

개별화자의 음성파라미터 추출에 관한 연구*:
음성파라미터의 상관관계를 중심으로

A Study of Extracting Acoustic Parameters for Individual Speakers

고 도 흥**
Do-Heung Ko

ABSTRACT

Fundamental frequency (Fo), jitter, shimmer, and harmonics-to-noise ratio (NHR) have been measured to see their interactions between the parameters using Multi-Dimensional Voice Program (MDVP).

100 Korean normal adults (50 males and 50 females) ranging from their early 20's to their early 30's produced the eight sustained vowels including /a/, /i/, /u/, /ɔ/, /e/, /ɛ/, /ɨ/, and /ə/. The subjects were asked to read the above vowels five times in isolation with the interval of five seconds, respectively. Male voices, on the average, showed 130.7 Hz in Fo, 0.6696% in jitter, 1.8151% in shimmer, and 0.12 in NHR, while female voices showed 232.8 Hz in Fo, 0.9222% in jitter, 1.9199% in shimmer, and 0.1098 in NHR. As to the correlation coefficient, it was found that for male speakers jitter vs. shimmer, shimmer vs. NHR, Fo vs. shimmer, and Fo vs. NHR are statistically significant. It was found that for female subjects jitter vs. shimmer and Fo vs. shimmer are statistically significant. However, it is concluded that the correlation coefficient in females are not meaningful in a practical way though they are all statistically significant.

Keywords: Fundamental Frequency, Jitter, Shimmer, NHR, MDVP

1. 서 론

개별화자의 음성특징은 개인이 발성하는 음질(voice quality)에 따라 다르게 나타난다. 우리는 음질이 일차원적인 것이 아니라 다차원적인 실체임을 알 수 있다. 사람에 따라 음질은 여러 가지 측면에서 다르게 실현된다. 성대의 크기, 성대의 두께, 성대의 탄력성, 공명강의 구조, 공명기관의 형태, 성도의 길이 등 1차적으로는 초당 성대 진동수를 가리키는 주파수 (frequency), 음의 크기를 가리키는 진폭(amplitude), 음의 길이(duration)가 음질을 구성하는 주요한 개념이라 할 수 있다. 그러나 성대의 진동은 많은 근육과 연골들의 상호작용에 의해서 일어나기 때문에 자연히 변이(perturbation)가 생기게 된다. 이러한 변이는 각 주기마다 신경

* 본 연구는 한국학술진흥재단 선도연구(KRF-99-041-A0009) 지원으로 수행되었음.

** 한림대학교 자연과학대학 언어청각학부

학적, 생체역학적, 공기역학적, 또는 음향학적 요인들에 의해서 야기될 수 있다. (Titze 1991, 1994) 예를 들면, 좌우의 성대가 정확하게 대칭되지 않을 수도 있고 사람에 따라 성대의 질량(mass)이나 긴장(tension)이 다를 수 있다. 또한 폐압력의 변이성이 초래될 수도 있고, 혀를 앞쪽으로 움직이면 설골(hyoid bone)을 앞과 위쪽으로 당겨주기 때문에 후두가 긴장되는 것과 같이 특정한 조음기관의 움직임도 변이를 일으킬 수가 있다. 이처럼 어떠한 이유론 성대는 정상인이라도 양 성대가 서로 근접하여 성문이 닫힐 때 과잉내전(hyperadduction)도 될 수 있고 과소내전(hypoadduction)이 될 수도 있다. 이로 인하여 성문의 개폐가 100% 정확할 수 없기 때문에 진동에 오차가 생기게 된다.

그림 1은 Laryngograph에 의해서 관찰한 정상 성인 남성과 여성의 성문파를 비교한 것이다. 성문파는 갑상연골의 좌우에 전극을 통해서 입력된 신호이기 때문에 성문의 개폐를 보여 준다. 눈으로 보기에는 성문개폐가 매우 규칙적인 것으로 보여지지만 주파수나 진폭에 변이가 생기게 된다.

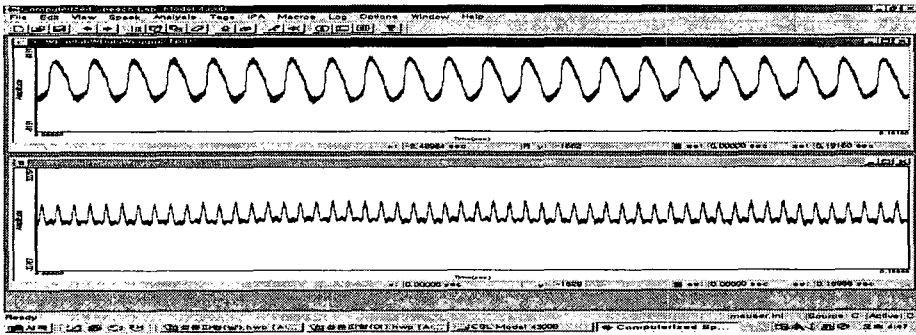


그림 1. 남성(상)과 여성(하)의 [i] 발성시 성문파형 비교(남성과 여성의 F_0 는 각각 118 Hz, 242 Hz이며 Duration은 약 0.2 초)

