

성별에 따른 한국 정상 성인 음성의 음향학적 평가 기준치

Acoustic Characteristics of the Voices of Korean Normal Adults by Gender on MDVP

김 재 옥¹⁾
Kim, Jaecock

ABSTRACT

The purpose of the study is to develop the normal voice database and to analyze the acoustic characteristics of Korean adults' voices by gender using MDVP. Eight categories in the 34 parameters of MDVP were analyzed in the voices of 170 Korean normal adults taken from /a/ vowel. Among them, Fundamental Frequency Parameters and Frequency Perturbation Parameters were significantly different by gender. In addition, Fundamental Frequency Parameters of our data were remarkably different from the data suggested in the MDVP program which currently used in clinics. Therefore, the data obtained from the current study can be effectively used for the diagnosis of voice disorders of Korean adults as the standard parameter values of MDVP.

Keywords: Multi-Dimensional Voice Program, acoustic characteristics, Korean normal adults, voice

1. 서 론

음성남용 및 오용과 관련된 기능적 음성장애와 성대 메카니즘의 변화나 각종 질병과 관련된 기질적 음성장애를 경험하는 인구는 전체인구 중 약 10%를 차지한다[1]. 그 외에도 신경학적 질환과 관련하여 전체 인구의 약 1% 이상이 정상 음성산출의 어려움을 경험한다[2]-[3]. 일반적으로 이들의 음성장애는 심각한 정도에까지 이르지 않으면, 중재없이 그냥 간과하고 지나쳐 버리는 경향이 있다. 그러나 이러한 음성산출의 문제가 지속될 경우 심각한 정도의 의사소통장애에까지 이를 수 있고, 일상생활을 유지하는데 어려움을 겪을 뿐만 아니라 삶의 질 또한 저하될 수 있다. 또한 최근에는 ‘목소리 성형’이라는 말이 자주 언급될 정도로 목소리에 대한 일반인들의 관심이 증가되고 있어 일상 속에서의 음성에 대한 중요성이 점차 부각되고 있다.

이렇게 다양한 음성장애 또는 더 나은 음성을 갖고자 하는 사람들의 음성문제를 중재하기 위해서는 우선 음성장애에 대한 정확한 진단이 요구된다. 다양한 음성장애의 원인 및 상태를 정확하게 진단하는 것은 이에 맞는 적절한 치료 및 재활을 시행할 수 있는 가장 밑바탕이 되므로 음성장애를 다루는데 있어 가장 중요한 부분이기도 하다.

음성장애를 진단하고 평가하는 일반적인 방법으로는 음향학적 검사, 공기역학적 검사, 전기성분파형검사, 후두스트로보스코피 등을 이용한 후두내시경 등이 있다. 이들 중 음향학적 검사는 컴퓨터 소프트웨어 프로그램을 이용한 비침습적 방법으로 음질을 간단한 방법으로 분석할 수 있다. 현재 상용화되고 있는 음향학적 분석 프로그램으로는 Multi-Dimensional Voice Program™ (MDVP)[4], Dr. Speech[5], PRAAT[6], CSpeech[7] 등이 있으며, 이 중에서도 국내에서는 음질을 다차원적으로 분석하여 병적 음성의 특성뿐 아니라 정상 음성의 특질을 파악하는데 용이하며 분석한 결과를 그림으로 나타내어 피드백의 기능도 하는 MDVP가 많이 사용되고 있다[8].

MDVP를 포함한 음향학적 검사는 양적인 수치를 평가하기 때문에 음성의 정상과 비정상에 대한 기준을 제시할 수 있는 기준 수치가 필요하다. MDVP나 다른 프로그램에서 기준치로 제시하고 있는 음향학적 기준 수치는 대부분의 경우 소수 외국의 다른 인종의 음성 자료를 이용한 것으로 이 자료들을 국내

1) 강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공
연세대학교 의과대학 음성언어의학연구소
jaecock@gmail.com, 교신저자

“이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(KRF-2007-355-E00012)

접수일자: 2009년 6월 2일
수정일자: 2009년 8월 20일
게재결정: 2009년 10월 11일

의 임상이나 연구에 사용한다면 한국인과 다른 인종간의 호흡, 발성 및 조음 기관의 구조적·기능적인 차이에서 발생할 수 있는 음향학적 차이를 무시하게 된다. 선행 연구들에 의하면, 인종이나 문화적 차이에 따라 발화기본주파수, 스펙트럼 분석 결과 또는 공기역학적 특성들이 다르다고 보고되고 있다[9],[10]. 따라서 국내에서 MDVP와 기타 음향학적 분석 프로그램을 사용하기 위해서는 한국인에 맞는 정상 기준치를 마련할 필요가 있다.

국내의 음향학적 분석 프로그램을 이용한 선행 연구들을 살펴보면, 한국인의 정상 음성에 대한 음향학적 기준 자료의 부재로 인해 적은 수의 음성데이터를 필요시마다 수집하여 분석하거나 일부의 분석 결과만을 제시하고 있다[11]-[15]. 가령, 20대, 50대와 70대 남녀의 음향음성학적 특성을 비교한 이효진·김수진[14]의 연구에서는 남녀 각 20명씩을 대상으로 기본주파수, Jitter, Shimmer 및 NHR만을 분석하였으며, 표화영 등[15]의 연구에서는 한국인 정상 성인 남자 60명과 여자 60명의 음성을 MDVP로 분석하여 기본 음성 측정치를 산출하고자 하였으나, 기본 주파수, Jitter, Shimmer 및 NHR만을 제시하여 MDVP에서 분석하고 있는 다른 변수들에 대한 기준치를 제시하지는 못했다.

이로 인해 각 임상이나 연구마다 같은 음향학적 분석 프로그램을 사용한다 하더라도 객관적이고 공통적인 기준이 되는 정상 수치를 사용하지 못하고 각기 다른 기준들에 근거하여 음성 장애를 평가하고 있다. 또한 과거에는 MDVP에서 분석할 수 있는 변수들이 소수였으나, 최근 음성공학의 발달로 MDVP에서 분석가능한 변수들의 범위가 증가하여 현재는 34개의 변수들을 분석할 수 있어 음성을 보다 정교하게 음향학적으로 분석할 수 있다. 그리고 어떤 대상자의 음성에서 분석된 변수들이 정상 기준치와 함께 도식으로 나타나 그 대상자의 음성이 어느 영역에서 문제가 있는지를 한 눈에 파악할 수 있으므로 흔히 사용되는 일부의 변수들만을 제시하는 것으로는 이러한 도식을 나타낼 수 없다. 따라서 국내의 실정에 맞는 한국인의 정상 음성에 대한 음향학적 기준치를 여러 다양한 변수들에 맞추어 마련할 필요가 있다.

