

MDVP와 Praat, Dr. Speech간의 음향학적 측정치에 관한 상관연구

A Correlation Study among Acoustic Parameters of MDVP, Praat, and Dr. Speech

유재연* · 정옥란* · 장태엽** · 고도홍***
 Jae-Yeon Yoo · Ok-Ran Jeong · Tae-Yeoub Jang · Do-Heung Ko

ABSTRACT

The purposes of this study was to conduct a correlational analysis among F_0 , Jitter, Shimmer, and NHR (HNR), and NNE estimated by three speech analysis softwares, MDVP, Praat and Dr. Speech. Thirty females and 15 males with normal voice participated in the study. We used Sound Forge 6.0 to record their voice. MDVP, Praat and Dr. Speech were used to measure the acoustic parameters. The Pearson correlation coefficient was determined through a statistical analysis. The results came out as follows:

Firstly, there was a strong correlation between F_0 and Shimmer of both instruments. However, there was no correlation between Jitter of both instruments. Secondly, Shimmer showed a stronger correlation with HNR, NHR, and NNE than Jitter. Therefore, Shimmer was considered to be more useful and sensitive parameter to identify dysphonic voice compared to jitter.

Keywords: MDVP, Praat, Dr. Speech, Correlation, Shimmer, Jitter

1. 서론

음성 및 음성장애를 연구하는 많은 전문가들은 정상적인 음성 및 병리적인 음성의 특징을 알아보기 위해 여러 가지 음성 분석기기를 이용한다. 음성 분석기기를 통해 얻을 수 있는 객관적인 자료는 음성 진단뿐만 아니라 음성치료 효과를 알아보는 데 매우 유용하다. 정상인뿐만 아니라 음성에 문제를 가진 사람들의 음성을 분석할 때, 음도, 강도 그리고 음질은 음성의 특성을 이해하는 데 있어 아주 중요한 측정요소이다. 이 중 음질은 규정하기 어렵고 규정하는 방법과 파라미터들도 매우 다양하다. 사람에 따라 음질은 여러 가지 측면에서 다르게 실현된다. 성대의 크기, 성대의 두께, 성대의 탄력성, 공명강의 구조, 공명기관의 형태, 성도의 길이 등 1 차적으로는 초당 성대 진동수를 가리키는 기본 주파수(F_0), 음의 크기를 가리키는 진폭, 음의 길이가 음질을 구성하는 중요한 개념이라 할 수 있다(고도홍, 2003). 음질은 음성장애를 확인할 때 매우 중요한 요소일 뿐 아니라, 음성장애의 치료 효과를 알아보는 데에도 집중적으

* 대구대학교 언어치료학과

** 한국외국어대학교 영어학부

*** 한림대학교 언어청각학부

로 관찰되는 측정변수이다.

현재 임상 현장에서 음성장애인의 음성을 음향학적 측면에서 분석하는 데 많이 사용되는 기기로는 CSL 중의 MDVP, Dr. Speech, Multi-Speech, CSpeech, Visi-Pitch, Praat, PCQuirer 등이 있으며, 이 중 음질과 관련된 여러 가지 매개변수 값들을 측정하기 위해 주로 사용되는 대표적인 기기로 MDVP, Dr. Speech, Praat 등이 있다.

MDVP는 최근 들어 많이 활용되고 자주 인용되는 음성 분석기구 중의 하나이다. MDVP (multi-dimensional voice program)는 그 이름에서 알 수 있듯이, 음성을 다양한 측면에서 분석하는 것을 가장 큰 장점으로 하고 있다. 최근에 MDVP는 Kay사에서 개발한 Multi-Speech 프로그램 내에 MDVP advanced가 내장되어져 있는데 컴퓨터에서 쉽게 사용하도록 되어 있다. Multi-Speech는 CD soft program을 사용함으로써 공간적인 제한성이 적어 휴대성이 뛰어난 음성 분석 장비라는 장점을 가지고 있다(유재연 외, 2002c).