성대가 진동할 때 생기는 주파수의 변이(jitter)와 진폭의 변이(shimmer)를 측정할 수 있는데 이들은 개별화자의 특성을 잘 나타내는 척도가 될 수도 있다. jitter와 shimmer는 발성(voicing/phonation)에 관계된 것이다. 발성이란 “성대의 진동 패턴”으로 정의를 내릴 수 있다 (Ryalls & Behrens 2000).

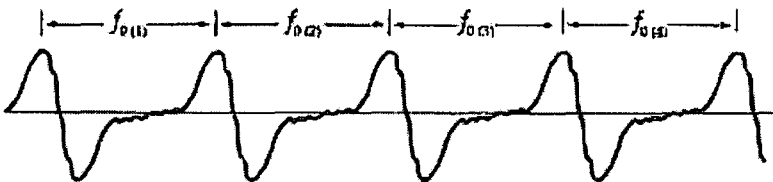


그림 2. jitter를 보여주는 성문파

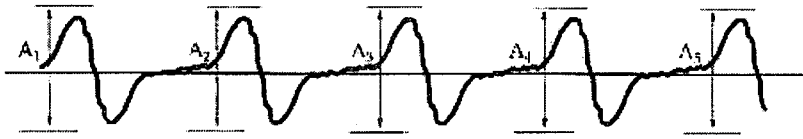


그림 3. shimmer를 보여주는 성문파

그림 2에서 보듯이, jitter는 성대의 진동에서 한 주기에서 다음 주기까지 변화가 생기는 것을 측정하는 것이다. jitter가 주기간의 변이를 측정하는 것이기 때문에 실제로는 시간적인 측정치이다. 반면에 shimmer는 그림 3에서 보듯이 기본주파수의 한 주기에서 다음 주기까지 진폭의 변화를 측정하는 것이다. 따라서 shimmer는 진폭의 정확도를 측정하는 것이다.

배음대소음비(noise-to-harmonic ratio, NHR)는 음성에 있어서 F_0 의 정수배를 가리키는 배음과 소음의 비율을 측정값(dB)이다. NHR은 70-4,500 Hz 사이에 존재하는 배음과 1,500-4,500 Hz 사이에서 존재하는 비정상 배음(inharmonic) 간의 비율의 평균값을 보여준다. NHR은 음성신호에 있어서 추가 소음(additive noise)의 상대적인 양을 측정하는 것으로서 NHR이 높을수록 음성의 배음적 요소들이 소음에 비하여 더 큰 것을 의미한다. 반대로 NHR이 낮을수록 음성에 존재하는 소음이 더 많아지게 된다. 따라서 NHR은 음질(voice qualities)의 지각적 판단과 아주 높은 상관성을 보여주며 성대의 불완전한 내전으로 인하여 거칠고 쉰 목소리를 수량적으로 측정하는데 유용하다(Yumoto, Sasaki, and Okamura 1984; Awan & Frenkel, 1994). Ferrand (2000)에 의하면, 아동과 노인의 NHR은 청년이나 중년보다 더 낮은 것으로 보고되었다. 이때 정상보다 낮은 NHR을 보이는 화자는 음성에 더 많은 소음이 존재한다는 것을 보여주는 것이다.

jitter, Shimmer, 그리고 NHR은 특히 성대에 용종(polyp) 또는 결절(nodule)을 보이는 음성장애 환자들의 성대진동에 문제가 있거나, 편측 또는 양측성대의 마비가 있거나, 다른 후두에 문제가 있는 경우 그들의 음질을 평가하는데 매우 유용한 수단이 되고 있다.

이 논문에서는 정상성인을 대상으로 F_0 , jitter, shimmer, 그리고 NHR의 역치(문턱값)를 알아보고 각 파라미터들 사이에 어떠한 상관관계가 있는가를 통계적으로 분석하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 피험자 및 녹음 방법

2.1.1 피험자

실험에 참여한 피험자들은 음성장애가 없는 정상 성인으로 20대 초반에서 30대 초반까지 표준어 화자 100 명(남녀 각각 50 명)을 대상으로 삼았다. 전체 피험자 100 명 가운데 20대가 80 명(80%)이고 30대가 20 명(20%)이었으며 평균연령은 23.6 세였다. 피험자들은 정상인이라 하더라도 음성학자의 청지각적인 관정으로 특별히 거친 소리(harsh sound)를 내는 경우에는 실험에서 제외되었다.

