

## 한국 성인의 정상 음성에 관한 기본 음성 측정치 연구\*

The Acoustic Study on the Voices of Korean Normal Adults

표 화 영\*\* · 심 현 섭\*\*\* · 송 윤 경\*\*\*\* · 윤 영 선\*\*\*\*\* · 이 은 경\*\*\*\*\* ·  
 임 성 은\* · 하 현 령\*\*\*\*\* · 최 흥 식\*  
 H-Y Pyo · H-S Sim · Y-K Song · Y-S Yoon · E-K Lee ·  
 S-E Lim · H-R Hah · H-S Choi

### ABSTRACT

Our present study was performed to investigate acoustically the Korean normal adults' voices, with enough large number of subjects to be reliable.

120 Korean normal adults (60 males and 60 females) of the age of 20 to 39 years produced sustained three vowels, /a/, /i/, and /u/ and read a part of 'Taking a Walk' paragraph, and by analyzing them acoustically with MDVP of CSL, we could get the fundamental frequency ( $F_0$ ), jitter, shimmer and NHR of sustained vowels; speaking fundamental frequency ( $SF_0$ ), highest speaking frequency ( $SF_{hi}$ ), lowest speaking frequency ( $SF_{lo}$ ) of continuous speech. As results, on the average, male voices showed 118.1~122.6 Hz in  $F_0$ , 0.467~0.659% in jitter, 1.538~2.674% in shimmer, 0.117~0.133 in NHR, 120.8 Hz in  $SF_0$ , 183.2 Hz in  $SF_{hi}$ , 82.6 Hz in  $SF_{lo}$ . And, female voices showed 211.6~220.3 Hz in  $F_0$ , 0.678~0.935% in jitter, 1.478~2.582% in shimmer, 0.098~0.114 in NHR, 217.1 Hz in  $SF_0$ , 340.9 Hz in  $SF_{hi}$ , 136.0 Hz in  $SF_{lo}$ . Among the 7 parameters, every parameters except shimmer showed the significant difference between male and female voices. And, when we compared the three vowels, they showed significant differences one another in shimmer and NHR of both genders, but not in  $F_0$  of males and jitter of females.

**Keywords:** Korean Normal Voice, Fundamental Frequency, Speaking Fundamental Frequency, Jitter, Shimmer

### 1. 서 론

사람이 구어로 의사소통을 할 때 그 기본은 음성의 산출이며, 사람과 사람 간의 역할 관

\* 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소

\*\* 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소

\*\*\* 이화여자대학교 특수교육학과 & 언어병리학 협동과정

\*\*\*\* 강북삼성병원 이비인후과 음성언어클리닉

\*\*\*\*\* 삼성서울병원 이비인후과 음성언어치료실

\*\*\*\*\* 인하대학교 부속병원 이비인후과 음성클리닉

계가 중시되는 사회적 추세는 타인에게 불쾌감을 주지 않는 양호한 음성 산출을 중시하도록 했고, 이는 다시 음성 질환에 대한 관심과 중요성 또한 증가시키게 되었다.

음성의 비정상성을 판단하기 위해 음성의 정상성에 대한 기준이 확립되어 있어야 함은 당연한 일이다. 그럼에도 불구하고, 아직 우리나라에는 기준이라고 할 만큼 충분한 수의 정상인을 대상으로 실시한 음성 분석 결과가 제시된 사례가 많지 않은 것이 사실이다. 현재 국내에서는 음성을 전문적으로 진단하고 치료하는 의사 및 음성치료사가 점차로 증가하고 있으며, 각 병원에 음성장애크를 전담하는 인구가 늘어나고 있고, 각 병원에서 대부분 같은 음성 분석 도구를 사용하고 있다. 이러한 시점이야말로 각 병원들이 긴밀한 연계를 가지고, 같은 실험 방법과 같은 기구로써 정상인에 대한 음성 분석 수치의 기준을 제시할 수 있는 좋은 시기라고 사료된다.

이에 본 연구는 음성 장애를 주소로 내원한 환자의 음성에 대해 음향학적 기계 분석 결과를 이용하여 정상 및 비정상 판정을 하고자 할 때, 그 판단 기준을 수립하고자 하였다. 이를 위하여, 정상 성인 남녀 120 명의 음성 자료를 수집, 그에 대한 음향학적 분석을 실시하고 그 결과를 보고함으로써, 보다 더 신뢰할 수 있는 표준화를 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## 2. 실험

### 2.1 대상

20~39 세 사이의 정상 성인 남녀 각 60 명 총 120 명을 피험자로 선정하였고, 이들에 대한 성별, 직업별, 연령별 분포는 <표 1>에 나타나 있다. 이들은 면담을 통해 음성에 영향을 줄 수 있는 병력이 없는 것으로 보고되었으며, 숙련된 음성치료사가 청지각적으로 판단하기에 음질상의 문제가 없었고, 검사자의 지시에 따르는 수준에 근거하여 청력상의 문제 또한 없는 것으로 나타났다.

본 연구의 피험자 연령층은 20~39 세로 한정하였는데 이는 남자의 경우 사춘기의 2 차 성장에 의한 변화나 여자의 경우 폐경기가 성대에 영향을 미치는 시기를 제외하고자 하는 의도에서였다(Hollien 등, 1994; Stoicheff(1981)). 또한, 다양한 직업군을 포함하도록 하여 특정 집단에 대한 편중성으로 인하여 대표성이 저하되는 것을 막고자 하였다(Hollien 등, 1997).

### 2.2 실험 도구

기계를 이용한 음향학적인 분석을 위한 도구로는 CSL(Computerized Speech Lab., Kay Elemetrics, Model No. 4300B) 중 MDVP(Multidimensional Voice Program, Model No. 4305)를 사용하였고, 음성 재료의 녹음 시에 사용되어진 microphone은 AKG Acoustics의 C410 model로, 귀에 걸어서 사용하게 되는 헤드 마이크로서이며, Titze & Winholtz(1993)가 추천한 마이크로서 형태 중의 하나인 condenser, cardioid 유형이었다.