이에 본 연구는 MDVP를 이용하여 한국 정상 성인 음성의 성별에 따른 객관적인 음향학적 데이터베이스를 구축하고 선행 연구들에서 제시하지 못한 여러 음향학적 수치들을 제시함으로써 한국 정상 성인 음성의 성별에 따른 음향학적 평가 기준치를 마련하고자 한다. 또한 선행 연구들에서 제시한 수치들과 본 연구의 수치들을 비교함으로써 본 연구에서 얻어진 음향학적 평가 기준치에 대한 타당성을 알아보하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

만 18세에서 45세까지의 한국 정상 성인으로 음성을 전문적

으로 사용하지 않고, 과거력 상 호흡기질환, 신경계질환, 갑상선질환 및 후두질환의 병력이 없으며, 조음기관의 구조적·기능적 이상이 없고, 정상 청력을 지녔으며, 데이터 수집일을 기준으로 최근 2주 동안 호흡기질환을 경험한 적이 없는 사람을 대상으로 하였다. 이들 중 자발화를 산출하는 동안 임상경력이 3년 이상인 언어치료사 2인이 GRBAS 척도[16]를 이용한 청지각적 음성평가를 시행하여 G 척도가 0으로 음질의 문제가 없고 후두스트로보스코피 소견 상 후두 구조가 정상인 사람만을 포함시켰다.

본 연구에 포함된 정상 성인 대상자의 연령범위를 만 18-45세로 제한한 이유는 만 18세부터 성인으로 간주되며, 이르면 만 45세부터 폐경기에 이르기 시작하기 때문이다[17],[18]. 선행 연구에 의하면, 여자의 경우 폐경과 관련된 호르몬의 변화로 음성의 기본주파수가 현저하게 낮아진다고 한다[17],[18]. 또한 남자와 여자 모두에서 만 50세 정도부터 평균 발화기본주파수가 유의미하게 변화한다고 하였다[18],[19]. 이에 본 연구에서는 만 18-45세로 대상자를 제한하였으며, 특히 여자의 경우에는 폐경에 이르지 않은 사람만을 대상으로 하였다.

본 연구에 참여하고자 한 총인원은 남자 80명과 여자 123명이었으며, 이 중 남자 10명과 여자 23명은 G 척도가 1 이상이거나 후두내시경 상 후두 구조의 이상소견이 관찰되어 본 연구에서 제외되었다. 그 결과 본 연구에 참여한 대상자는 남자 70명과 여자 100명이었다. 대상자의 연령 분포는 18-45세($M \pm SD = 26.31 \pm 6.26$)로, 남자의 평균연령은 27.74세($SD = 7.49$), 여자의 평균연령은 25.30($SD = 5.04$)이었으며, 남자와 여자의 평균연령은 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

2.2 연구 절차

대상자들은 강남세브란스병원 이비인후과 음성클리닉을 방문하여 소음이 통제된 방에서 편안한 자세로 앉은 다음, 자연스러운 음성을 산출할 수 있도록 자신의 이름과 주소를 말한 후, 숨을 들이마시고 그 음도와 음의 강도로 편안하게 /a/ 모음을 5초간 연장 발성하고, 이를 3회 반복 실시하였다. 산출된 음성은 대상자의 입으로부터 10 cm 떨어진 위치에서 90도 각도로 고정된 단일방향성 다이내믹 유형의 마이크(Shure SM58, Shure Inc., USA)를 통해 pre-amplification 시스템(Creative SB Audigy2 ZS)을 거쳐 Multi-Speech의 MDVP advanced(Model 5105, Kay Elemetrics, USA) 프로그램에 녹음되었다. 녹음의 샘플링 속도(sampling rate)는 44,100 Hz이며, 양자화(quantization)는 16 bit로 하였다.

2.3 분석 방법

MDVP를 이용한 음향학적 분석은 MDVP 매뉴얼에 따라 각 대상자의 5초간 연장 발성된 /a/ 모음 중 안정된 중간 3초 구간을 분석하였다. 음향학적 측면 중 음질에 대한 분석은 MDVP

advanced(Model 5105)를 이용하여 이루어졌다. /a/ 연장모음 발생 시 MDVP advanced 프로그램이 자체적으로 분석하는 34개의 변수를 분석하였으며, 이들은 8개의 카테고리로 구분된다 [8],[20]. 각각 카테고리별 변수들의 항목은 다음과 같고, 각 변수에 대한 설명은 <부록1>에 제시하였다.

- (1) 기본주파수 정보 관련 측정치(Fundamental Frequency Parameters): Average Fundamental Frequency(Fo), Mean Fundamental Frequency(MFo), Average Pitch Period(To), Highest Fundamental Frequency(Fhi), Lowest Fundamental Frequency(Flo), Standard Deviation of F0(STD), Phonatory F0-range in Semi-tones(PFR), Length of Analyzed Sample(Tsam), Number of Segments Computed(SEG), Total Number Detected Pitch Periods(PER)
- (2) 기본주파수 변이 관련 변수(Frequency Perturbation Parameters): Absolute Jitter(Jita), Jitter Percent(Jitt), Relative Average Perturbation(RAP), Pitch Perturbation Quotient(PPQ), Smoothed Pitch Perturbation Quotient(sPPQ), Fundamental Frequency Variation(vFo)
- (3) 음성 강도 변이 관련 변수(Amplitude Perturbation Parameters): Shimmer in dB(ShdB), Shimmer percent(Shim), Amplitude Perturbation Quotient(APQ), Smoothed Amplitude Perturbation Quotient(sAPQ), Peak-to-Peak Amplitude Variation(vAm)
- (4) 진전 관련 변수(Tremor Parameters): Fo-tremor Frequency(Fftr), Amplitude Tremor Frequency(Fatr), F0-tremor Intensity Index (FTRI), Amplitude Tremor Intensity Index(ATRI)
- (5) 음성 불규칙성 관련 변수(Voice Irregularity Parameters): Degree of Voiceless(DUV), Number of Unvoiced Segments (NUV)
- (6) 음성 일탈 관련 변수(Voice Break Related Parameters): Degree of Voice Breaks(DVB), Number of Voice Breaks(NVB)
- (7) Sub-Harmonics 분석 변수(Sub-Harmonics Analysis Parameters): Degree of Sub-Harmonics(DSH), Number of Sub-Harmonic Segments(NSH)
- (8) 잡음 관련 변수(Noise Parameters): Noise to Harmonic Ratio (NHR), Voice Turbulence Index(VTI), Soft Phonation Index (SPI).

2.4 통계 기법

수집된 자료의 통계분석은 SPSS 12.0™ 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 처리하였다. 음성분석의 신뢰도는 검사-재검사 신뢰도로 평가되었다. 검사-재검사 신뢰도는 전체 대상자의 15%에 해당하는 대상자 25명의 3회 반복된 /a/ 모음에서 산출된 MDVP 변수들의 평균값과 1차 음성녹음 후 휴식을 취한 1시간 후에 추가로 3회 반복 실시한 /a/ 모음의 MDVP 변수들의 평균값을 Pearson r correlation을 통한 상관계수로 산출하였다. 이들 중 세 개의 변수(Tsam, SEG, PER)는 음향학적 분석에 사용된 샘플의 길이를 나타내므로 성별 비교에서 제외시켰고, 음성 불규칙성 관련 변수(DUV, NUV), 음성 일탈 관련 변수(DVB, NVB), Sub-Harmonics 분석 변수(DSH, NSH)는 대부분

의 값이 0으로 분석되어 Pearson r correlation을 실시하지 않았다.

또한 기술통계를 이용하여 MDVP로 분석한 34개 음향학적 변수들의 성별 평균과 표준편차를 산출하였으며, 성별에 따른 각 변수들의 차이는 독립표본 t 검정(independent samples t-test)으로 분석하였다.