2.1.2 실험도구 및 녹음

주파수의 변이(frequency perturbation)를 가리키는 jitter와 진폭의 변이(amplitude perturbation)를 가리키는 shimmer (shimmer)를 측정할 수 있는 음성분석 프로그램은 Visi-Pitch와 CSL (Computerized Speech Lab: Kay Elemetrics), CSpeech (Milenkovic, 1989), Dr. Speech (Tiger Electronics) 등이 있으나 서로 다른 수학적 연산방식을 채택하고 있어 결과를 비교하는데 어려움이 있다. 실험을 위하여 이용된 도구는 CSL (Computerized Speech Lab, Kay Elemetrics Co.)의 MDVP (multidimensional Voice Program)를 이용하였다. 음성 sample의 녹음은 한림대학교 음성학실험실 방음부스에서 하였으며 마이크(Shure microphone)에 의하여 직접 입력하도록 하였다. MDVP의 음성 sample을 채취하는데 있어서 주로 주파수변인과 진폭변인을 목표로 하기 때문에 녹음방식과 발화속도는 결과에 커다란 영향을 줄 수 있기 때문에 피험자들에게 취지를 설명하고 자연스런 발화를 유도하여야 한다. 이를 위해 약 3 초 동안의 지속모음(sustained vowel)을 녹음하고 전 구간을 분석의 목표로 삼았다. 특히 훈련이 안된 피험자들의 경우에는 일정한 강도를 유지하여 발음할 때까지 2-4 회에 걸쳐 녹음을 반복하도록 주문을 하였다.

2.2 분석대상 모음 및 통계

이 실험에서는 한국어의 8 개 단모음(전설모음 /이, 에, 애/, 중성모음 /오, 어/, 후설모음 /우, 오, 아/)으로 하였다. 지속모음을 대상으로 한 대부분의 연구에서는 /이, 우, 아/가 단모음의 대표성을 가지는 것으로 보고 있으나 jitter 값이나 shimmer 값은 대상모음에 따라 달라질 수 있기 때문에 보다 정확한 평균값을 구하기 위해 이 실험에서는 한국어 모음의 정확한 평균치를 산출하기 위해 모든 단모음을 대상으로 하였다.

통계의 신뢰도를 높이기 위해 각 모음에 대하여 5 회씩 발화하도록 하였다. 총 분석대상은 피험자 100 명(남녀 각각 50 명)에 대하여 8 개 단모음을 5 회 발화한 결과를 분석대상으로 삼았다. (즉, 음성 sample = 100 명 × 8 개 모음 × 5 회 발성) 통계도구로는 Windows용 SAS (v.8.1) 프로그램에서 기초통계분석, 분산분석(ANOVA), 상관관계분석, 및 Duncan Grouping을 이용하였다.

3. 결과 및 논의

MDVP 프로그램은 음성분석의 수치화된 결과로 33 개 파라미터의 분석결과를 보여주고 있으나 이들은 다시 (a) 기본주파수, (b) 주파수 변이, (c) 진폭변이, (d) 잡음, (e) 진전(tremor), (f) 음성일탈(voice break), (g) 아배음(Sub-harmonic), (h) 음성의 불규칙성(voice irregularity) 등 8 개의 군으로 나뉘어 진다. 이 논문에서는 (a-d)에 관한 수치와 이들의 상호관계를 통계적으로 규명하고자 한다.

표 1은 정상성인 남성이 고립된 환경에서 국어의 8 개 모음을 5 회 연장발성한 평균값을 제시하고 있다.

표 1. 남성이 발화한 8 개 모음에 대한 전체 평균값

	mean	SD
Fo	130.7 Hz	17.77
jitter	0.6696 %	0.47
shimmer	1.8151 %	0.94
NHR	0.12	0.02

표 1에서 보는 바와 같이, 정상성인 남성의 주요 음향파라미터 가운데 평균 Fo는 130.7 Hz (SD 17.8), jitter는 약 0.670% (SD 0.47), shimmer는 약 1.815% (SD 0.94), NHR은 0.12 (SD 0.02)이다. 표화영 외(2002)의 연구에서는 남성 60 명이 연장 발성한 3개의 모음 /이, 우, 아/에 대한 유사한 실험에서 역치범위를 각각 Fo는 118.1-122.6 Hz, jitter는 0.467-0.659%, shimmer는 1.538-2.674%, NHR은 0.117-0.133로 보고하였다. 이 실험결과에서 남성의 평균 Fo는 필자의 수치보다 다소 낮게 나타났으나 편차를 고려하면 큰 차이를 보이는 것은 아니라고 본다.

표 2는 정상성인 여성이 고립된 환경에서 국어의 8 개 모음을 5 회 연장발성한 평균값을 제시하고 있다.