2.3 실험 방법

2.3.1 음성 검사

표 1. 성별 및 연령별 직업 분포

성별	직종	수(명)	연령대	수(명)	세부 분류 항목
남 자	병원 의료 업무 관련직	28	20-29 세	11	임상병리사(2) / 의료기사(1) / 의사(8)
			30-39 세	17	의공기사(1) / 의료기사(3) / 의사(11) / 청각사(2)
	병원 행정 업무 관련직	1	20-29 세	0	
			30-39 세	1	전산 업무(1)
	병원 연구직	2	20-29 세	2	연구원(2)
			30-39 세	0	
	일반 사무직	2	20-29 세	0	
			30-39 세	2	공무원(1) / 회사원(1)
	일반 전산직	3	20-29 세	2	그래픽 디자이너(2)
			30-39 세	1	프로그래머(1)
	일반 영업직	8	20-29 세	6	영업사원(4) / 판매직(2)
			30-39 세	2	상업(1) / 영업사원(1)
	학 생	11	20-29 세	10	대학생(10)
30-39 세			1	대학원생(1)	
기 타	5	20-29 세	4	경비(2) / 공연 기획(1) / 공익 근무(1)	
		30-39 세	1	화가(1)	
총 합		60 명			
여 자	병원 의료 업무 관련직	29	20-29 세	15	간호사(5) / 간호조무사(3) / 사회복지사(1) / 언어치료사(1) / 의무기록사(3) / 임상병리사(1) / 작업치료사(1)
			30-39 세	14	간호사(2) / 안경사(2) / 약사(1) / 언어치료사(4) / 의료기사(1) / 임상병리사(2) / 임상심리사(1) / 작업치료사(1)
	병원 행정 업무 관련직	8	20-29 세	5	교육 담당(1) / 보험과(1) / 비서(1) / 접수요원(2)
			30-39 세	3	보험과(3)
	병원 연구직	2	20-29 세	2	연구원(2)
			30-39 세	0	
	일반 사무직	10	20-29 세	10	사무직(9) / 사서(1)
			30-39 세	0	
	일반 전산직	1	20-29 세	1	웹디자이너(1)
			30-39 세	0	
	교 사	1	20-29 세	1	유치원 교사(1)
			30-39 세	0	
	학 생	9	20-29 세	6	대학생(2) / 대학원생(4)
30-39 세			3	대학원생(3)	
총 합		60 명			

모든 음성 자료는 실험 도구가 있는 검사실 혹은 실험실로 피험자가 직접 내방하여, 실험

자의 지도 하에 음성을 산출함으로써 획득되었다.

음성 신호 녹음을 위한 마이크로폰의 착용은 다음과 같은 절차로 이루어졌다: 마이크로폰을 귀에 건 후 일단 입과 마이크 대가 평행이 되도록 편 뒤, 이를 입 쪽으로 45도 구부려 입과 마이크로폰과의 거리가 6 cm이 되도록 하였다(Titze & Winholtz, 1993).

### 2.3.2 모음 연장발성의 수집

모음 수준에서의 음성 분석을 위하여 '아', '이', '우' 세 개 모음을 선정하였다. 소위 'corner vowels'로 불리는 이 세 모음은 구강 내에서 조음되는 각각의 위치가 세 개의 꼭지점을 이루게 된다. 즉, '아'는 뒤쪽, 아래쪽의 꼭지점을, '이'는 앞쪽, 위쪽, '우'는 뒤쪽, 위쪽의 꼭지점을 이루며, 다른 모음들은 이 세 꼭지점의 범위 안에 위치하게 된다. 이는 모음 삼각도에도 반영되어 '아', '이', '우' 세 모음은 제 2 음형대 주파수와 제 1 음형대 주파수의 차이로 나타내어지는 모음 삼각도의 세 극단에 위치하게 된다(Borden & Harris, 1984). 즉, 모음 삼각도와 구강 내 조음 위치적 특성에 근거하여 '아', '이', '우' 세 모음이 여러 단모음을 대표하는 특성을 보인다고 판단, 대상 모음으로 선정하였다.

피험자로 하여금 이 모음을 평상시 발화 음도와 강도에 유사하게 발성하도록 하였다. 반복 횟수는 적절한 음도와 강도로 발성되었다고 판단될 때까지로 하였고 특별한 제한을 두지는 않았으나 지나친 반복은 연습 효과가 개입된 음성을 산출할 우려가 있음을 유의하도록 하였다.

### 2.3.3 자발화의 수집

자발화 시의 발화 기본주파수(이하, SF<sub>0</sub>)는 같은 언어학적 문맥(linguistic context)을 가진 문장을 14 초간 낭독할 때의 SF<sub>0</sub>와 높은 상관성을 보인다는 Horii(1973)(Russell 등(1995)에서 재인용)에 근거하여, '산책' 문단 중 다음의 부분을 낭독하는 것으로 대신하기로 하였다.

신발 장사 아저씨, 채소 파는 아주머니, 준비하게 늘어선 옷집, 구석구석에 차려진 간이식당, 오디오나 비디오를 취급하는 업소, 뽁뽁하게 물건이 들어서 있는 커다란 가구점, 노상에 차려놓은 여러 악세사리점.

위 문장은 피험자에게 종이에 인쇄된 형태로 제시되었다. 피험자에게 먼저 눈으로 읽어봄으로써 내용에 대해 파악하도록 한 후, 평상시 속도로 소리내어 읽어보도록 하면서 초시계로 시간을 측정하여 14±0.5 초의 시간에서 벗어나지 않도록 하였다. 모음의 녹음과 마찬가지로 반복 횟수에 특별한 제한을 두지는 않았으나 지나친 반복은 대체로 속도를 빨라지게 하므로 이를 유의하도록 하였다.