Praat는 비교적 최근에 많이 사용되어지고 있는 음성분석에 유용한 공유프로그램이다. 아직까지 Praat 프로그램은 공유프로그램이지만 대형 컴퓨터에서 사용되는 음성분석패키지에서 볼 수 있는 다양한 분석 기능을 갖추고 있다. 특히 스크립트 언어로 되풀이되는 작업을 차례로 기록하여 실행할 수 있기 때문에 많은 자료를 분석할 때는 매우 편리한 기기이다(양병곤, 2001). Praat는 인터넷을 통해 쉽게 받아 사용할 수 있다는 경제적인 측면에서의 장점 이외에도, 아주 좁은 음성구간까지도 음성분석이 가능하여 발화시나 대화시의 음성을 세분화하여 분석할 수 있는 이점이 있다. 음성장애치료와 관련해서 음성치료 전후의 음성을 비교할 때 발화 및 대화샘플 분석이 용이하며 더 나아가 특정한 모음 영역만을 선택하여 분석할 수 있기 때문에 언어치료사들이 많이 활용하는 추세에 있다.

한편, Dr. Speech는 비교적 최근에 개발된 음성평가 기기로서 음성연구 분야에서 점차적으로 많이 사용되고 있다. Dr. Speech의 음향학적 모듈에서는 HNR, NNE, Jitter, Shimmer 등을 측정할 수 있으며, EGG 모듈에서는 EGG HNR, EGG NNE, EGG Jitter, EGG Shimmer 등을 측정할 수 있다(유재연 외, 2002c). 그리고 Multi-Speech와 같이 휴대가 용이하다는 장점을 가지고 있으며, 음성분석 이외에도 음성치료에 직접적으로 활용이 가능한 프로그램이 포함되어져 있기 때문에 언어치료에 매우 유용하게 사용될 수 있다.

음향학적 기기를 이용하여 특정 집단의 음성 기준 데이터에 대한 연구들이 국내에서 최근에 많이 실시되어져 오고 있다(신명선 외, 2001, 임경열 외, 2001, 안종복 외, 2002, 유재연 외 2002a, 표화영 외, 2002, 고도홍, 2003). 이러한 연구로 얻어진 기준 데이터는 일반인의 음성 이상 유무를 분석하는 것 이외에도 특정 집단, 예를 들면, 성악가, 가수, 교사, 전화 교환수 등이 직업적으로 적절한 음성을 가지고 있는가를 알아보는 데에도 활용할 수 있다.

일반적으로 음향학적 기기의 매뉴얼에는 기준데이터(norm data)가 제시되어져 있으며, 연구자들은 이 기준치를 음성 진단 및 치료에 활용하고 있다. 한편, 이러한 음향학적 기기 간의 기준데이터 값은 다소 차이가 있는데, 이는 피검자의 차이라는 요인뿐만 아니라 기기 자체의 알고리즘(algorithm)의 차이로 인한 것이라 고려된다.

음성의 분석 및 음성장애의 치료 현장에 종사하는 많은 연구자나 언어치료사들은 특정한 음성 분석기기를 통해 얻어진 수치가 다른 기기를 사용할 때는 어떤 값이 산출되는 지에 대해 의문을 가질 수 있으며 또한 기기를 통해 얻어진 측정치간의 상관성이 어느 정도인 지,

기기들 간의 상호활용 가능성에 대해서도 관심을 가지게 된다. 이러한 관점에서, 본 연구는 임상적으로 많이 활용되는 음성 분석기기인 MDVP와 Praat, Dr. Speech에서 얻을 수 있는 음성 매개변수들 간의 상관 정도를 분석해 봄으로써, 특정 기기에서 얻어진 값이 다른 기기에서 얻을 수 있는 측정치의 상호 활용성을 검토해 보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

본 연구는 18~28 세 정상 성인 45 명(여성 30 명, 남성 15 명)을 대상으로 하였다. 연구대상 선정 기준은 언어치료 현장에서 2 년 이상 경험이 있는 2 명의 언어치료사가 지각적 평가를 통해 피험자의 대화 음성을 듣고 '정상 음성'을 지녔다고 판별된 자로서, 최근 6 개월 동안 후두병력이나 알레르기 증상이 없었으며, 기타 폐질환, 신경계 질환, 구강 및 조음기관 관련 질환이 없는 자들이었다.

