 Hz, 126 Hz로 이 연구 결과와 비슷하거나 일치하고 있다[11][5][13].

F0와 jitter 값은 모든 모음에서 유의하게 청각장애 집단이 건강 집단보다 더 높았다. 이는 청각장애인의 음도가 건강인보다 높다는 연구와 일치한다. 그러나 본 실험에서 청각장애 성인은 건강 성인보다 유의하게 높은 음도로 음성을 산출하였으나 기본주파수 값이 정상범주에 있었다. 또한 기존연구의 결과보다 낮은 음도로 산출하였으며 개인차가 있었다. 이러한 결과는 청각장애인의 F0 값이 정상범위거나 비정상인지 의심스럽고 정상범주일 때도 있다[8]는 결론과 일치한다.

Shimmer는 /u/를 제외한 3개의 모음에서 청각장애 남성 집단의 값이 유의하게 높았다. 이는 건강 남성이 발화한 /u/의 shimmer가 다른 모음과 비교하였을 때 유의하게 차이가 있었던 결과를 반영한 것이라 할 수 있을 것이다. 성인이 산출한 /u/의 shimmer 값이 높은 것은 파형이 마이크와의 거리나 조건을 바꾸어도 비주기 파가 시각적으로 보였고 소음이 청지각적으로 들렸던 결과라고 여겨진다. 일반적으로 발성 후 성문 위 성도에서 다른 소음을 적게 수반하여 산출되게 되는 저모

음 /a/를 검사음으로 하는 이유와도 일치한다.

본 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

4개의 모음에서 음성 파라미터를 비교하였을 때 수화를 사용하는 청각장애 남성의 기본주파수, 주파수 변동률, 진폭 변동률이 건청 남성보다 유의하게 높았으나, 청각장애 남성의 기본주파수는 정상영역에 있었다. NHR은 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다.

두 집단 모두 /u/나 /i/보다는 /a/또는 /ə/의 값이 안정적이었다. 청각장애 남성의 F0는 기존연구보다 뚜렷이 낮게 분석되었다. 또한 청각장애 남성의 jitter 값이 역치를 벗어난 것으로 나타나 음도나 강도보다는 주파수 특성이 불안정함을 나타냈다.

청각장애 남성이 산출한 음성의 F0, jitter, shimmer 값이 건청 남성보다 유의하게 높고 표준편차 값이 크다는 것은 일반적인 인상처럼 음도가 높고 음도나 강도가 불규칙하게 들리는 이유를 설명하는 분석적인 결과라고 할 수 있다. 이들 값이 건청 성인보다 높더라도 개인차가 있기도 하고 정상범주에 속하는 수치를 보이는 점은 높은 음도와 같은 하나의 변수로 음성 중재의 적용성을 설명할 수 없음을 말해준다고 할 수 있다.

본 연구는 건청인보다 F0, jitter, shimmer 값이 유의하게 높았으나, 청각장애 정도가 심하고 청각피드백을 활용하지 않는 수화 사용자들이므로 기존 연구 결과보다 음성파라미터가 더욱 불안정하고 매우 높은 기본주파수를 나타내리라는 가정과 달리 기존 연구보다 안정된 결과를 얻었다는데 큰 의의가 있다. 청각장애인의 음성 측정 방법으로 어떠한 방법이 신뢰로울 수 있는가에 대한 의문을 던져준다. 또한 구어를 희망하는 고심도 청각장애인의 말명료도를 향상시키기 위한 전략으로 음도 낮추기도 바람직하지만 개인차가 있으므로 개별화된 재활 계획 수립이 필요하며, 연속적인 발화 수준에서 후두활동에 관련된 전반적인 음성 파라미터를 고려해야 함을 보여주고 있다.

본 연구는 대상자인 수화 사용 청각장애인이 다섯 명으로 제한적이었다. 따라서 인공와우 이식술 전후의 음성치료 적용성과 측정 방법을 고찰하기 위해서는 대상자의 수를 늘려서 인공와우 이식술 전후의 수화 사용 청각장애인을 대상으로 한 추후 연구가 필요할 것이다. 추후연구에서 인공와우 이식술 적용대상자인데 수화를 사용하고 있는 성인과 인공와우 이식술 적용대상자로 판단하기 어려우나 개인이 희망하여 이식술을 받고 구어 훈련을 받고 있는 성인을 비교하여 말명료도의 중요 지표인 음성파라미터를 분석한다면 임상현장에서 유용한 지표로 사용될 수 있을 것이다. 또한 기본주파수를 연속적인 발화에서 측정하여 비교하여 제시한다면 자연스러운 말하기로 의사소통 효과를 높이기 위한 재활에 도움이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. Boone, S. Mcfarlane, *The Voice and Voice Therapy*, 6th, Allyn and Bacon, 2000.
- [2] S. Wolk, A. N. Schildroth, "Deaf children and speech intelligibility: A national study", *Deaf Children in America*, pp. 139-161, San Diego, C.A.: College-Hill Press, 1986.
- [3] S. H. Lee, "Acoustic characteristics of korean deaf speakers", *음성과학*, 2권, pp. 89-93, 1997.
- [4] R. B. Mosen, "Acoustic qualities of phonation in young hearing impaired children", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 22, pp. 270-288, 1979.
- [5] 허명진, 정옥란, "언어습득전 난청자의 음향학적 특성", *언어치료연구*, 6권, pp. 61-77, 1997.
- [6] S. B. Leder, J. B. Spizer, "Speaking fundamental frequency, intensity, and rate of adventitiously profoundly hearing-impaired adult women", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 4, No. 1, pp. 2146-2151, 1993.
- [7] R. B. Mosen, "Durational aspects of vowel production in the speech of deaf children", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 17, pp. 386-398, 1974.
- [8] 정옥란, "Jitter and shimmer of the deaf voice", *대한음성언어의학회지*, 7권, 1호, pp. 39-42, 1996.
- [9] R. Whitehead, "Fundamental vocal frequency characteristics of hearing-impaired young adults", *The Volta Review*, Vol 9, No. 1, pp. 7-15, 1987.
- [10] 서경희, 심홍임, 고도홍, "청각장애 남성과 건청 남성이 산출한 단모음의 포먼트 특성", *언어치료연구*, 11권, 1호, pp. 239-253, 2002.
- [11] D. Boone, "Modification of the voices of deaf children", *Volta Review*, Vol. 68, pp. 686-692, 1996.
- [12] 고도홍, 정옥란 외, *음성 및 언어 분석기기 활용법*, 서울: 한국문화사, 2001.
- [13] 이무경, 정옥란, 서장수, "정상인 음성의 연령대별 기본주파수 비교", *언어치료연구*, 7권, 1호, pp. 79-94. 한국언어치료학회, 1998.

접수일자: 2008년 2월 20일

게재결정: 2008년 3월 19일

▶ 서경희(Kyoung-Hee Sehr)

주소: 350-702 충남 홍성군 홍성읍 남장리 산 16

소속: 해전대학 언어재활과

전화: 041) 630-5211

FAX: 041) 631-1616

E-mail: malchingu@hanmail.net