3. 연구 결과

3.1. 검사-재검사 신뢰도

검사-재검사 신뢰도를 산출한 결과, 기본주파수 관련변수들, 기본주파수 변이 관련 변수들, 음성강도 변이 관련 변수들 및 잡음 관련 변수들은 모두 통계적으로 유의미하게 신뢰도가 높았다(0.80 ≤ r ≤ 1.00). 단, 음성강도 변이 관련 변수들 중 vAm의 신뢰도 계수는 0.47, 잡음 관련 변수들 중 VTI의 신뢰도 계수는 0.55로 중간 정도의 신뢰도를 보였다. 진전 관련 변수들은 모두 중간 이하의 낮은 신뢰도를 보였는데, Fftr과 Fatr의 신뢰도 계수는 각 0.28과 0.26으로 통계적으로 유의미하지 않았으며, FTRI와 ATRI는 통계적으로는 유의미하나 신뢰도 계수가 각 0.38과 0.46으로 중간 정도의 신뢰도를 보였다.

3.2. 성별에 따른 음향학적 분석

/a/ 모음 연장 발생에서 분석된 34개 음향학적 변수들의 성별에 따른 평균과 표준편차 및 성별에 따른 차이는 <표1>에 제시하였다.

기본주파수 관련 변수들은 모두 성별에 따른 차이를 보였다. Fo는 남자에서의 범위가 86.52~225.08 Hz와 평균이 117.81 Hz였고, 여자에서는 177.84~287.25 Hz와 평균이 219.80 Hz로 여자가 남자에 비해 유의미하게 높았다(p < 0.001). 다른 기본주파수 관련 변수들은 To를 제외하고 모든 변수들(MFo, Fhi, Flo, STD, PFR)에서 여자가 남자에 비해 유의미하게 높았다. To는 남자의 범위가 4.44~11.56s, 평균이 8.668s였으며, 여자의 범위는 3.49~5.63s, 평균이 4.58s로 남자가 유의미하게 높았다.

표 1. MDVP 상에서의 음향학적 변수들의 성별에 따른 차이
Table 2. Differences in acoustic parameters on the MDVP by gender

변수	남자 (N=70)		여자 (N=100)		t	p
	M	SD	M	SD		
기본주파수 관련 변수						
Fo	117.808	18.914	219.795	17.896	-35.721	<0.001*
MFo	117.798	18.910	219.772	17.894	-35.722	<0.001*
To	8.668	1.176	4.580	0.358	32.705	<0.001*
Fhi	121.251	20.097	228.824	19.833	-34.614	<0.001*
Flo	114.139	17.896	211.715	17.552	-35.386	<0.001*
STD	1.068	0.388	2.061	0.793	-9.692	<0.001*
PFR	2.055	0.624	2.302	0.876	-2.146	0.033*

기본주파수 변이 관련 변수						
Jita	49.860	24.991	37.409	20.423	3.565	<0.001*
Jitt	0.583	0.300	0.816	0.444	-4.081	<0.001*
RAP	0.338	0.188	0.494	0.271	-4.428	<0.001*
PPQ	0.341	0.172	0.474	0.257	-4.058	<0.001*
sPPQ	0.572	0.167	0.572	0.232	0.003	0.997
vFo	0.903	0.242	0.936	0.347	-0.738	0.461
음성 강도 변이 관련 변수						
ShdB	0.237	0.067	0.264	0.083	-2.322	0.021*
Shim	2.719	0.774	2.973	0.803	-2.055	0.041*
APQ	2.123	0.574	2.061	0.523	0.726	0.469
sAPQ	3.371	0.921	3.115	0.641	2.015	0.046*
vAm	8.624	2.742	9.322	3.087	-1.519	0.131
진전 관련 변수						
Fftr	3.991	1.591	4.206	1.595	-0.840	0.402
Fatr	4.317	1.823	3.706	1.244	2.193	0.031*
FTRI	0.291	0.106	0.223	0.099	4.165	0.001*
ATRI	3.183	1.192	3.186	1.696	-0.013	0.990
음성 불규칙성 관련 변수						
DUV	0.017	0.081	<0.001	<0.001	1.722	0.089
NUV	0.017	0.081	<0.001	<0.001	1.721	0.090
음성 일탈 관련 변수						
DVB	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-
NVB	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-
Sub-Harmonics 분석 변수						
DSH	<0.001	<0.001	0.523	2.277	-2.299	0.024*
NSH	<0.001	<0.001	0.522	2.276	-2.291	0.024*
잡음 관련 변수						
NHR	0.131	0.021	0.122	0.016	2.940	0.004*
VTI	0.043	0.017	0.080	0.367	-0.842	0.401
SPI	14.298	8.736	11.003	5.294	2.814	0.006*

*p < 0.05; 기존의 MDPV의 기준치가 소수점 3자리까지 제시하고 있던 본 연구의 표에 제시된 수치들도 소수점 3자리까지 제시하였음.

기본주파수 변이 관련 변수들 중에서는 sPPQ와 vFo를 제외하고 모든 변수들이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. Jita는 남자에서의 범위가 21.14~141.26 μ s, 평균이 49.86 μ s였고, 여자에서의 범위는 8.278~98.62 μ s, 평균이 37.41 μ s로 남자가 여자보다 유의미하게 높았다. Jitt는 남자에서의 범위가 0.23~1.66%, 평균이 0.58%로 여자의 범위인 0.19~2.22%와 평균 0.82%에 비해 유의미하게 낮았고, RAP는 남자에서의 범위가 0.11~1.01%, 평균이 0.34%였고 여자에서의 범위는 0.11~1.35%, 평균이 0.49%로 여자가 남자보다 유의미하게 높았으며, PPQ는 남자에서의 범위가 0.14%~0.95%, 평균이 0.34%, 여자에서의 범위가 0.11~1.28%, 평균이 0.47%로 여자가 남자보다 유의미하게 높았다.

음성 강도 변이 관련 변수들은 APQ와 vAm을 제외하고 모든 변수에서 성별에 따른 차이를 보였다. ShdB와 Shim은 여자가 남자보다 유의미하게 높았다. ShdB는 남자에서의 범위가 0~0.37dB와 평균이 0.24dB였으며, 여자에서의 범위는 0.11~0.71dB와 평균이 0.26dB였다. Shim은 남자의 범위가 1.15~4.24%, 평균이 2.72%, 여자의 범위가 1.29~5.06%, 평균이 2.97%였다. 그러나 sAPQ는 남자의 범위가 1.11~5.71%, 평균이

3.37%였으며, 여자의 범위는 1.75~5.49%, 평균 3.12%로 남자가 여자보다 유의미하게 높았다.

진전 관련 변수들 중에서는 Fatr과 FTRI 모두 남자가 여자보다 유의미하게 높은 수치를 보였는데, Fatr은 남자에서 범위가 2.07~9.52Hz, 평균이 4.32Hz였으며, 여자에서 범위가 2.87~9.91Hz, 평균이 3.71Hz였으며, FTRI는 남자에서 범위가 0.08~0.63Hz, 평균이 0.29Hz였고, 여자에서 범위가 0.06~0.55Hz, 평균이 0.22Hz였다. 그러나 Fftr과 ATRI는 성별에 따른 차이가 나타나지 않았다.

음성 불규칙성 관련 변수들은 성별에 따라 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다.