2.2. 연구도구

Multi-Speech의 MDVP advanced와 Praat 그리고 Dr. Speech의 음향학적 측정치에 관한 상관을 알아보기 위해 Multi-Speech (Model 5105)와 Praat (Version 4.0); Dr. Speech (Version 4.0)를 이용하였다.

2.3. 연구 절차

각 피험자들의 음성 수집은 Sound Forge 6.0 (Sonic Foundry사 음성수집 소프트웨어)을 사용하여, 고정대에 부착된 마이크(SONY ECM-221)를 피험자의 입과의 거리를 10 cm 정도 유지하면서 편안하게 /a/를 발성하게 하여 음성을 녹음하였다. 샘플링 모드는 44,100 Hz, 16 bit, 스테레오 상태로 음성을 녹음하였다. 안정된 음성을 수집하기 위해 샘플 수집 전 간단한 대화를 30 초간 유도하였다. 각각의 발성에서 가장 안정된 동일 시간대의 2 초 구간을 설정하여 편집한 후, MDVP와 Praat 그리고 Dr. Speech에서 선택하여 음성을 분석하였다.

2.4. 자료 처리

자료의 통계적 처리는 SPSS 10.0 for Windows를 사용하였다. 피험자들이 발성한 /a/에서 MDVP의 측정치들(Average Fundamental Frequency, Jitter, Shimmer, NHR)과 Praat의 측정치들(F_0 , Jitter, Shimmer) 그리고 Dr. Speech의 측정치(F_0 , Jitter, Shimmer, HNR, NNE) 간의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 계수를 산출하였다. 유의수준은 95%로 검정하였다.

3. 연구 결과

3.1. MDVP 측정치들의 평균 및 표준편차

45 명의 대학생 피험자의 음성 특성을 MDVP를 통해 구한 F_0 , Jitter, Shimmer, NHR 측정치는 표 1과 같았다.

표 1. MDVP를 통한 측정치의 평균 및 표준편차

	N	M	SD
F_0 (Hz)	45	212.14	49.74
Jitter(%)	45	.91	.69
Shimmer(%)	45	3.07	.95
NHR	45	.13	0.018

3.2. Praat 측정치의 평균 및 표준편차

45 명의 대학생의 음성 특성을 Praat를 통해 알아 본 F_0 , Jitter, Shimmer 측정치는 표 2와 같았다.

표 2. Praat를 통한 측정치의 평균 및 표준편차

	N	M	SD
F_0 (Hz)	45	212.22	49.74
Jitter(%)	45	0.00647	0.00541
Shimmer(%)	45	0.0318	0.0113

3.3. Dr. Speech 측정치의 평균 및 표준편차

45 명의 대학생의 음성특성을 Dr. Speech를 통해 알아본 F_0 , Jitter, Shimmer, HNR, NNE 값들은 표 3과 같았다.

표 3. Dr. Speech를 통한 측정치의 평균 및 표준편차

	N	M	SD
F_0 (Hz)	45	212.33	49.75
Jitter(%)	45	.31	.18
Shimmer(%)	45	2.96	.94
HNR(dB)	45	24.42	2.55
NNE(dB)	45	-13.65	3.45

3.4. MDVP와 Praat 파라미터 간의 상관관계

MDVP의 측정치들(F_0 , Jitter, Shimmer, Noise to Harmonic Ratio)과 Praat의 측정치들(F_0 ,

Jitter, Shimmer)의 상관관계를 알아보기 위해 이변량 상관계수를 측정된 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

표 4. MDVP와 Praat 측정치들 간의 상관관계

MDVP \ Praat	F ₀	Jit	Shim	NHR
F ₀	1.00***	.428**	.065	-.434**
Jit	.287	.184	.286	.236
Shim	.074	.373*	.759**	.466**

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

두 기기 간의 상관분석 연구 결과, MDVP의 F₀는 Praat의 F₀와 매우 높은 상관관계가 있었다. MDVP의 Jitter는 Praat의 Jitter 값과 상관이 없었다. 한편, MDVP의 Shimmer는 Praat의 Shimmer와 아주 높은 양의 상관관계가 있었으며, 마지막으로 MDVP의 NHR은 Praat의 Shimmer와는 양의 상관이 있었다.