표 2. 여성이 발화한 8개 모음에 대한 전체 평균값

	mean	SD
Fo	221.8 Hz	20.32
jitter	0.9222 %	0.58
shimmer	1.9199 %	0.79
NHR	0.1098	0.04

표 2에서 보는 바와 같이, 정상성인 남성에 비하여 정상성인 여성의 평균 Fo는 221.8 Hz (SD 20.3), jitter는 0.9222% (SD 0.58), shimmer는 약 1.920% (SD 0.79), NHR은 약 0.11 (SD 0.04)이다. 표화영 외 (2002)에서는 정상 성인여성 60 명이 연장 발성한 3 개의 모음 /이, 우, 아/에 대한 유사한 실험에서 역치범위를 각각 Fo는 211.6-220.3 Hz, jitter는 0.678-0.935%, shimmer는 1.478-2.582%, NHR은 0.098-0.114로 보고하였으며 이러한 수치들은 필자의 연구 결과와 크게 다르지 않다고 할 수 있다.

jitter, shimmer, NHR은 성별에 따른 역치의 차이는 없는 것으로 보고되고 있다. 일반적으로 MDVP 매뉴얼에 따르면, jitter의 정상역치는 1.04% 이하이고, shimmer의 정상역치는 3.81% 이하이며, NHR의 정상역치는 0.19 이하이다. Titze(1991)에 의하면 jitter 값이 0.2%에서 1%까지가 정상범주이다. 일반적으로 아동은 성인에 비하여 jitter 값이 높고, 노인은 젊은 성인에 비하여 jitter 값이 높다(Wilcox & Horii 1980). Ferrand (2001)에 의하면 shimmer는 jitter에 비하여 밝혀진 바가 적지만 정상성인의 shimmer dB 값은 0.5 dB 이하이다.¹⁾

1) shimmer dB와 shimmer 퍼센트는 서로 다른 파라미터이다. 부록 1과 부록 2에서 보여주

표 3에서는 남성을 대상으로 4 개의 파라미터간의 유의성(상관도)을 측정 한 결과이다.

표 3. Fo, jitter, shimmer, NHR의 상관관계 (남성)

	Fo	jitter	shimmer	NHR
Fo	1.00000	-0.00622 0.7812	-0.22528 <.0001	-0.13619 <.0001
jitter	-0.00622 0.7812	1.00000	0.20646 <.0001	0.01185 0.5969
shimmer	-0.22528 <.0001	0.20646 <.0001	1.00000	0.21762 <.0001
NHR	-0.13619 <.0001	0.01185 0.5969	0.21762 <.0001	1.00000

표 3에서 보듯이, 각 파라미터들 사이의 상관관계 계수에서는 남성의 경우에 jitter vs. shimmer, Fo vs. shimmer, NHR vs. Fo, 그리고 NHR vs. shimmer 사이에 통계적으로 서로 유의하게 나타난다. 다만, 상관관계 계수가 모두 0.23 이하에서 유의하기 때문에 실질적으로는 상관도가 다소 약한 것을 확인할 수 있다.

그림 4과 그림 5에서 Fo vs. jitter와 서로 유의하지 않으나 jitter vs. shimmer가 어떻게 유의한가를 잘 보여주고 있다. 특히, 그림 6은 jitter vs. shimmer가 통계적으로 유의하지만 상관도가 0.21 수준에 머물기 때문에 상관관계가 다소 미약한 것을 알 수 있다.

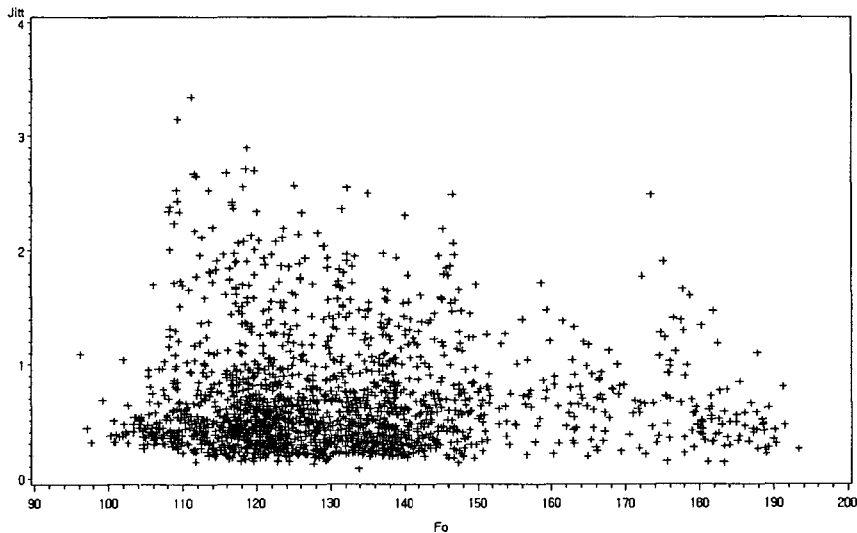


그림 4. 남성화자 50 명이 5 회 반복한 결과치: Fo vs. jitter

는 바와 같이 이 실험에서 shimmer dB는 정상 성인 남성의 경우 0.16 dB(SD 0.09)이고 여성이 0.17 dB(SD 0.1)이다.