## 2.4 분석 방법

### 2.4.1 모음 연장발성의 분석

표화영 등(2000)이 보고한 방법대로, 3 초 동안 녹음된 모음의 연장 발성 중 일시적으로

우연히 나타나는 음도 및 음성 일탈, 혹은 떨림이 포함되어 있지 않은 부분 1.5 초를 편집해 내어 이를 분석 대상으로 하였다. MDVP의 자체 분석 도구에 의해 나타난 음향학적 분석 결과 중, 모음 연장 발생시의 기본 주파수(이하,  $F_0$ )와 음도 변이를 나타내는 jitter, 강도 변이를 나타내는 shimmer, 그리고 잡음 대 정상음 간의 비율을 보여주는 NHR의 결과를 최종적으로 취하였다.

#### 2.4.2 자발화의 분석

자발화는 발화 전체를 분석 대상으로 하였다. 모음 분석과 마찬가지로 MDVP의 자체 분석 도구에 의해 음향학적 분석을 실시하였으며, 그 중  $SF_0$ 와 발화 최고 주파수(이하,  $SF_{hi}$ ), 그리고 발화 최저 주파수(이하,  $SF_{lo}$ )의 결과를 최종적으로 취하였다.

각 수치의 통계적 분석은 Microsoft Office의 Excel 프로그램을 사용하여 Pearson Correlation, One-way ANOVA와, 각 수치의 평균 및 표준편차를 구하였다.

### 3. 결 과

#### 3.1 음향학적 분석 결과

##### 3.1.1 각 모음의 기본 주파수, Jitter, Shimmer, NHR 측정치의 평균 및 표준편차

‘아’, ‘이’, ‘우’ 세 개 모음에 대한 음향학적 분석 결과 나타난  $F_0$ , jitter, shimmer, NHR의 평균 및 표준편차는 <표 2>와 같이 나타났다.

표 2. 모음 연장 발생의 음성 분석에 대한 측정치\*

			$F_0$ (Hz)	Jitter (%)	Shimmer (%)	NHR
남	아	평균	118.1	0.467	2.674	0.133
		표준편차	13.100	0.210	0.897	0.015
	이	평균	122.2	0.659	1.703	0.124
		표준편차	13.300	0.453	0.731	0.023
	우	평균	122.6	0.592	1.538	0.117
		표준편차	13.395	0.407	0.612	0.029
여	아	평균	211.6	0.935	2.582	0.114
		표준편차	17.682	0.609	0.651	0.027
	이	평균	216.9	0.889	1.573	0.105
		표준편차	18.513	0.678	0.619	0.040
	우	평균	220.4	0.829	1.478	0.098
		표준편차	18.538	0.466	0.771	0.032

\*  $F_0$ 는 소수점 첫 번째 자리까지 표기하였고, jitter, shimmer, NHR 및 표준편차는 소수점 둘째 자리까지의 제시로는 수치 간의 변별력을 제공할 수 없으므로 소수점 세 번째 자리까지 표기하였다.

모음 연장 발생에서의  $F_0$ 는, 남자의 경우에는 모음 전체를 통틀어 92.8~156.1 Hz, 여자의

경우에는 172.4~274.5 Hz 사이에 분포하는 것으로 나타났다. 모든 모음에서, 남자보다 여자가 유의하게 높은 수치를 보였고( $p < 0.001$ ), 표준편차는 여자가 남자보다 더 큰 것으로 나타났다. 모음 간 차이의 통계적 유의성은 남녀가 서로 다른 양상을 보여, 남자의 경우는 세 모음이 통계적으로 유의하지 않은 차이를 보인 반면( $F=3.047$ ;  $df=2,177$ ;  $p=.125$ ), 여자의 경우는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=.033$ ). 남자의 경우는, 비록 유의한 차이를 보이지는 않았지만, '아' < '이' < '우'의 순서로  $F_0$ 가 증가하였으며, 여자의 경우도 같은 순서로 증가하는 추세를 보였다.

Jitter의 경우 남자는 0.083~2.471%, 여자는 0.097~2.903% 사이에 분포하는 것으로 나타나 대체로 남자가 여자보다 낮은 수치를 보였는데 이는 유의수준 0.05 수준에서 유의한 차이인 것으로 나타났다. 개별 모음에서 분석해 볼 때에도 세 개 모음 모두에서 남자가 여자보다 유의하게 낮은 수치를 보이는 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 모음 간 차이의 통계적 유의성을 비교해 볼 때, 남자에서는 세 모음 간에 유의한 차이가 있었지만( $p=.018$ ). 여자에서는 그 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났다( $p=.613$ ). Jitter를 수치가 낮은 모음에서 높은 모음의 순서로 배열했을 때에도 남자에서는 '아'가 가장 낮고 '이'가 가장 높았던 데 비해, 여자는 '우'가 가장 낮고, '아'가 가장 높은 것으로 나타나 서로 차이를 보였다. Jitter 수치에서 나타난 표준편차는  $F_0$ 와 마찬가지로 남자보다 여자가 더 큰 것으로 나타났다.

Shimmer는 남자의 경우 0.588~4.965%, 여자의 경우 0.640~4.651%의 범주에 분포하는 것으로 나타났는데 모든 모음에서 남녀간의 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다( $p > .05$ ). 즉, 모든 모음에서 남자가 여자보다 높은 shimmer의 수치를 보였지만 그 차이가 통계적으로 유의한 정도의 차이는 아닌 결과를 보였다. 그러나, 남녀간에서는 그 차이가 유의하지 않았지만 모음 간에서는 서로 간의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 남녀 모두 '아', '이', '우' 세 모음이 보여주는 shimmer의 차이는 유의한 차이였으며( $p < .001$ ), '우' < '이' < '아' 모음의 순서로 그 수치가 점차 증가하는 추세를 보였고, 남자가 여자보다 더 큰 편차를 보이는 것으로 나타났다.