Sub-Harmonics 분석 변수들은 모두 여자가 남자보다 유의미하게 높았다. 남자의 경우 DSH와 NSH는 대상자 70명 모두 0이었으며, 여자는 DSH의 범위가 0~20.67%, 평균이 0.52%였으며, NSH는 범위가 0~20.67, 평균이 0.52였다. 100명의 여자대상자 중 26명이 DSH와 NSH에서 0보다 큰 값을 산출하였다.

잡음 관련 변수들에서는 VTI를 제외하고 NHR과 SPI가 성별에 따른 차이를 보였다. NHR은 남자에서 범위가 0.06~0.18, 평균이 0.13이었고, 여자에서는 범위가 0.07~0.16, 평균이 0.12로 남자가 여자보다 유의미하게 높았다. SPI도 남자의 범위가 1.21~46.87, 평균이 14.30이었으며, 여자의 범위가 2.12~29.83, 평균이 11.00으로 남자가 여자보다 유의미하게 높았다.

4. 논의 및 결론

본 연구는 한국 정상 성인에서 산출된 음성의 음질을 음향학적으로 분석하여 객관적인 음향학적 데이터베이스를 구축하기 위해 실시된 것으로, 음성장애의 진단 및 평가로 국내에서 많이 사용되고 있는 MDVP를 이용하여 산출될 수 있는 모든 변수들의 성별에 따른 평균과 표준편차를 제시하고, 이들의 성별에 따른 차이를 살펴보았으며, 이를 통해 한국 정상 성인 음성의 음향학적 평가에 사용될 기준치를 제시하고자 하였다.

본 연구에서 170명의 한국 정상 성인(남자 70명, 여자 100명)을 대상으로 /a/ 모음을 5초 동안 연장발성하게 한 후 녹음된 음성의 안정된 중간 3초 구간을 분석하여 MDVP에서 산출될 수 있는 8개의 카테고리 내 34개의 음향학적 변수들을 분석하였다.

우선, 검사-재검사 신뢰도를 살펴보면, 대부분의 기본주파수 관련 변수들이 0.90 이상의 높은 신뢰도를 보였고, 기본주파수 변이 관련 변수들, 음성 강도 변이 관련 변수들 및 잡음 관련 변수들은 0.55~0.89 사이의 중간에서 높은 신뢰도를 보였으며, 진전 관련 변수들은 0.46 이하의 낮은 신뢰도를 보였다. 이는 148명의 정상 성인 음성을 29개의 MDVP 변수들로 분석한 Gonzalez 등[21]의 검사-재검사 신뢰도 결과와 일치한다.

그리고 본 연구에서 산출된 34개 MDVP 변수들의 성별에 따른 차이를 살펴보면, 이미 알려진 바와 같이 남자와 여자의 호

표 2. 본 연구와 선행연구에서 산출된 정상 성인 남자의 MDVP 상에서의 음향학적 변수들의 평균값
 Table 2. Normative mean data for acoustic parameters on the MDVP for adult males.

변수	단위	(1)	(2)	(3)				(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
				백인	흑인	인디언	중국인						
n		70	21	5	5	5	5	20	36	150	74	20	60
기본주파수 관련 변수													
Fo	Hz	117.81	145.22	128.31	127.56	137.60	154.21	145	122	-	120	118.10	124.13
MFo	Hz	117.80	141.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
To	ms	8.67	7.06	8.20	8.37	7.28	6.60	-	-	-	-	-	-
Fhi	Hz	121.25	150.08	132.92	133.11	143.58	159.43	-	128	-	125	-	-
Flo	Hz	114.14	140.42	115.55	119.97	131.43	1149.86	-	117	-	114	-	-
STD	Hz	1.07	1.35	1.94	1.42	1.65	1.34	1.35	1.4	1.87	1.35	-	-
PFR		2.06	2.10	3.40	2.67	2.57	2.27	2.10	2.5	-	2.48	-	-
기본주파수 변이 관련 변수													
Jita	μs	49.86	41.66	77.68	30.55	45.05	37.31	42	69	71	58	-	-
Jitt	%	0.58	0.59	0.98	2.09	0.62	0.57	0.59	0.81	0.9	0.68	0.46	0.68
RAP	%	0.34	0.35	0.58	0.23	0.35	0.33	0.35	0.48	0.52	0.39	-	-
PPQ	%	0.34	0.34	0.57	0.23	0.35	0.32	0.34	0.48	0.51	0.4	-	-
sPPQ	%	0.57	0.56	0.81	0.56	0.76	0.57	0.56	0.72	-	0.68	-	-
vFo	%	0.90	0.94	1.53	1.07	1.21	0.89	0.94	1.17	1.43	1.12	-	-
음성 강도 변이 관련 변수													
ShdB	dB	0.24	0.22	0.12	0.08	0.11	0.13	0.22	0.31	0.22	0.33	-	-
Shim	%	2.72	2.52	1.33	0.84	1.27	1.47	2.52	3.6	2.45	3.82	2.67	3.77
APQ	%	2.12	1.99	1.05	0.65	0.93	0.99	1.99	2.3	2.07	3.06	-	-
sAPQ	%	3.37	3.06	1.86	1.24	1.72	1.47	-	4.6	-	4.87	-	-
vAm	%	8.62	7.71	4.76	4.85	4.33	2.32	-	13.8	11.1	12.38	-	-
진전 관련 변수													
Fftr	Hz	3.99	3.66	6.10	2.73	2.44	3.17	-	-	-	-	-	-
Fatr	Hz	4.32	2.73	3.03	3.99	2.87	1.53	-	-	-	2.72	-	-
FTRI	%	0.29	0.31	0.44	0.33	0.50	0.20	-	0.4	-	0.39	-	-
ATRI	%	3.18	2.13	1.67	0.90	1.71	1.10	-	4	-	3.98	-	-
음성 불규칙성 관련 변수													
DUV	%	0.02	0.20	0.48	0.08	1.50	0	-	8.6	-	0.56	-	-
NUV		0.02	0.20	0.80	0.13	3.14	0	-	8.3	-	-	-	-
음성 일탈 관련 변수													
DVB	%	0.00	0.20	0	0	0	0	-	3.79	-	-	-	-
NVB		0.00	0.20	0	0	0	0	-	1	-	-	-	-
Sub-Harmonics 분석 변수													
DSH	%	0.00	0.20	0.05	0	0	1.69	-	7.53	-	0.07	-	-
NSH		0.00	0.20	0.07	0	0	1	-	7	-	0.06	-	-
잡음 관련 변수													
NHR		0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.14	0.13	0.15
VTI		0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05	-	-
SPI		14.30	6.77	18.28	18.09	22.62	21.07	6.77	18.8		8.78	-	-

출처: (1) 본 연구, (2) Kay Elemetrics의 MDVP(Model 5105), (3) Andrianopoulos 등(2001), (4) Xue, Deliyski(2000), (5) Van Lierde 등(1996), (6) Putzer(2001), (7) Gonzalez 등(2002), (8) 이효진, 김수진(2006), (9) 표화영 등(2002)

표 3. 본 연구와 선행연구에서 산출된 정상 성인 여자의 MDVP 상에서의 음향학적 변수들의 평균값
 Table 3. Normative mean data for acoustic parameters extracted by the MDVP for adult females