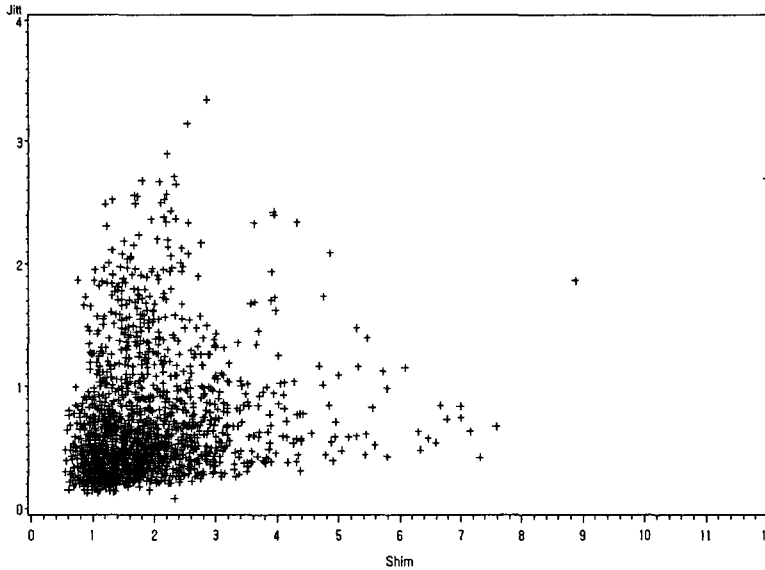


그림 5. 남성화자 50 명이 5 회 반복한 결과치: jitter vs. shimmer

표 4에서는 여성을 대상으로 4 개의 파라미터간의 유의성(상관도)을 측정한 결과이다.

표 4. Fo, jitter, shimmer, NHR의 상관관계 (여성)

	Fo	jitter	shimmer	NHR
Fo	1.00000	-0.16169 <.0001	-0.05923 0.0081	0.03131 0.1619
jitter	-0.16169 <.0001	1.00000	0.12251 <.0001	0.00978 0.6624
shimmer	-0.05923 0.0081	0.12251 <.0001	1.00000	-0.01287 0.5654
NHR	0.03131 0.1619	0.00978 0.6624	-0.01287 0.5654	1.00000

표 4에서 보듯이, 여성의 경우에 각 파라미터들 사이의 상관관계 계수는 jitter vs. shimmer, Fo vs. shimmer, Fo vs. jitter 사이에 통계적으로 서로 유의하게 나타난다. Pyo & Sim(2003)에 의하면, Fo vs. shimmer 사이에 음의 상관관계가 있음을 보고하고 있는데 필자들의 실험에서도 통계적인 유의성이 확인되었다. 그러나 그 두 파라미터의 상관도가 -0.06 이하에 그치고 있다. 결과적으로, 남성의 경우와 마찬가지로, 상관관계 계수가 모두 0.16 이하에서 유의하기 때문에 실질적으로는 상관도가 매우 약한 것을 확인할 수 있다.

그림 6과 그림 7은 각각 여성화자의 경우에서 Fo vs. jitter가 서로 유의하고 jitter vs. shimmer가 어떻게 유의한가를 잘 보여주고 있다. 그러나 그림 8의 상관도가 -0.16169이고 그림 9에서는 상관도가 0.12251이기 때문에 실질적인 의미에서는 매우 미약한 관계임을 보여주고 있다.