NHR은 남자의 경우 0.034~0.175, 여자의 경우 0.026~0.160 사이에 분포하는 것으로 나타났다. 모든 모음에서 남자가 여자보다 높은 수치를 보였고, 그 수치적 차이는 0.005 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 세 모음 간에 나타나는 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며(남자의 경우,  $p=.001$ ; 여자의 경우,  $p=.0257$ ) 남녀 모두 '우' < '이' < '아' 모음의 순서로 그 수치가 점차 증가하는 추세를 보였다.  $F_0$ , Jitter와 마찬가지로 역시 NHR에서도 표준편차는 남자보다 여자가 더 큰 것으로 나타났다.

### 3.1.2 자발화 중 발화 기본 주파수, 최고 및 최저 주파수의 평균 및 표준편차

'산책' 문단의 일부를 본 연구의 목표 문장으로 선택한 이유는 모든 구(phrase)가, 형용사가 하나의 명사를 수식하는 형태를 취하고 있어, Horii(1973)가 말하는 언어학적 문맥의 공유에 부합되며 평상시 발화 속도로 입을 때 평균  $14 \pm 0.5$  초의 시간이 걸려 이 또한 Horii가 언급한 14 초간이라는 시간적 제한에서도 벗어남이 없었다. 실지로 저자들이 피험자 중 20명의 여성을 대상으로 위 문장의 낭독 결과 나타난 SF0와 일상대화의 분석 결과 나타난 SF0 사이의 상관도를 Pearson Correlation으로 분석해 본 결과, 0.90의 높은 상관도를 보여 그 결

과를 입증해 주었다. 또한, 이를 뒷받침해 줄 수 있는 문헌적 근거는 Hollien 등(1997)과 Anderson & Cooper(1986)가, 개별 문장이 아닌 다수의 문장인 경우에는 SF<sub>0</sub>가 자발화와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보고한 데에서도 찾을 수 있다.

이를 통하여 분석한 SF<sub>0</sub>와 SF<sub>hi</sub>, SF<sub>lo</sub>의 평균 및 표준편차는 <표 3>에 나타나 있다.

표 3. 발화 기본 주파수(SF<sub>0</sub>), 발화 최고 주파수(SF<sub>hi</sub>), 발화 최저 주파수(SF<sub>lo</sub>)의 비교

남		SF <sub>0</sub> (Hz)	SF <sub>hi</sub> (Hz)	SF <sub>lo</sub> (Hz)
	평균	120.8	183.2	82.6
표준편차	11.926	46.594	9.893	
여		SF <sub>0</sub> (Hz)	SF <sub>hi</sub> (Hz)	SF <sub>lo</sub> (Hz)
	평균	217.1	340.9	136.0
표준편차	18.654	49.610	27.083	

모음 연장발성시의 F<sub>0</sub>가 남녀간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났던 것처럼 자발화 중의 SF<sub>0</sub> 역시 남녀간에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 이는 SF<sub>hi</sub>와 SF<sub>lo</sub>에서도 마찬가지인 것으로 나타났다. 남자의 경우 SF<sub>0</sub>는 94.6~156.0 Hz 사이에, SF<sub>hi</sub>는 126.6~367.1 Hz, SF<sub>lo</sub>는 64.7~108.2 Hz 사이에 분포하는 것으로 나타났으며, 여자는 SF<sub>0</sub>의 경우 179.6~266.7 Hz, SF<sub>hi</sub>는 254.3~527.4 Hz 사이에, SF<sub>lo</sub>는 68.3~197.1 Hz 사이에 분포하는 양상을 보였다. 이중 여자의 SF<sub>hi</sub>는 상당히 넓은 분포 범위를 보이고 있는데, 400 Hz를 넘는 피험자의 수는 전체 60 명 중 5 명, 그 중에서도 500 Hz를 넘는 피험자는 한 명으로 나타나, 사실상 피험자의 90% 이상은 400 Hz 이하에 분포하고 있는 것으로 나타났다.

위의 표에서 보는 바와 같이 SF<sub>hi</sub>의 경우에는 표준편차에서 보이는 남녀 차이가 크지 않은 것으로 나타났지만, 그의 SF<sub>0</sub>와 SF<sub>lo</sub>는 여자가 남자보다 상당히 큰 표준편차를 보임을 알 수 있었다.

3.1.3 모음 및 자발화의 수치별 분포

남자의 기본 주파수에 대한 분포는 <그림 1>에 나타나 있다.

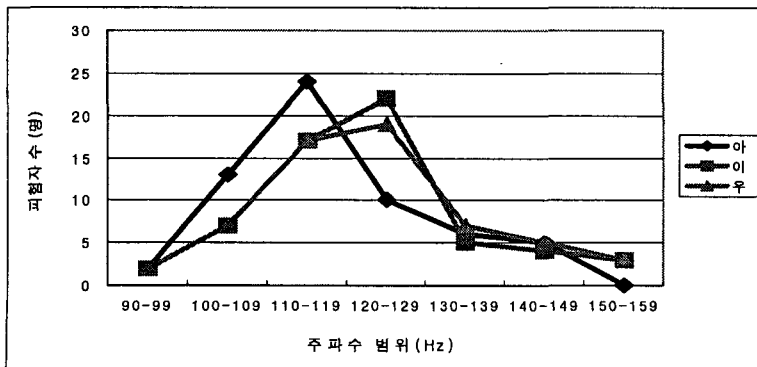


그림 1. 남자 기본주파수에 대한 분포

그림에서 보는 바와 같이 대부분의 피험자는 110~119 Hz 및 120~129 Hz의 영역대에서 많이 분포하는 것으로 나타났으며 중앙치에 집중되어 있는 형태를 보였다. 여자 기본 주파수는 분류하였을 때, 200~209 Hz 구간과 220~229 Hz의 구간에 집중되어 있는 형태를 보였는데 전자의 구간에서 더 높은 빈도수를 보여, 남자의 경우에 비하면 중앙치보다 좀 더 낮은 주파수에 빈도수가 집중되어 있는 형태를 보였다.