변수	단위	(1)	(2)	(3)				(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
				백인	흑인	인디언	중국인						
n		100	21	5	5	5	5	20	36	150	74	20	60
기본주파수 관련 변수													
F0	Hz	219.80	243.97	236.46	227.99	251.64	266.73	-	212	-	200	211.60	207.6
MF0	Hz	219.77	241.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T0	ms	4.58	4.15	4.334	4.39	4.04	3.92	-	-	-	-	-	-
Fhi	Hz	228.82	252.72	241.64	235.08	265.25	280.94	-	-	-	213	-	-
Flo	Hz	211.76	234.86	225.94	216.30	336.69	253.01	-	-	-	186	-	-
STD	Hz	2.06	2.72	2.14	2.34	3.06	3.06	-	2.6	3.73	3.34	-	-
PFR		2.30	2.25	2.07	2.47	2.80	2.53	-	-	-	3.42	-	-
기본주파수 변이 관련 변수													
Jita	μs	37.41	26.93	20.04	21.35	33.37	32.03	-	50	58	48.61	-	-
Jitt	%	0.82	0.63	0.40	1.09	0.88	0.84	-	1.04	1.32	0.94	0.93	1.44
RAP	%	0.49	0.38	0.25	0.29	0.53	0.52	-	0.62	0.80	0.57	-	-
PPQ	%	0.47	0.37	0.23	0.27	0.52	0.47	-	0.57	0.76	0.55	-	-
sPPQ	%	0.57	0.53	0.34	0.46	0.62	0.58	-	0.72	-	0.75	-	-
vF0	%	0.94	1.15	0.49	1.04	1.19	1.13	-	1.25	1.61	1.73	-	-
음성 강도 변이 관련 변수													
ShdB	dB	0.26	0.18	0.17	0.09	0.11	0.19	-	0.3	0.24	0.34	-	-
Shim	%	2.97	2.00	1.97	0.99	1.26	2.19	-	3.4	2.73	3.89	2.58	4.62
APQ	%	2.06	1.40	1.35	0.66	0.87	1.46	-	2.3	1.91	2.87	-	-
sAPQ	%	3.12	2.37	1.98	1.11	1.41	2.35	-	3.6	3.63	5.13	-	-
vAm	%	9.32	10.74	5.92	4.10	5.68	9.08	-	11.3	14.46	15.83	-	-
진전 관련 변수													
Fftr	Hz	4.27	3.08	2.96	2.18	2.08	2.08	-	-	-	-	-	-
Fatr	Hz	3.71	2.38	2.98	2.95	0.59	0.13	-	-	-	2.81	-	-
FTRI	%	0.22	0.30	0.27	0.33	0.26	0.27	-	-	-	0.51	-	-
ATRI	%	3.19	2.66	1.84	1.17	2.11	1.94	-	-	-	5.04	-	-
음성 불규칙성 관련 변수													
DUV	%	0.00	0.20	0	0	2.60	0	-	-	-	0.1	-	-
NUV		0.00	0.20	0	0	3.93	0	-	-	-	0.09	-	-
음성 일탈 관련 변수													
DVB	%	0.00	0.20	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
NVB		0.00	0.20	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Sub-Harmonics 분석 변수													
DSH	%	0.52	0.20	0.10	0	0	0.42	-	-	-	1.01	-	-
NSH		0.52	0.20	0.07	0	0	0.53	-	-	-	0.94	-	-
잡음 관련 변수													
NHR		0.12	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11	-	0.12	0.11	0.13	0.11	0.14
VTI		0.08	0.05	0.03	0.02	0.03	0.03	-	0.04	0.04	0.05	-	-
SPI		11.00	7.53	19.01	12.50	17.40	17.30	-	16.4	-	8.36	-	-

출처: (1) 본 연구, (2) Kay Elemetrics의 MDVP(Model 5105), (3) Andrianopoulos 등(2001), (4) Xue, Deliyski(2000), (5) Van Lierde 등(1996), (6) Putzer(2001), (7) Gonzalez 등(2002), (8) 이효진, 김수진(2006), (9) 표화영 등(2002).

르몬과 관련된 성대의 길이와 두께 및 질량의 차이로 인해 기본주파수 관련 변수들이 여자가 남자보다 모든 변수에서 유의미하게 높았다[22]. 기본주파수 변이 관련 변수에서는 Jita의 수치는 주파수가 높을수록 낮아지는 경향이 있으므로 기본주파수가 높은 여자의 Jita가 남자보다 낮았다. Jita를 제외하고 Jitt나 RAP와 PPQ 값은 여자에서 유의미하게 높았으나 sPPQ는 남자와 여자간의 차이가 없었는데, 이는 RAP와 PPQ는 짧은 기간 동안의 주파수의 변이상태를 설명하는 반면, sPPQ는 긴 기간 동안의 주파수 변이를 설명하는 것으로 짧은 기간 동안의 주파수 변이는 여자들의 경우 더 크지만 분석하는 기간이 길어질 경우에는 남자와 여자의 주파수 변이간의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

음성강도 변이 관련 변수에서는 ShdB와 Shim 값이 여자에서 유의미하게 더 높아 단기간의 음성강도 변이도 여자가 상대적으로 높지만 sAPQ와 같이 긴 기간 동안의 음성 강도의 변이는 남자가 더 높았다. 그러나, 남자와 여자 모두 정상 음성을 산출하는 대상자들로 구성되어 있어 기식성 음성이나 애성일 경우 수치가 증가하는 APQ의 차이는 보이지 않았다.

진전 관련 변수에서는 Fatt과 FTRI이 남자가 여자에 비해 유의미하게 높아 음성강도의 진전과 기본주파수의 진전이 나타나는 비율이 남자가 더 높았다.

Sub-Harmonics 분석 변수인 DSH와 NSH는 남자는 두 값이 모두 0이었으나, 여자는 100명 중 26명이 DSH와 NSH가 최소 0.33에서 최대 20.67의 범위를 보여 여자가 남자보다 통계적으로 유의미하게 높았으며, 이는 정상 음성임에도 불구하고 이중 음성이 나타나는 비율이 여자가 남자보다 높다는 것을 의미한다.

잡음 관련 변수에서는 NHR과 SPI의 성별에 따른 차이를 통해 남자의 전반적인 잡음 특성이 여자보다 높고, 고주파수에 존재하는 배음 에너지의 비율이 저주파수에 존재하는 배음 에너지보다 낮음을 알 수 있었다.

결론적으로, 성별에 따라 기본주파수 변이나 음성강도의 변이를 단기간 동안의 분석 결과는 여자가 높게 나타나지만, 장기간 동안 분석한 결과는 이들 간에 차이가 없거나 남자가 높게 나타났다. 또한 진전과 잡음 특성들은 일반적으로 남자가 높고 이중음성의 경향은 여자가 높게 나타남을 알 수 있다.

그 다음으로, 본 연구를 통해 산출된 34개의 MDVP 변수들의 결과와 선행연구들의 MDVP 상의 정상인 음성의 음향학적 결과들을 비교하기 위해 이들을 <표2>과 <표3>에 제시하였다.