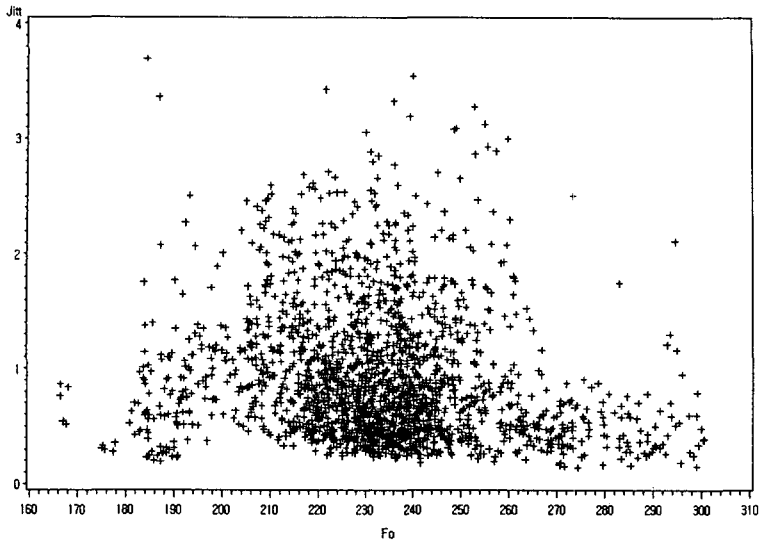


그림 6. 여성화자 50 명이 5 회 반복한 결과치: Fo vs. jitter

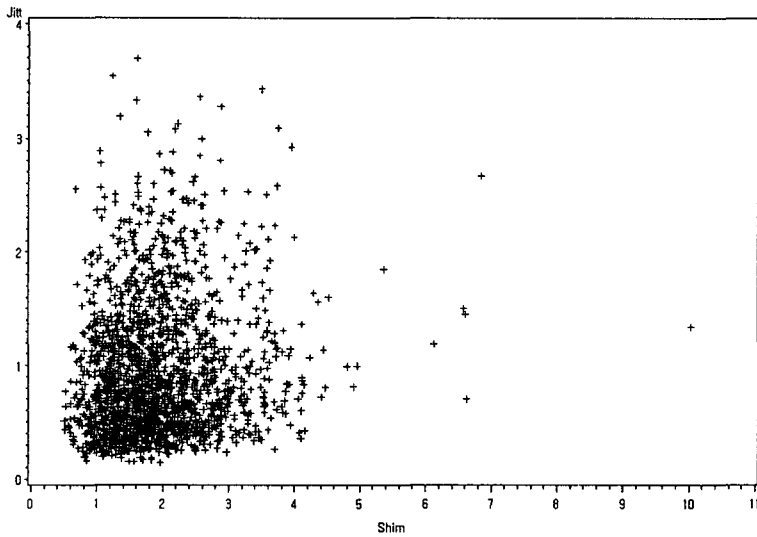


그림 7. 여성화자 50 명이 5 회 반복한 결과치: jitter vs. shimmer

표 5와 표 6에서는 남성화자 50 명과 여성화자 50 명간 분산분석(ANOVA)의 결과를 보여 주고 있다. 자유도(DF)는 Class A(사람별 50 명)와 Class B(모음별 8 개 모음)로 구성되어 있다. 4 개의 파라미터에 대하여 남녀간에 모두 통계적으로 유의미하나 여성화자의 NHR은 유의수준을 벗어나 있다.

표 5. 남성화자간 분산분석(ANOVA) 결과

	자유도	F value	Pr > F
Fo	56	59.96	<.0001
jitter	56	6.54	<.0001
shimmer	56	7.39	<.0001
NHR	56	2.27	<.0001

p <.0001

표 6. 여성화자간 분산분석(ANOVA) 결과

	자유도	F value	Pr > F
Fo	56	72.57	<.0001
jitter	56	5.61	<.0001
shimmer	56	6.08	<.0001
NHR	56	1.84	0.0006

p <.0001

남성화자 50 명이 8 개의 모음에 대하여 5 회 발화한 결과를 Duncan Grouping을 이용하여 각 모음별 기본주파수(Fo) 살펴보면 다음과 같다. (Jitter, Shimmer 및 NHR에 대한 Duncan Grouping은 부록 3-5 참조)

표 7. 남녀화자의 모음별 Fo 값 비교

남 성				여 성			
모음별	N	Mean	Duncan Grouping	모음별	N	Mean	Duncan Grouping
u	50	134.682	A	u	50	237.805	A
o	50	134.161	A	o	50	237.228	A
			A				A
e	50	132.640	B	e	50	236.854	A
			A				A
i	50	131.490	B	i	50	234.349	B
			A				A
i	50	130.606	B	i	50	232.041	B
			C				C
a	50	129.354	B	a	50	230.089	B
			C				C
ə	50	128.185	B	ə	50	228.068	D
			C				C
ε	50	124.931	C	ε	50	226.361	D
			D				D

개별 모음에 따른 성인 남녀의 Fo의 특징을 알아보기 위한 통계적 Grouping에 의하면, 남성의 경우에 /u, o, e, i/, /e, i, i, a/, /i, a, ə/, /ε/의 4 개의 Group으로 분류될 수 있으며 Group 안에 있는 모음들은 서로 다르다고 말할 수 있는 통계적인 근거가 없다고 할 수 있다. 여성의 경우에는 /u, o, e, i/, /i, ə/, /ə i/, /i, ε, a/의 4 개의 Group으로 분류될 수 있으며 이들 역시 Group 안에 있는 모음들은 서로 다르다고 말할 수 있는 통계적인 근거가 없다고 할 수 있다.