Jitter의 경우는  $F_0$ 처럼 중앙치에 집중되어 있기보다는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 중앙치보다 낮은 수치에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 여자의 경우 0.251~0.500%에 다수가 집중되어 있으며 남자 음성도 역시 0.251~0.500% 구간에서 가장 높은 빈도수를 보여, 남자와 여자의 경우 매우 유사한 모양의 분포를 보이고 있었다.

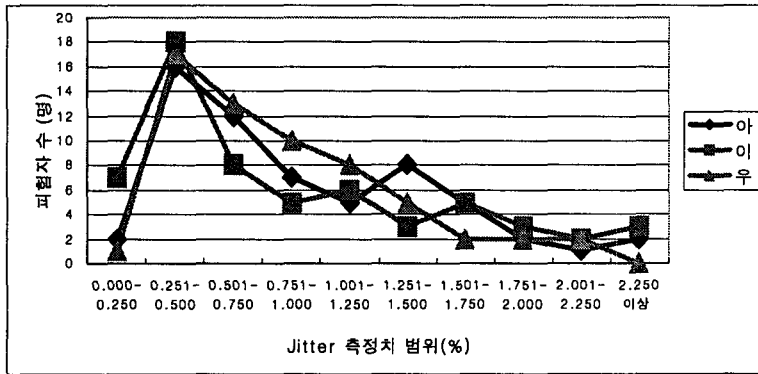


그림 2. 여자 Jitter에 대한 분포

Shimmer 역시  $F_0$ 나 jitter와 같이 남자 음성과 여자 음성의 경우가 서로 비슷한 분포 곡선을 보이고 있다. <그림 3>에서 보는 것처럼, 남자의 경우, 모음 '이'와 '우'는 대체로 jitter와 마찬가지로 낮은 측정치에서 높은 빈도를 보이는 데 비해 모음 '아'는  $F_0$ 처럼 중앙치의 구간에 그 빈도수가 집중되어 있는 분포를 보이고 있다.

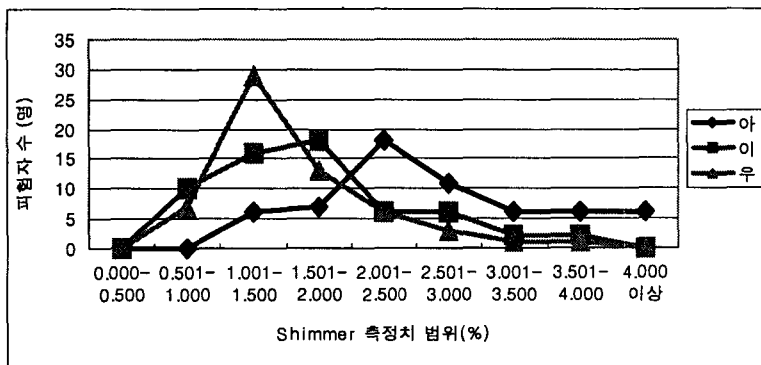


그림 3. 남자 Shimmer에 대한 분포

여자의 경우도 이와 비슷하나, 남자의 경우와 달리, 모음 '이'의 경우 1.001~1.500% 구간



에서 가장 높은 빈도수를 보였고, '아'의 경우 남자의 경우처럼 2.001~2.500 % 범위에서도 높은 빈도수를 보였지만 그 다음 구간인 2.501~3.000% 구간에서 더 높은 빈도수를 보였다.

<그림 4>는 여자 음성 중 NHR에 대한 분포 양상을 보여주고 있다.

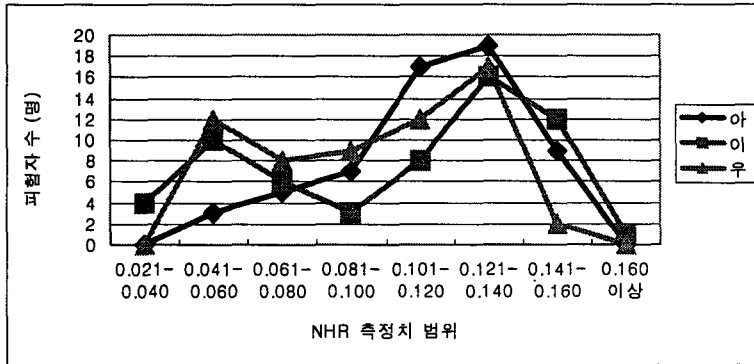


그림 4. 여자 NHR에 대한 분포

가장 높은 빈도수를 보인 부분이 0.121~0.140 구간이라는 것은 남녀 차이가 없었으나 <그림 4>에서 보는 바와 같이 여자 음성의 경우 모음 '이'와 '우'는 0.041~0.060 부분에서 두 번째로 높은 빈도수를 보여 두 개의 정점이 나타나고 있었다. 그러나, 남자에서는 세 모음 전체에서 여자 음성의 모음 '아'와 같은 형태를 보여 하나의 정점만을 보이고 있었다.

남자의 SF<sub>0</sub>에 대한 분포도는 기본적으로 <그림 1>에서 본 F<sub>0</sub>의 경우와 마찬가지로 중앙에서 가장 높은 빈도수를 보이고 있는데, 이는 SF<sub>hi</sub>와 SF<sub>lo</sub>에서도 마찬가지였다. SF<sub>0</sub>의 경우에는 120~129 Hz에서 가장 높은 빈도수를 보였으나 110~119 Hz에서도 높은 빈도수를 보였다. SF<sub>hi</sub>에서는 160~189 Hz 구간이, SF<sub>lo</sub>에서는 74~81 Hz 구간이 가장 높은 빈도수를 보였는데 이 또한 분포곡선을 정규분포곡선과 유사한 양상으로 보이도록 하고 있다.