<표2>과 <표3>에 의하면, 대체적으로 기본주파수 관련 변수들에서 연구들 간의 큰 차이를 볼 수 있다. 각 연구들의 원점수들에 대한 정보가 없어 통계적인 차이를 비교할 수는 없으나 제시된 평균값들을 비교해 보면, Kay Elemetrics[4], Andrianopoulos 등[9]과 Xue와 Dlski[23]에서 제시하고 있는 평균값들은 본 연구를 포함한 다른 연구들과 차이를 보였다. Kay Elemetrics[4]에

서 제시한 남자의 Fo는 145.223 Hz, 여자의 Fo는 243.973 Hz이고, Andrianopoulos 등[9]에서는 중국인의 Fo가 남자는 154.21 Hz, 여자는 255.73 Hz, 그리고 Xue와Deliski[23]의 연구에서 제시한 남자의 Fo는 145 Hz로 본 연구에서 산출된 남자의 Fo인 117.81 Hz와 여자의 Fo인 219.80 Hz에 비해 매우 높음을 알 수 있다. 그 외의 다른 연구들에서 제시하고 있는 Fo도 Kay Elemetrics[4], Andrianopoulos 등[9] 및 Xue와 Deliski[23]에서 제시하고 있는 평균 수치들보다는 낮은 수치들을 보였다. 가령, Van Lierde 외[24]의 연구에서는 남자와 여자의 Fo가 각 122 Hz와 212 Hz였으며, Gonzalez 등[21]의 연구에서도 남자와 여자의 Fo가 각 120 Hz와 200 Hz로 앞에서 언급한 세 연구와는 현저한 차이를 보였다. Fo 외에 기타 기본주파수 관련 변수들 중 Fhi와 Flo도 본 연구결과에 비해 Kay Elemetrics[4]와 Andrianopoulos 등[9]의 결과들이 높게 제시되어 있다. 이러한 차이는 이들 연구에서 표집된 표본의 수가 적음에서 기인하거나 인종이나 문화적 차이, 데이터 수집이나 음향학적 분석을 수행할 때의 조건 또는 방법의 차이에서 기인한 것과 관련이 있을 수 있다. 이러한 차이들을 통해 현재 MDVP에서 표준으로 제시하고 있는 기본주파수 관련 변수의 표준수치들은 한국 정상 성인의 정상음성과 비정상음성을 판별하는데 적합하지 않음을 알 수 있다.

그 외의 다른 변수들은 본 연구의 결과와 Kay Elemetrics[4]에서 제시하고 있는 수치들이 유사하였다. 그러나 다른 인종 특히 백인을 대상으로 한 선행 연구에서는 기본주파수 변이 관련 변수들이 상대적으로 높은 수치들을 나타내었다. 예를 들어, Andrianopolous 등[9]과 Van Lierde 등[24] 및 Putzer[25]의 연구에서 제시된 Jitt, RAP, PPQ, sPPQ와 vFo는 본 연구에 비해 높았다. 이는 다른 인종의 경우 기본주파수 변이 관련 변수들이 다르게 제시될 수 있다는 것을 보여준다. 또한 SPI의 경우 본 연구에서 산출된 값이 Kay Elemetrics[4]에서 제시한 값에 비해 높아 현재 MDVP에서 표준수치로 제시되고 있는 값을 한국 정상 성인에게 적용할 때 정상음성도 비정상음성으로 인식될 수 있음을 보여준다. 더불어, 본 연구와 대상자가 유사한 국내의 연구들[14],[15]의 Fo, Jitt, Shim과 NHR은 유사한 수치를 보여 본 연구와 크게 다르지 않음을 알 수 있다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 본 연구에서 제시된 한국 성인의 성별에 따른 MDVP 분석 결과는 국내의 실정에 맞는 정상인의 변수들의 기준치를 확립하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 본다. 또한 기존의 MDVP에서 제시하고 있는 수치들이 국외의 소수의 자료를 이용하여 분석한 결과들이므로, 본 연구에서 도출된 결과들을 사용하여 한국인의 정상음성과 비정상음성을 구분하고 이에 따라 음성장애를 올바르게 진단 및 평가할 수 있는 합리적인 근거를 제시하였다고 본다. 그러나 음향학적 검사만으로는 음성장애의 유무를 완벽하게 구분하기는 어렵기 때문에 본 연구에서 제시된 MDVP의 표준수치를 기준으로 음향학적 검사를 실시함과 더불어 공기역학적 검사, 전기성문과형