결과를 바탕으로, MDVP의 Jitter 값의 변화에 따라 Praat의 Jitter 값이 유의하게 증가하지 않는 것으로, MDVP의 Shimmer 값이 증가할수록 Praat의 Shimmer 값도 높은 상관관계를 가지면서 증가하며, 마지막으로 MDVP의 NHR 값이 증가할수록 Praat의 Shimmer 값도 유의하게 증가하지만, Jitter 값은 상관이 없었다.

3.5. MDVP와 Dr. Speech 파라미터간의 상관관계

표 5. MDVP와 Dr. Speech 측정치들 간의 상관관계

MDVP \ Dr. Speech	F ₀	Jit	Shim	HNR	NNE
F ₀	1.000***	.291	.080	-.072	-.222
Jit	.428**	.309*	.520**	-.458**	.292
Shim	.065	.457**	.947***	-.844***	.460***
NHR	-.434**	.336*	.406**	-.547***	.412**

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

연구의 결과, MDVP의 F₀는 Dr. Speech의 F₀와 매우 높은 상관관계가 있었다. MDVP의 Jitter는 Dr. Speech의 Jitter와 양의 상관이 있었다. MDVP의 Shimmer는 Dr. Speech의 Shimmer와 매우 높은 양의 상관관계가 있었고, HNR과는 매우 높은 음의 상관이 있는 것으로 나타났다. NHR은 NNE와는 어느 정도의 양의 상관이 있었으며, HNR과는 어느 정도 음의 상관이 있는 것으로 나타났다. NHR과 HNR의 상관계수가 마이너스로 나타난 것은 측정값이 Noise to harmonic ratio와 Harmonic to noise ratio로 정반대이기 때문이다.

결과를 바탕으로, MDVP의 Jitter 값이 증가할수록 Dr. Speech의 Jitter치가 약하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한 MDVP의 Shimmer 측정치의 변화에 따라 Dr. Speech의 Shimmer

치와 HNR 값이 각각 양의 방향과 음의 방향으로 매우 상관이 높게 변화하는 것으로 나타났다. 그리고 MDVP의 NHR이 증가할수록 Dr. Speech의 Jitter, Shimmer, NNE가 증가하는 반면에 HNR은 감소하는 것으로 나타났다. 마지막으로, 다른 음향학적 측정 장비에서는 다루고 있지 않은 Dr. Speech의 NNE는 MDVP의 Shimmer와 NHR과는 어느 정도의 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

4. 토 의

정상 및 비정상적인 음성을 분석하는 기기 중 가장 많이 사용되는 MDVP와 비교적 최근에 많이 사용되어지는 Dr. Speech와 Praat 간의 음향학적 파라미터 간의 상관관계를 알아보는 것은 임상현장에 있어 기기간의 상호 활용정도를 밝히는 데 매우 중요하다. 기기 간 혹은 기기 내의 파라미터들간의 상관을 알아보는 연구가 최근에 국내에서 이루어져 왔다(임경렬, 2001, 안종복, 2002, 유재연, 2002b, 고도홍, 2003).