남자의 빈도수가 대체로 중앙에 집중되어 있는 반면, 여자의 경우는 여자 음성의 모음 연장 발생시 F<sub>0</sub>와 마찬가지로 중앙치보다 약간 더 낮은 주파수에 빈도수가 집중되어 있으며, 이는 <그림 5>에서 확실히 보여지고 있다. 즉, 여자 음성의 SF<sub>0</sub>는 195~208 Hz 구간에서, SF<sub>hi</sub>에서는 296~335 Hz에서 가장 많은 빈도수를 보여 두 경우 모두 중앙치보다 약간 낮은 주파수에서 가장 높은 수치가 보인다. 그러나, SF<sub>lo</sub>에서는 131~144 Hz에서 가장 높은 빈도수를 보이고 있는데, 이는 SF<sub>0</sub>와 달리 중앙에서 약간 더 높은 주파수의 구간이어서 차이를 보이고 있다.

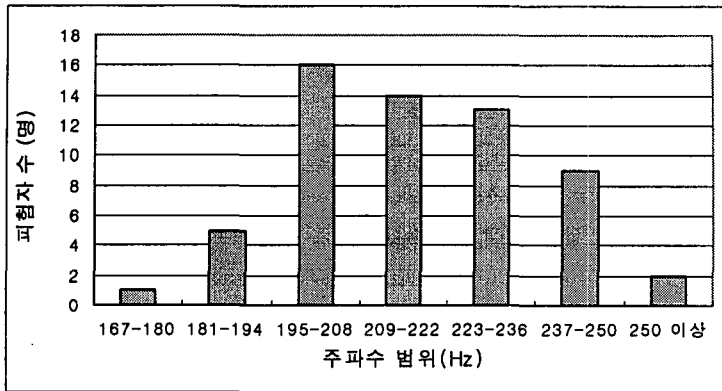


그림 5. 여자 발화 기본 주파수 분포

3.1.4 타언어권의 SF<sub>0</sub>와의 비교

각각의 언어는 저마다 독특하게 가지고 있는 억양의 특성을 가지고 있기 때문에 SF<sub>0</sub>도 언어권에 따라 서로 다른 양상을 보일 수 있다. 이에 본 연구 결과는 Krook(1988)에서 제시한 각 언어권의 SF<sub>0</sub>를 본 연구 결과와 비교·정리하면 <표 4>와 같다.

표 4. 타언어권과의 SF<sub>0</sub> 비교

성 별	연구자	언 어	연 령	SF <sub>0</sub> (Hz)
남	Hollien & Jackson(1973)*	English	18~26	129
	Majewski et al.(1962)*	Polish	about 22	138
	Krook(1988)	Swedish	20~39	110
	Pyo et al.(2002)	Korean	20~39	121
여	Abberton(1976)*	English	about 20	242
	Dordain et al.(1967)*	French	about 27	244
	Krook(1988)	Swedish	20~39	195
	Pyo et al.(2002)	Korean	20~39	217

\* Krook(1988)에서 재인용

4. 논 의

본 연구를 통해 저자들은 ‘아’, ‘이’, ‘우’ 세 모음의 연장발성시에 나타나는 F<sub>0</sub>와 jitter, shimmer, NHR과 낭독으로 대치한 자발화의 SF<sub>0</sub>, SF<sub>hi</sub>, SF<sub>lo</sub>의 정상 측정치를 제시하였다. 본 연구의 의의는 기존 연구보다 다수의 피험자를 대상으로 하여 이루어졌다는 점과, 한국어를 대상으로 한 SF<sub>0</sub>의 자료를 제시하였다는 점이다.

Titze(1994)는 음성 자료를 표준화함에 있어 가장 중요한 점으로 ‘의견의 일치(혹은, ‘여론’(consensus))를 내세웠다. 이에 비추어 볼 때 본 연구는 5 개 병원 치료사들이 협력하여 이루어진 결과이므로, 단일 병원에서 이루어진 선행 연구보다 더 일치도 높은 결과를 보고하

였다고 볼 수 있다.

Titze(1994)는 또한 음성의 표준화를 위해서는 다양한 음도 및 강도, 발성 양상(phonation mode), 음역(register)과 더불어 다양한 발화 유형을 고려해야 한다고 하였다. 음성에 대한 기존 연구들은 대개 모음 연장 발성에 근거하는 경우가 많으며, 자발화에 대한 연구는 비단 우리나라 뿐 아니라, 동양권 언어 중에서도 찾기가 어려우므로 한국어에 대한 이러한 시도는 매우 의미있는 일이라고 사료된다.

본 연구에서 SF<sub>0</sub>의 결과를 타언어권과 비교해 보았을 때, 한국 정상성인의 측정치는 영어, 폴란드어, 프랑스어와 비교했을 때에는 낮고, 스웨덴어와 비교했을 때에는 약간 높지만 유사한 측정치를 보이는 것으로 나타났는데, 이는 Awan & Mueller(1996)가 언급한 바와 같이 언어적인 특성에 근거하는 것으로 판단할 수 있다. Wheat & Hudson(1988)은 흑인 아동을 대상으로 SF<sub>0</sub>를 연구한 결과, 키나 몸무게의 차이가 유의한 SF<sub>0</sub>의 차이를 보이지는 않았다고 보고하였으며, Williams & Eccles(1990)는 외부에서 측정한 후두 크기가 SF<sub>0</sub>와 높은 상관도를 보임을 보고하였다. 그러므로, 언어적 차이 외에 후두 크기에 따른 인종 간의 차이도 고려해 볼 수 있지만, 현재 국내에서는 아직 한국인 정상 성인에 대한 후두 크기를 측정한 문헌이 보고된 바가 없으므로 이러한 실험을 통한 직접적 비교가 후행 연구로서 시도되어야 할 것으로 사료된다.