검사, 후두내시경 등의 객관적 검사와 검사자의 청지각적 검사 등을 함께 실시해야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 학술진흥재단의 학문후속세대지원사업으로 박사후국내연수 지원을 받아 수행되었습니다(과제번호: KRF-2007-335-E00012). 박사후과정을 지도해주신 최홍식 교수님과 음성데이터 수집을 위해 도움을 주신 임성은 선생님께도 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] Verdolini, K. & Ramig, L. O. "Review: occupational risks for voice problems", *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, Vol.26, No. 1, pp. 37-46, 2001.
- [2] Silbergleit, A. K., Johnson, A. F. & Jacobson, B. H. "Acoustic analysis of voice in diindividuals with amyotrophic lateral sclerosis and perceptually normal voice quality", *Journal of Voice*, Vol.11, No. 2, pp. 222-231, 1997.
- [3] Darley, F. L., Aronson, A. E. & Brown, J. R. *Motor-Speech Disorders*, Philadelphia: Saunders, 1975.
- [4] Kay Elemetrics. Multi-Dimensional Voice Program (MDVP). [Computer program.] NJ: Pine Brook, 1993.
- [5] Tiger DRS Inc. Dr. Speech. [Computer program.] WA, 1998.
- [6] Boersma, P. & Weenink, D. Praat. [Computer program.] Amsterdam: Institute of Phonetic Science, 1993.
- [7] P. Milenkovic. CSpeech. [Computer program.] WI, 2001
- [8] Pyo, H.Y. & Choi, H.S. *Usage of MDVP in Voice and Language Analysis Instruments*. pp. 173-177, 2001. (표화영, 최홍식. 음성 및 언어 분석기기 활용법-MDVP의 실제와 활용. 한국문화사, pp. 173-177, 2001)
- [9] Andrianopoulos, M. V., Darrow, K. N. & Chen, J. "Multimodal standardization of voice among four multicultural populations: Fundamental frequency and spectral characteristics", *Journal of Voice*, Vol. 15, No. 2. pp. 194-219, 2001.
- [10] Walton, J. H. & Orlikoff, R. F. "Speaker race identification from acoustic cues in the vocal signal", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 37, No. 4, pp. 738-745, 1994.
- [11] Kim, S.H. & Ko, D.H. "Fundamental frequencies in Korean elderly speakers", *Speech Sciences*, Vol. 15, No. 3, pp. 95-102, Sep. 2008. (김선훈, 고도홍, "한국 정상노인 음성의 기본주파수", *음성과학*, 15권, 3호, pp. 95-102, 2008. 9.)
- [12] Yoo, J.Y., Jeong, O.R. Jang, T.Y., Ko, D.H. "A correlation study among acoustic parameters of MDVP, Praat, and Dr. Speech", *Speech Sciences*, Vol. 10, No. 3, pp. 29-36, Sep. 2003. (유재연, 정옥란, 장태엽, 고도홍. "MDVP와 Praat, Dr. Speech 간의 음향학적 변수에 관한 상관연구", *음성과학*, 10권, 3호, pp. 29-36, 2003. 9.)
- [13] Hong, K.H. Kim, H.K. & Yang, Y.S. "The acoustic severity index in the pathologic voice", *Speech Sciences*, Vol. 10, No. 4, pp. 201-219, Dec. 2003. (홍기환, 김현기, 양윤수. "음성장애에 대한 음향학적 중등도 지표", *음성과학*, 10권, 4호, pp. 201-219, 2003. 12.)
- [14] Lee, H.J., Kim, S.J. "Age and Sex Differences in Acoustic Parameter of Middle Age and Elderly Adult Voice", *Malsori*, Vol. 60, pp. 13-28, Dec. 2006.
- (이효진, 김수진. "장·노년기 성인 음성의 성별과 연령에 따른 음향음성학적 특성 비교", *말소리*, 6권, pp. 13-28, 2006. 12.)
- [15] Pyo, H.Y., Shim, H.S., Song, Y.K., Yoon, Y.S., Lee, E.K., Lim, S.E., Hah, H.R. & Choi, H.S. "The acoustic study on the voices of Korean normal adults", *Speech Sciences*, Vol.9, No. 2, pp. 179-192, Jun. 2002. (표화영, 심현섭, 송윤경, 윤영선, 이은경, 임성은, 하현령, 최홍식. "한국 성인의 정상 음성에 관한 기본 음성 변수 연구", *음성과학*, 9권, 2호, pp. 179-192, 2002. 6.)
- [16] Hirano, M. *Clinical examination of voice*, New York: Springer Verlag, 1981.
- [17] Lindholm, P., Vilkmann, E., Raudaskoski, T., Suvanto-Luukkonen, E., & Kauppila, A. "The effect of postmenopause and postmenopausal HRT on measured voice values and vocal symptoms", *Maturitas*, Vol. 28, No. 1, pp. 47-53, Sep. 1997.
- [18] Linville, S. E. "The sound of senescence," *Journal of Voice*, Vol. 10, No. 2, pp. 190-200, Jun, 1996.
- [19] Stoicheff, M. L. "Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking female adults", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 24, No. 3, pp. 437-441, Sep. 1981.
- [20] Kent, R. D., Vorperian, H. K., Kent, J. F., & Duffy, J. R. "Voice dysfunction in dysarthria: application of the Multi-Dimensional Voice ProgramTM", *Journal of Communication Disorders*, Vol. 36, No. 4, pp. 281-306, Jul-Aug. 2003.
- [21] Gonzalez, J., Cervera, T., & Miralles, J. L. "Acoustic voice analysis: Reliability of a set of multi-dimensional voice parameters". Cited in Kent, R.D., Vorperian, H.K., Kent, J.F., Duffy, J.R. "Voice dysfunction in dysarthria: application of the Multi-Dimensional Voice ProgramTM", *Journal of Communication Disorders*, Vol.36, No.4, pp. 281-306, Jul-Aug. 2003.
- [22] Hollien, H. "Some laryngeal correlates of vocal pitch", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 3, pp. 52-58, Mar. 1960.
- [23] Xue, S. A. & Deliski, D. "Effects of aging on selected acoustic voice parameters: preliminary normative data and educational implications." Cited in Verdonck-de Leeuw, I.M. Mahieu, H.F. "Vocal aging and the impact on daily life: a longitudinal study", *Journal of Voice*, Vol. 18, No. 2, pp. 193-220, Jun. 2004.
- [24] Lierde, K. Van & Moerman, M. & Van Cauwenberge, P. "Comment on the results of voice analysis". Cited in Kent, R.D., Vorperian, H.K., Kent, J.F., Duffy, J.R. "Voice dysfunction in dysarthria: application of the Multi-Dimensional Voice ProgramTM", *Journal of Communication Disorders*, Vol. 36, No. 4, pp. 281-306, Jul-Aug. 2003.
- [25] Putzer, M. "Multiparametric description of voice quality for normal male and female voices". Cited in Kent, R.D.,

Vorperian, H.K., Kent, J.F., Duffy, J.R. "Voice dysfunction in dysarthria: application of the Multi-Dimensional Voice ProgramTM", *Journal of Communication Disorders*, Vol. 36, No. 4, pp. 281-306, Jul-Aug. 2003.

• **김재옥 (Kim, Jaock)**

강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공

용인시 기흥구 구갈동 111번지

Tel: 031-280-3221 Fax: 031-280-3479

Email: jaeock@gmail.com

관심분야: 음성장애, 말장애, 음성의학

현재 강남대학교 교육대학원 교수

Ph.D., Dept. of Communication Sciences & Disorders, Univ. of Florida, 2006

부록 1. MDVP로 분석한 34개의 음향학적 변수들
Appendix 1. 34 Acoustic parameters on the MDVP

해당 변수(parameter)	이름	단위	설명
기본주파수 관련 변수 (Fundamental Frequency Parameters)			
Average Fundamental Frequency	Fo	Hz	1초에 평균적으로 성대가 진동하는 횟수를 보여준다.
Mean Fundamental Frequency	MFo	Hz	분석된 구간의 Fo들의 전체 평균을 나타낸다.
Average Pitch Period	To	ms	하나의 pitch period(sine-like wave가 그리는 cycle 하나를 하나의 pitch period로 함)가 차지하는 시간의 평균치를 말한다. 특정 기준치는 없다.
Highest Fundamental Frequency	Fhi	Hz	전체 중에서 기본주파수가 가장 높을 때의 수치를 보여준다.
Lowest Fundamental Frequency	Flo	Hz	전체 중에서 기본주파수가 가장 낮을 때의 수치를 보여준다.
Standard Deviation of Fo	STD	Hz	기본주파수의 표준편차를 보여준다. 대개 높을수록 음성의 비정상성이 높다.
Phonatory Fo-range in Semi-tones	PFR		Fhi와 Flo 사이의 간격을 반음(semi-tone)의 개수로 보여주는 수치이다.
Length an Analyzed Sample	Tsam	s	분석된 sample의 길이를 말해준다.
Number of Segments Computed	SEG		LTA 분석시 나타나는 segments의 총수를 말한다. 특정 정상역치(정상 범위의 상한선)는 없다.
Total Number Detected Pitch Periods	PER		pitch period의 총수를 나타낸다. 따라서 T0와 PER을 곱하면 전체 sample의 길이 시간이 나타난다. 특정 정상역치는 없다.
기본주파수 변이 관련 변수 (Frequency Perturbation Parameters)			
Absolute Jitter	Jita	μs	pitch period와 period간 음도 변이의 규칙성·불규칙성을 절대적으로 평가하는 변인이다. 이는 절대적인 평가이므로 시간 단위로 계산되며 기본 주파수에 좌우되는 경우가 많아, 남·녀 차이가 나타날 수 있는데 대개 주파수가 높을수록 Jita의 수치는 낮아진다.
Jitter Percent	Jitt	%	pitch period와 period간 음도 변이의 규칙성·불규칙성을 상대적으로 평가하는 변인이다. 상대적인 평가이므로 percentage 단위로 계산되며 기본주파수에 대해서 별로 영향을 받지 않는다.
Relative Average Perturbation	RAP	%	pitch period 3개 길이 내에서의 음도 변이 정도에 대해 상대적으로 평가하는 변인이다. Jita 나 Jitt는 '매우 짧은' 기간 동안의 음도 변이의 정도를 파악하며, RAP는 '짧은' 기간 동안의 음도 변이의 정도를 파악하는 수치로 period를 증가시키면 오류를 좀 더 줄일 수 있다.
Pitch Perturbation Quotient	PPQ	%	pitch period 5개 길이 내에서의 음도 변이의 정도에 대해 상대적으로 평가하는 변인이다. period의 수가 늘어남으로써, 바로 인접해 있는 period 간의 변이 정도에 대해서 설명할 때는 효율성이 떨어지나, 짧은 기간 동안의 음성의 변이상태에서 대해서 설명할 때는 용이하게 사용될 수 있다.
Smoothed Pitch Perturbation Quotient	sPPQ	%	PPQ와 유사한 개념이나 pitch period의 수를 사용자가 직접 설정할 수 있다. 초기 설정값은 55인데, 1~199까지 조절할 수 있다. 그 수를 1로 하면 sPPQ는 Jitt와 같게 되며, 3으로 하면 RAP와 같아지고, 5로 하면 PPQ와 같아진다. 초기 설정값인 55로 하면 긴 기간(long-term) 동안의 음도 변이에 대해 파악하기가 용이해진다.
Fundamental Frequency Variation	vFo	%	기본주파수의 상대적인 표준편차를 보여주는데, 기본주파수의 변이에 대해 보여준다.
음성 강도 변이 관련 변수 (Amplitude Perturbation Parameters)			
Shimmer in dB	ShdB	dB	pitch period와 period 간 음성 강도 변이의 규칙성·불규칙성을 상대적으로 평가하는 변인이다. Shim과 같은 개념이나 단위를 dB로 쓰는 것이 Shim과 다르다.
Shimmer Percent	Shim	%	pitch period와 period 간 음성 강도 변이의 규칙성·불규칙성을 상대적으로 평가하는 변인이다. ShdB와 같은 개념이나 단위를 percentage로 쓰는 것이 다르다.
Amplitude Perturbation Quotient	APQ	%	pitch period 11개 길이 내에서의 음성 강도 변이의 정도에 대해 상대적으로 평가하는 변인이다. 대체로 기식성 음성(breathy voice)이나 애성(hoarse voice)이 있는 경우 그 수치가 증가하며 그 수치가 증가함은 성대의 주기적 진동이 어렵다는 것을 뜻한다.
Smoothed Amplitude Perturbation Quotient	sAPQ	%	APQ와 유사한 개념이나, pitch period의 수를 사용자가 직접 설정할 수 있다. 초기 설정값은 55인데 1~199까지 조절할 수 있다. 그 수를 1로 하면 sAPQ는 Shim과 같게 되며, 11로 하면 APQ와 같아진다. 초기 설정값인 55로 하면 긴 기간(long-term) 동안의 음성 강도 변이에 대해 파악하기가 용이해진다.
Peak-to-peak Amplitude Variation	vAm	%	인접해 있는 cycle 간의 음성 강도 변이에 대한 표준편차를 상대적으로 보여주고 있다.