본 연구 결과에서, 각 기기의 F_0 , Jitter, Shimmer, HNR, NHR 간의 상관도에서 흥미로운 결과가 산출되었다. MDVP의 F_0 와 Dr. Speech 및 Praat의 F_0 값에서 매우 높은 상관이 있었다. 이는 두 가지 가능성을 추측해 볼 수 있다. 첫째는, 분석 기기들이 같은 알고리즘을 사용하는 경우이다. 수학적, 공학적으로 사용되고 있는 많은 음도 추출 알고리즘(pitch detection algorithm)이 자기상관(autocorrelation) 방법을 응용하는 등 크게 차이가 나지 않는다는 특징이 있어서, 같은 음성 데이터에서 비교적 일관적인 음도 추출 결과를 보이는 것으로 판단할 수 있다. 둘째, 비록 서로 다른 알고리즘을 사용하더라도 음도 측정은 대부분 시간영역(time domain)의 분석이므로 FFT와 같은 주파수 영역(frequency domain)의 분석에 비하면 프로세싱으로 인한 정보의 손실이 적다고 볼 수 있다. 그러므로 음도의 절대수치 자체가 두 기기간에 서로 다르다고 할지라도 그 패턴은 일정하게 유지되고 있을 가능성이 많아지므로 기기 간 수치들 간의 상관관계가 크게 나타나는 것이 타당해 보인다. 이러한 추론이 맞다면, 이 논문에서 살펴본 세 가지 기기뿐만이 아니라 다른 기기들에 같은 음성데이터를 입력시키고 음도를 측정한다면 역시 상당히 높은 상관관계가 얻어질 것이다.

다음으로 흥미로운 결과는 각 기기의 Shimmer치 간에 높은 상관이 나타난 반면에, MDVP와 Praat 간의 Jitter치는 상관이 없었고, MDVP와 Dr. Speech 간의 Jitter치의 상관도는 아주 낮게 나타났다는 점이다. 한편, 음성의 소음 정도와 관련된 파라미터인 NHR, HNR, NNE 등과는 Jitter에 비해 Shimmer가 훨씬 강한 상관을 나타내었다는 점도 흥미로운 사실이다. Shimmer가 Jitter에 비해 HNR, NHR 등과의 상관관계가 비교적 높게 나타나고 있는 것은 Jitter는 주파수 미세변동의 측정과 관련된 반면, Shimmer는 HNR, NHR과 같이 소리의 강도, 음향학으로는 에너지(energy)와 관련이 있는 값이기 때문일 것이다.

그러면 같은 F_0 와 관련된 Jitter와 F_0 와의 상관관계, 또는 Jitter와 Jitter의 상관관계는 왜 작은 수치로 나타나는가 하는 문제가 제기될 수 있다. 이에 대한 정확한 이유는 현재로서는 정확하게 파악하기 힘들지만, 각 기기간의 알고리즘 차이 등을 우선 의심해 볼 수 있겠다. Jitter라고 같은 이름으로 표시되는 주파수 미세 변동의 측정에 관해서 여러 가지 알고리즘이

있다는 것은 익히 알려진 사실이다.

NNE는 일반적으로 음향분석 기기에서 일반적으로 사용되지 않는 Dr. Speech에 내장된 파라미터인데, NNE와 MDVP의 NHR과의 상관도는 비교적 높지 않게 나타났으며, Jitter에 비해 Shimmer와 상관이 더 강한 것으로 나타났다.

소음 대 배음의 비율을 나타내는 파라미터인 NHR과 배음 대 소음 비율을 나타내는 HNR의 파라미터는 MDVP와 Dr. Speech에서 독립적으로 사용되어지는데, 이 두 측정치간에 비교적 높지 않은 음의 상관도가 나타났다는 것 또한 흥미로운 발견점이었다.

5. 결 론

본 연구의 초점은 우리가 빈번히 사용하는 음성분석 기기들에서 같은 음향단서를 나타내는데 있어서 그 차이를 어느 정도 보이는가를 판단하여 각 기기들의 신뢰성을 확인하기 위한 것이었다. 위의 결과를 요약해보면 음도와 같은 비교적 일반적인 알고리즘을 사용하는 음향 단서는 기기 간 상관관계가 아주 높게 나타나는 것으로 판명되었다. 하지만 다른 음향단서들은 기기간의 상관성에 의문이 제기될 정도의 상관관계를 보임으로써, 이 음향단서들을 사용하여 음성을 분석하고 장애를 진단하는데 신중해야함을 시사하고 있다.