타언어권과의 비교에 있어 한 가지 아쉬운 점은 유사한 지리적 위치와 문화를 가지고 있는 동양권 언어와 수치적인 비교를 해 보지 못했다는 점이다. 저자들은 이와 관련하여 일본인 여성의 SF<sub>0</sub>에 대한 연구 결과가 Yamazawa & Hollien(1992)에 의해 보고되었음을 알 수 있었는데, 그들에 따르면 일본어를 사용하는 일본인 정상 여성의 경우 영어와 비교했을 때 높은 SF<sub>0</sub>를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서 한국인 정상 여성들이 영어보다 낮은 수치를 보인 점을 감안해 본다면 일본어의 SF<sub>0</sub>는 한국어의 경우보다 상당히 높은 수치를 보임을 알 수 있었다.

음성 분석은 어떤 상황에서 어떤 기구를 통하여 어떤 방법으로 얻어지는가에 따라 다양한 결과를 도출할 수 있다. 따라서 음성 연구는 어떤 연구보다도 그 실험 과정에 객관성과 타당성이 중요하게 작용된다고 볼 수 있다.

Titze & Winholtz(1993)는 어떤 마이크로폰을 사용하고 입과 마이크로폰과의 거리 및 각도가 어느 정도인지에 따라, 실제 음성에 대한 민감도(sensitivity)가 달라지며, 이는 voice perturbation의 측정에 영향을 미친다고 보고하였다. 이들은 dynamic type의 마이크로폰보다는 condenser type인 마이크로폰을, omnidirectional한 경우보다는 cardioid인 경우를, 입과 마이크로폰과의 각도는 45 도를, 입과 마이크로폰과의 거리는 수 cm의 거리를 추천하였다. 마이크로폰 사용에 있어, 그 유형을 신중히 고려하지 않거나 신중히 고려하여 선정하고도 그 각도나 거리 선택에 신중하지 않은 연구 결과는 왜곡된 결과를 제시할 수 있다.

음성 연구에 있어 연령층 선정 또한 중요한 요소가 된다. 아동과 성인의 음성이 다른 것은 당연한 사실이므로 음성 연구 시 아동과 성인의 분류는 철저히 이루어지고 있으나, 아동 안에서, 성인 안에서 분류되어야 할 필요가 있다는 사실은 소홀히 다루기 쉽다. 여성의 폐경기가 F<sub>0</sub> 및 SF<sub>0</sub>를 저하시키며, 그 시기는 대체로 40대 후반에 시작되나 이른 경우에는 40대 초반에도 시작됨을 보고하는 선행 문헌(Stoicheff, 1981; Hollien 등, 1994)들은 30대와 40대 여성을 하나의 연령군으로 통합하여 고찰하지 말아야 함을 보여주고 있다. 그러나, 정상 성인 여성

을 대상으로 하는 실험 중 종종 이 두 군은 함께 통합되어 분석되곤 한다. 폐경기는 성대 자체의 변화를 의미하므로 서로 다른 해부생리학적 구조를 가진 두 군의 음성을 하나로 통합시켜 분석하는 것은 위험한 일이 되며 연구 결과의 신뢰도 또한 저하시키는 일이 된다.

대개의 음성 분석은 모음의 연장 발성에 대해 이루어지는 경우가 많으나, 실제로 우리가 현실 속에서 모음을 연장해서 발성해야 하는 경우는 노래를 부를 때를 제외하고는 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 따라서 음성에 대한 연구를 할 때에는 자발화에 대한 연구도 소홀히 되어서는 안된다. 그러나, 그 중요성에도 불구하고 자발화에 대한 연구는 매우 적은데, 그 가장 큰 이유는 고려되어야 할 사항이 상당히 많다는 것이다.

자발화에는 모음 연장 발성 때와는 달리 개인의 말하는 습관, 성격, 주변 상황 등이 음성 분석에 있어 중요한 변수로 작용하기 때문에 그 무수한 요인을 통제하기가 매우 어렵다. 피험자에게 동일한 주제를 제시하고 대화를 유도한다고 해도 개인마다 그 주제에 대해 느끼는 바가 다를 수 있기 때문에 다양한 결과가 나오게 된다. Hollien 등(1997)은 자발화가 낭독(oral reading)보다 더 높은 SF<sub>0</sub>를 보인 피험자에 대해, 자신이 좋아하는 주제에 대해 얘기하다 보니 흥분했기 때문에 그러한 결과가 나왔을 것으로 분석했다. 이러한 결과는 아무리 사전에 대화 구조를 통제하고 구조화했다고 해도 그 결과는 매우 달라질 수 있다는 것을 보여 준다. 그렇기 때문에 현재는 발화 내용을 미리 알 수 있는 낭독을 좀 더 다양하게 활용하는 방법이 활발히 연구되고 있다. 그러나, 이러한 경우에는 반드시 그 타당성을 충분히 검토한 뒤에 적용해야만 신뢰로운 결과를 보고할 수 있을 것이다.

## 5. 결 론

음성 장애를 호소하는 환자의 비정상성 판단의 기준이 되는 것은 정상인의 음성 분석 결과로, 그와 비교하여 환자 음성의 비정상성 여부 및 그 정도를 파악할 수 있다. 현재 국내에서 사용되는 정상인 수치는 대부분 많지 않은 수를 대상으로 하여 이루어진 연구에 근거하는 경우가 많다. 그러나, 적은 수의 집단을 대상으로 한 연구는 신뢰도 측면에서 볼 때 부족함이 드러나는 경우가 많다.