4. 요약 및 결어

정상성인을 대상으로 한 실험에서 얻어진 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다: 남성의 주요 음향파라미터 가운데 평균 Fo는 130.7 Hz (SD 17.8), jitter는 약 0.670% (SD 0.47), shimmer는 약 1.815% (SD 0.94), NHR은 0.12 (SD 0.02)이다. 이에 비하여 정상성인 여성의 평균 Fo는 221.8 Hz (SD 20.3), jitter는 0.9222% (SD 0.58), shimmer는 약 1.920% (SD 0.79), NHR은 약 0.11 (SD 0.04)이다. 또한 각 파라미터들 사이의 상관관계 계수에서는 남성과 여성의 경우에 공히 jitter vs. shimmer는 통계적으로 서로 유의하며 Fo vs. shimmer도 통계적으로 유의하게 나타난다. 하지만 남성의 경우에는 NHR vs. shimmer, NHR vs. Fo도 유의하게 나타나는 반면에 여성의 경우에는 이들이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타나고 있다. 하지만 남성의 경우에 통계적인 상관도가 0.23 이하에서 나타나서 상관도가 다소 미약하고 여성의 경우 0.16 이하에서 나타나기 때문에 각 파라미터간 상관도는 매우 미약한 것으로 볼 수 있다.

Fo, jitter, shimmer, NHR은 모두 성대의 진동에 관련된 대표적인 음향 파라미터들이다. 이 실험에서는 분석대상으로 삼은 음성 sample이 4,000 개(100 명×8 개 모음×5 회 발생)에 달하기 때문에 신뢰도는 매우 높다고 할 수 있다. 다만 연장 발화를 대상으로 한 실험에서 주의를 해야 하는 것은 실험자는 3 초 정도의 긴 지속시간을 발생하는 동안 진폭의 변이가 생기지 않도록 각별한 주의를 요해야 한다. 또한 녹음되는 활성창(active window)을 모니터링하면서 피험자들 사이에 생길 수 있는 음의 고저(loudness)도 통제를 하여야 믿을 만한 통계값을 구할 수 있는 것이다.

위에서 논의된 파라미터들은 성대진동의 안정성(stability) 여부를 가리는 척도로 사용될 수 있기 때문에 다양한 음성장애를 평가하는데 유용하다. 예를 들면, 성대의 폐쇄부전의 원인이 되는 용종(polyp)이나 성대결절(nodule)과 같은 문제가 있을 경우 특히 유용한 수단이 된다. 따라서 이 연구결과는 음성장애를 판정하는 기준값으로 유용하게 쓰일 수 있다.

참 고 문 헌

- 표화영, 심현섭, 송윤경, 윤영선, 이은경, 임성은, 하현령, 최홍식. 2002. "한국 성인의 정상음성에 관한 기본 음성 측정치 연구." *음성과학*, 9(2), 179-192.
- Awan, S. N. & M. L. Frenkel. 1994. "Improvements in estimating the harmonics-to-noise ratio of the voice." *Journal of Voice*, 8, 255-262.

- Ferrand, C. T. 2000. "Harmonics-to-noise ratios in prepubescent girls and boys." *Journal of Voice*, 14, 9-14.
- Ferrand, C. T. 2001. *Speech Science: An Integrated Approach to Theory and Clinical Practice*. Allyn and Bacon.
- Pyo, Hwa-Young & Hyun-Sub Sim. 2003. "Shimmer change according to frequency variation of Korean normal adults." *Speech Sciences*, 10(1), 143-150.
- Ryalls, J. & S. Behrens. 2000. *Introduction to Speech Science: From Basic Theories to Clinical Applications*. Allyn and Bacon.
- Titze, I. R. 1991. "A model for neurologic sources of aperiodicity in vocal fold vibration." *Journal of Speech Hearing Research*, 34, 460-472.
- Titze, I. R. 1994. "Toward standards in acoustic analysis of voice." *Journal of Voice*, 8(1), 1-7.
- Wilcox, Kim A. & Y. Horii. 1980. "Age and changes in vocal jitter." *Journal of Gerontology*, 35, 194-198.
- Yumoto, E., Y. Sasaki & H. Okamura. 1984. "Harmonics to noise ratio and psychophysical measurement of the degree of hoarseness." *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 2-6.

접수일자: 2003. 4. 12.

게재결정: 2003. 5. 15.