향후 과제로서, 이러한 상관관계의 분석을 많은 다른 기기들에 확장시키는 것이 필요하다. 그러면 적절하고 신뢰할 만한 음향단서를 찾아내고 이를 분석에 적극 활용할 수 있기 때문이다. 또 이렇게 함으로써, 개별적인 음성 분석기기들의 장단점을 파악할 수 있고, 여러 가지 기기를 사용할 때 각 기기들마다 주로 분석해볼 음향단서를 개별적으로 결정할 수도 있을 것이다. 또한, 보다 많은 정상인 표본 집단을 대상으로 한 광범위한 음성분석 데이터 값들의 평균 값을 알아봄과 동시에 이들 수치간의 상관도를 알아볼 필요도 있고, 음성장애의 적용에 있어 보다 유용한 자료를 얻기 위해서 음성장애인을 대상으로 한 음성의 음향학적 파라미터간의 상관도를 밝히는 연구 또한 매우 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 고도홍. 2003. "개별화자 음성파라미터 추출에 관한 연구: 음성파라미터의 상관관계 중심으로." *음성과학*, 10(2), 129-143.
- 신명선, 안중복, 전희숙, 정옥란. 2001. "Dr. Speech와 EGG 간의 음향학적 측정치에 대한 상관관계 연구." *언어치료연구*, 10, 73-83.
- 안중복, 유재연, 권도하, 정옥란. 2001. "일반학생과 성악도를 대상으로 Dr. Speech의 음향학적 측정치와 EGG 측정치의 상관관계 비교연구." *대한음성언어의학회지*, 13(1), 28-32.
- 양병권. 2001. "Praat 사용법." 고도홍, 정옥란 외 공편, *음성 및 언어분석기기용법*. 서울: 한국문화사.
- 유재연, 안중복, 권도하, 정옥란. 2002a. "성악전공 대학생과 일반대학생의 /a/ 연장발성시 음성특성 비교." *언어청각장애연구*, 7(2), 125-133.
- 유재연, 안중복, 정옥란, 장태엽. 2002b. "MDVP와 Dr. Speech의 음향학적 측정치에 관한 상

- 관연구.” *대한음성학회 창립 25주년 기념 학술대회 발표 논문집*, 133-136.
- 유재연, 안종복, 정옥란, 장태엽. 2002c. “MDVP와 Dr. Speech의 음향학적 측정치에 관한 상관연구.” *언어치료연구*, 11(2), 275-283.
- 임경열, 신명선, 안종복, 정옥란. 2001. “HNR과 NNE와의 상관관계연구.” *음성과학*, 8(3), 235-241.
- 정옥란, 고도홍 외. 2001. “Dr. Speech의 사용법.” 고도홍, 정옥란 외 공편, *음성 및 언어분석 기기 활용법*. 서울: 한국문화사.
- 표화영, 심현섭, 송윤경, 윤영선, 이은경, 임성은, 하현령, 최홍식. 2002. “한국성인의 정상 음성 에 관한 기본 음성 측정치 연구.” *음성과학*, 9(2), 179-192.
- 표화영. 2001. “MDVP의 실제와 활용.” 고도홍, 정옥란 외 공편, *음성 및 언어분석기기 활용법*. 서울: 한국문화사.

접수일자: 2003. 7. 25.

게재결정: 2003. 8. 31.

▲ 유재연

대구광역시 남구 대명동 2288 (우: 705-714)
 대구대학교 재활과학대학 언어치료학과
 Tel: +82-53-650-8273
 E-mail: slpyoo@hanmail.net

▲ 정옥란

대구광역시 남구 대명동 2288 (우: 705-714)
 대구대학교 재활과학대학 언어치료학과
 Tel: +82-53-650-8274
 E-mail: oj@daegu.ac.kr

▲ 장태엽

서울특별시 동대문구 이문동 270 (우: 130-791)
 한국외국어대학교 서양어대학 영어학부
 Tel: +82-2-961-4770
 E-mail: tae@hufs.ac.kr

▲ 고도홍

강원도 춘천시 옥천동 1번지 (우: 200-702)
 한림대학교 자연과학대학 언어청각학부
 Tel: +82-33-248-2212, 254-1561
 E-mail: dhko@hallym.ac.kr