이러한 현실을 반영하여 좀 더 신뢰로운 정상인의 음성 분석 결과를 얻기 위해, 좀 더 많은 수의 피험자를 대상으로 하는 연구가 필요하게 되었고, 이러한 필요에 부응하기 위해 본 연구가 진행되었다. 이 연구의 결과는 남녀 합계 120명의 자료를 토대로 하여 이루어진 것이므로, 여기서 제시된 수치들은, 임상 현장에서 환자 음성의 정상성 여부를 판단하기 위한, 보다 더 나은 신뢰도를 가진 기준치로서 적극 활용될 수 있을 것이며, 음성에 대한 기계적 분석을 실시하는 모든 연구 활동에서도 정상 수치를 제시해 주는 근거 자료로서 충분히 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

그러나, 본 연구는 정상 성인 중 20대와 30대만을 대상으로 하였기 때문에 그 결과가 적용될 수 있는 범위는 한정적이라고 볼 수 있다. 그러므로, 추후에는 아동이나, 40대 이상의 연령군과 같은, 보다 더 다양한 피험자 군을 대상으로 연구를 확대해야 할 것이며, 이때, 본 연구를 통하여 알게 된 여러 유의 사항들(예: 마이크로폰 선정, 연령 군 분류 시 고려해야 할 점 등)이 충분히 논의된 후에 실험 및 분석 과정이 진행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 정옥란. 1993. *음성과 음성치료*. 대구: 한국언어치료학회.
- 표화영, 심현섭, 임성은. 2000. "음성 sample의 길이 변화에 따른 MDVP 측정치와 GRBAS 척도간의 상관 관계 변화 비교." *음성과학*, 7(2), 71-81.
- Anderson, S. W. & W. E. Cooper. 1986. "Fundamental Frequency Patterns during Spontaneous Picture Description." *J Acoust Soc Am*, Vol. 79, No. 4, 1172-1174.
- Awan, S. N. & P. B. Mueller. 1996. "Speaking Fundamental Frequency Characteristics of White, African American, and Hispanic Kindergarteners." *J Speech Hear Res*, Vol. 39, 573-577.
- Borden, G. J. & K. S. Harris. 1986. *Speech Science Primer: Physiology, Acoustics and Perception of Speech*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Hollien, H., R. Green & K. Massey. 1994. "Longitudinal Research on Adolescent Voice Change in Males." *J Acoust Soc Am*, Vol. 96, No. 5, Pt. 1, 2646-2654.
- Hollien, H., P. A. Hollien & G. de Jong. 1997. "Effects of Three Parameters on Speaking Fundamental Frequency." *J Acoust Soc Am*, Vol. 102, No. 5, Pt. 1, 2984-2992.
- Krook, M. I. P. 1988. "Speaking Fundamental Frequency Characteristics of Normal Swedish Subjects Obtained by Glottal Frequency Analysis." *Folia Phoniat*, Vol. 40, 82-90.
- Russell, A., L. Penny & C. Pemberton. 1995. "Speaking Fundamental Frequency Change over Time in Women: A Longitudinal Study." *J Speech Hear Res*, Vol. 38, 101-109.
- Stoicheff, M. L. 1981. "Speaking Fundamental Frequency Characteristics of Nonsmoking Females." *J Speech Hear Res*, Vol. 24, 437-441.
- Titze, I. R. 1994. "Toward Standards in Acoustic Analysis of Voice." *J Voice*, Vol. 8, No. 1, 1-7.
- Titze, I. R. & W. S. Winholtz. 1993. "Effect of Microphone Type and Placements on Voice Perturbation Measurements." *J Speech Hear Res*, Vol. 36, 1177-1190.
- Wheat, M. C. & A. I. Hudson. 1988. "Spontaneous Speaking Fundamental Frequency of 6-Year-Old Black Children." *J Speech Hear Res*, Vol. 31, 723-725.
- Williams, R. G. & R. Eccles. 1990. "A New Clinical Measure of External Laryngeal Size Which Predicts the Fundamental Frequency of the Larynx." *Acta Otolaryngol (Stockh)*, Vol. 110, 141-148.
- Yamazawa, H & H. Hollien. 1992. "Speaking Fundamental Frequency Patterns of Japanese Women." *Phonetica*. Vol. 49, No. 2, 128-140.

접수일자: 2002. 4. 18.

게재결정: 2002. 6. 3.

## ▲ 표화영

서울 서대문구 신촌동 134 (우: 120-752)

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소

Tel: +82-2-361-8599 (O) 016-295-9788 (MP)

Fax: +82-2-393-0580

E-mail: vtpyo@yumc.yonsei.ac.kr

## ▲ 심현섭

서울 서대문구 대현동 11-1 (우: 120-750)  
이화여자대학교 특수교육학과 & 언어병리학 협동과정  
Tel: +82-2-3277-3538 (O)  
E-mail: simhs@mm.ewha.ac.kr

## ▲ 송윤경

서울 종로구 평동 108 (우: 110-102)  
강북삼성병원 이비인후과 음성언어클리닉  
Tel: +82-2-2001-2271 (O) 018-363-8477 (MP)  
Fax: +82-2-2001-2273  
E-mail: voicesyk@hanmail.net

## ▲ 윤영선

서울 강남구 일원동 50 (우: 135-710)  
삼성서울병원 이비인후과 음성언어치료실  
Tel: +82-2-3410-2355 (O) 011-312-2732 (MP)  
Fax: +82-2-3410-0034  
E-mail: voiceyun@samsung.co.kr

## ▲ 이은경

서울 강남구 일원동 50 (우: 135-710)  
삼성서울병원 이비인후과 음성언어치료실  
Tel: +82-2-3410-2355 019-242-6238 (MP)  
Fax: +82-2-3410-0034  
E-mail: meppu@samsung.co.kr

## ▲ 임성은

서울 강남구 도곡동 146-92 (우: 135-270)  
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소(영동세브란스병원)  
Tel: +82-2-3497-2587 019-299-0308 (MP)  
Fax: 02-3463-4750  
E-mail: selim@yumc.yonsei.ac.kr

## ▲ 하현령

인천광역시 중구 신흥동 3가 7-206 (우: 400-711)  
인하대학교 부속병원 이비인후과 음성클리닉  
Tel: +82-32-890-2429 016-310-5361 (HP)  
Fax: +82-32-890-2430  
E-mail: heoleong@hanmail.net

## ▲ 최홍식

서울 강남구 도곡동 146-92 (우: 135-270)  
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소(영동세브란스병원)  
Tel: +82-2-3497-3461 (O)  
Fax: +82-2-3463-4750  
E-mail: hschoi@yumc.yonsei.ac.kr