부록 1. (계속)
Appendix 1. (continued)

해당 변수(parameter)	이름	단위	설명
진전 관련 변수 (Tremor Parameters)			
Fo-tremor Frequency	Fftr	Hz	기본주파수의 진전에 대해 분석하기 위해 설정해 놓은 범위 안에 있는 주파수 변조 (frequency modulating, FM)된 저주파 요소 중, 가장 에너지가 큰 주파수를 보여준다. FTRI가 설정된 역치보다 적을 경우 Fftr은 0으로 제시되는데 FTRI와는 달리 기본주파수의 주기적 진전이 나타나는 비율을 보여준다.
Amplitude Tremor Frequency	Fatr	Hz	음성 강도의 진전에 대해 분석하기 위해 설정해 놓은 범위 안에 있는 진폭 변조(amplitude modulating, AM)된 저주파 요소 중, 가장 에너지가 큰 주파수를 보여준다. ATRI가 설정된 역치보다 적을 경우 Fatr은 0으로 제시되는데, ATRI와는 달리 음성 강도의 변화가 나타나는 비율을 보여준다.
Fo-tremor Intensity Index	FTRI	%	기본주파수의 진전에 대해 분석하기 위해 설정해 놓은 범위에 있는 주파수 변조된 저주파 요소 중, 가장 에너지가 큰 주파수의 에너지가 전체 주파수 에너지 중 차지하는 비율을 보여준다. FTRI는 Fftr에 비하면 에너지의 크기 자체에 더 초점을 맞춘다.
Amplitude Tremor Intensity Index	ATRI	%	음성 강도의 진전에 대해 분석하기 위해 설정해 놓은 범위에 있는 진폭 변조된 저주파 요소 중, 가장 에너지가 큰 주파수의 에너지가 전체 주파수 에너지 중 차지하는 비율을 보여준다. ATRI는 Fatr에 비하면 에너지의 크기 자체에 더 초점을 맞춘다.
음성 불규칙성 관련 변수 (Voice Irregularity Parameters)			
Degree of Voiceless	DLV	%	전체 sample 길이 중 기본주파수가 측정되지 않는 non-harmonics가 나타나는 길이의 비율을 보여주는데, 이는 음성을 끊지 않고 유지할 수 있는 능력의 유무를 보여준다. 이 분석의 경우에는 휴지를 포함하기 때문에 녹음 중 발성을 의도적으로 끊지 않도록 유의미해야 한다.
Number of Unvoice Segments	NUV		voicing이 되지 않은 non-harmonics가 나타난 횟수를 보여주는 변인이다.
음성 일탈 관련 변수 (Voice Break Related Parameters)			
Degree of Voice Breaks	DVB	%	전체 sample 길이 중 음성 일탈이 나타나는 길이의 비율을 보여주는데, 의도적으로 발성을 끊는 휴지기(pause)는 포함시키지 않는다.
Number of Voice Breaks	NVB		음성 일탈이 나타난 횟수를 보여주는 변인이다.
Sub-harmonics 분석 변수 (Sub-Harmonics Analysis Parameters)			
Degree of Sub-Harmonics	DSH	%	전체 sample 길이 중 sub-harmonic가 나타나는 길이의 비율을 보여주는데, sub-harmonics가 나타남은 이중 음성(diphonia)이 나타남을 의미한다.
Number of Sub-Harmonic Segments	NSH		sub-harmonics가 나타난 횟수를 보여주는 변인이다.
잡음 관련 변수 (Noise Parameters)			
Noise to Harmonic Ratio	NHR		70~4,500 Hz 사이에 존재하는 배음과 1,500~4,500 Hz 사이에 존재하는 비정상 배음 (inharmonics) 간 비율의 평균치를 보여준다. 이 수치는 분석 대상이 된 음성의 전반적인 잡음 특성에 관해 설명해 준다.
Voice Turbulence Index	VTI		70~4,500 Hz 사이에 존재하는 배음과 2,800~5,800 Hz 사이에 존재하는 비정상 배음 간 비율의 평균치를 보여준다. 이는 대개 고주파 잡음의 상태를 설명해 주는데 용이하게 사용되는데 성대의 폐쇄가 불안전할수록 높아지는 경향이 있다.
Soft Phonation Index	SPI		이 변인은 잡음의 측정과 관련이 있다기보다는 스펙트럼상의 배음구조(harmonic structure)와 관련이 있다. 즉, 이 수치는 70~1,600 Hz 사이의 저주파에 존재하는 배음 에너지 (harmonic energy)와 1600~4,500 Hz 사이의 고주파에 존재하는 배음 에너지 간의 비율을 보여준다.

출처: 표화영, 최홍식. MDVP의 실제와 활용. 고도홍, 정옥란 외 공편, 음성 및 언어 분석기기 활용법. 한국문화사, 2001. 저자의 허락 하에 제시하였음.