▲ 고도홍

강원도 춘천시 옥천동 1번지 (우: 200-702)

한림대학교 자연과학대학 언어청각학부

Tel: +82-33-248-2212, 254-1561

E-mail: dhko@hallym.ac.kr

Website: <http://www.hallym.ac.kr/~dhko>

부록 1. 정상 성인 남성 50 명이 5 회 발화한 MDVP 통계값

parameter	mean	SD	Pr > t
Fo (Hz)	130.6961670	17.7788160	< .0001
Fftr (Hz)	4.3331042	2.1608058	< .0001
Fatr (Hz)	3.4627643	1.5967399	< .0001
Tsam (sec.)	3.1992222	0.9426991	< .0001
Jita (US)	52.1053097	38.1641236	< .0001
Jitt (%)	0.6695925	0.4707000	< .0001
RAP (%)	0.3952100	0.2872445	< .0001
PPQ (%)	0.3948630	0.2841754	< .0001
sPPQ (%)	0.8155850	11.2963523	0.0013
vFo (%)	0.9665138	0.3802243	< .0001
ShdB (dB)	0.1598982	0.0944511	< .0001
Shim (%)	1.8150662	0.9401789	< .0001
APQ (%)	1.3992794	0.6547462	< .0001
sAPQ (%)	2.5027321	1.0525265	< .0001
vAm (%)	9.1689860	4.4489697	< .0001
NHR	0.1210847	0.0231875	< .0001
SPI	20.9634637	20.1714879	< .0001
FTRI (%)	0.2631557	0.2082328	< .0001
ATRI (%)	2.9535788	1.8163715	< .0001
SEG	105.1894737	15.6110314	< .0001
PER	410.0276243	57.9301758	< .0001

부록 2. 정상 성인 여성 50 명이 5 회 발화한 MDVP 통계값

Parameter	mean	SD	Pr > t
Fo (Hz)	221.8496161	20.3279592	< .0001
Fftr (Hz)	4.4889814	2.1512511	< .0001
Fatr (Hz)	3.6001191	1.6254669	< .0001
Tsam (sec.)	3.1769184	1.5078713	< .0001
Jita (US)	40.0882753	25.8953199	< .0001
Jitt (%)	0.9222395	0.5758905	< .0001
RAP (%)	0.5546995	0.3483463	< .0001
PPQ (%)	0.5366667	0.3311540	< .0001
sPPQ (%)	0.5998252	0.3056992	< .0001
vFo (%)	0.9966662	0.4706849	< .0001
ShdB (dB)	0.1710941	0.1045584	< .0001
Shim (%)	1.9198849	0.7873687	< .0001
APQ (%)	1.3441026	0.5195104	< .0001
sAPQ (%)	1.9584194	0.7214628	< .0001
vAm (%)	8.9239830	3.9518084	< .0001
NHR	0.1097543	0.1442350	< .0001
SPI	29.7892495	29.8242528	< .0001
FTRI (%)	0.2074824	0.2681869	< .0001
ATRI (%)	3.4242129	8.8647932	< .0001
SEG	104.8398187	31.6257428	< .0001
PER	723.3062249	76.5460085	< .0001

부록 3. 남녀화자의 모음별 Jitter 값 비교

남 성				여 성			
모음별	N	Mean	Duncan Grouping	모음별	N	Mean	Duncan Grouping
u	50	0.97872	A	u	50	1.04530	A
			A				A
o	50	0.93629	A	o	50	1.01099	A
							A
e	50	0.68170	B	e	50	1.00477	A
			B				A
i	50	0.63377	C B	i	50	0.97434	A
			C B				A
i	50	0.61441	C B D	ə	50	0.93775	B A
			C D				B A
a	50	0.50995	C D	i	50	0.92242	B A
			C D				B
ə	50	0.50787	C D	ε	50	0.81036	B C
			D				C
ε	50	0.49528	D	α	50	0.66456	C

부록 4. 남녀화자의 모음별 Shimmer 값 비교

남 성				여 성			
모음별	N	Mean	Duncan Grouping	모음별	N	Mean	Duncan Grouping
u	50	2.2804	A	u	50	2.6371	A
			A				
o	50	2.2481	B A	o	50	2.1437	B
			B				B
e	50	2.0125	B C	e	50	2.0870	B
			C				B
i	50	1.9167	D C	i	50	1.9717	B
			D				B
i	50	1.7069	D E	ə	50	1.9264	B
			E				B
a	50	1.6065	E	i	50	1.7144	C
			E				C
ə	50	1.6060	E	ε	50	1.5143	D C
							D
ε	50	1.1584	F	α	50	1.3698	D

부록 5. 남녀화자의 모음별 NHR 값 비교

남 성				여 성			
모음별	N	Mean	Duncan Grouping	모음별	N	Mean	Duncan Grouping
u	50	0.129800	A	u	50	0.112792	A
o	50	0.122588	B	o	50	0.110024	B A
e	50	0.121255	B	e	50	0.107608	B A C
i	50	0.121220	B	i	50	0.107284	B A C
i	50	0.120592	B	ə	50	0.106112	B A C
a	50	0.118216	B	i	50	0.104409	B C
ə	50	0.117928	B	ɛ	50	0.103620	B C
ɛ	50	0.117319	B	ɑ	50	0.100729	C