

정상 성인의 음도, 비성도, 음질 간의 상관 연구

A Correlation Study among Pitch, Nasalance, and Voice Quality

박성종¹⁾ · 유재연²⁾

Park, Sung-Jong, Yoo, Jae-Yeon

ABSTRACT

The purpose of this study is to conduct a correlational analysis among pitch, nasalance, and acoustic quality parameters estimated by two speech analysis softwares NasalView(version 1.31), Dr. Speech 4.5(Tiger Electronics). Thirty females and 25 males with normal voice participated in the study. The Pearson correlation coefficient was determined through a statistical analysis. The results came out as follows; Firstly, there was a correlation between F_0 and voice quality parameters, however there was no correlation between F_0 and nasalance. Secondly, nasalance showed a correlation with voice quality parameters.

Keywords: nasalance, NasalView, pitch, voice quality parameters, voice timber

1. 서론

구강 구조는 매우 복잡한 신경과 근육들로 이루어져 있다. 하나의 소리를 발생하기 위해서는 복잡한 과정을 통해 발생이 이루어진다. 즉, 모음의 원료가 되는 성대의 진동이 만들어 내는 진동음이 울림통 역할을 하는 성도를 거친 후에 말소리가 되는데, 이 과정에서 구강 구조의 협응이 어떻게 이루어지느냐 따라 상이한 말소리가 산출된다. 특히 연인두 폐쇄 기능은 말소리 공명에 큰 영향을 미칠 수 있으며, 공명은 구어의 명료도에 영향을 미치며 심한 공명장애의 경우 의사소통장애를 유발하기도 한다. 공명장애의 가장 대표적인 집단으로 구개열, 뇌성마비, 청각장애 집단 등이 있으며 이들의 공명장애 치료를 위한 다양한 치료 프로그램과 연구들이 있어 왔다.

음성 특성을 결정하는 매개변수로 음도, 강도, 음질 등이 있지만, 이것 이외에 공명은 사람마다 음성이 다르게 들리게 되는 중요한 역할을 한다. 남성과 여성의 목소리가 다르게 들리는 이

유료 기본주파수의 차이가 결정적 역할을 하지만 남녀 간의 공명강의 크기도 음색의 차이를 결정하는 중요한 요소가 된다.

음색(timber)이란 음의 성분 차이에서 생기는 감각적인 특성을 말하는 데, 인간의 음성에서의 음색은 성대의 진동패턴과 공명강의 모양과 크기 및 비성도 등에 의해 달라질 수 있는 음성 특성이라 할 수 있다.

음색을 과학적으로 분석하는 것은 그리 쉬운 것은 아니다. 현재, 음성 분석 관련 연구에서 정상 음성에 대한 음향학적 기준 데이터가 많이 제시되어져 왔지만 음도, 강도, 음질 간의 상관이나 특히, 음색에 영향을 미치는 비성도와 음성의 음향학적 파라미터 간의 관련성을 알아본 연구는 거의 없는 실정이다.

음성은 발성과 공명이 함께 작용하여 이루어진다. 일반적으로 음성을 평가하기 위해 음향학적인 방법, 기류역학적인 방법 등이 주로 사용되어 지는데, 이는 발성 수준에서의 성대진동 패턴과 매우 관련이 있으며 공명 특성을 알아보는 것에는 다소 어려움이 있다. 따라서 음성의 특성을 알아보기 위해서는 발성과 공명 특성을 함께 알아야 하는 것이 필요하며 발성과 공명이 어떤 관련성이 있는 가를 알아보는 것 또한 매우 중요하다.

비성도와 음질문제와 관련한 몇 연구들 중, Bzoch(1964)는 구개의 파열, 누공, 연인두 폐쇄 부전 등으로 인해 나타나는 과대비성은 목선 음성(hoarseness)과 기식화된 음성(breathiness)을 유발시킬 수 있는데 이 기식화된 음성은 과대비성을 감추는 효

1) 서울아산병원 재활의학과
2) 대불대학교 언어치료청각학과

접수일자: 2009년 8월 3일
수정일자: 2009년 8월 26일
게재결정: 2009년 10월 11일

과가 있다고 주장하였다. 또한, 구개열 아동이 연인두 폐쇄가 적절하게 이루어지지 않기 때문에 대화 시 과대비성에 대한 보상전략으로 약한 음성을 산출하기도 하고 억압된 음성, 단음도 등을 나타내기도 한다. 신호근 등(1998)은 후두 활동을 음향학적인 파라미터인 기본주파수(음도) 및 강도로 평가한 결과 구개열 아동은 저모음 및 고모음 모두에서 대조군 아동보다 기본주파수가 높게 나타났으며, 강도는 낮게 나타났다고 하였다. 이러한 결과는 비인강폐쇄부전으로 발음 시 공기가 비강으로 새어나가기 때문에 증가된 후두 긴장으로 인한 음도상승 때문이며, 대조군보다 구개열 아동의 음성 강도가 낮은 것은 연구개 지협을 통과해 흐르는 공기의 손실을 보상하기 위한 방법 또는 적절한 음성 강도를 유지하는데 따르는 어려움 때문에 발생하는 장애로 평가된다고 하였다(안중복 등 재인용, 2002).

안중복 등(2002)은 비성과 음질간의 상관성을 밝히고자 정상 성인 20명을 대상으로 Nasometer(Model 6200-3, Kay Elemetrics)와 Dr. speech 4.0(Tiger Electronics)를 이용하여 /a/, /æ/, /aŋ/을 녹음하여 분석하였다. 그 결과 비성도에 따른 음질과 관련된 매개 변수 즉, Jitter, Shimmer, NNE, HNR 각각에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 이 연구에서 음성 파일을 녹음하는데 있어서 두 가지 채널(헤드셋, 마이크)을 사용하였다는 점에서 음성 파일의 상관성을 보는데 한계점이 있었다. 따라서 본 연구는 한 가지의 채널(헤드셋)을 이용하여 샘플링한 동일한 음성을 2개의 음향분석기기(NasalView, Vocal Assessment)를 사용하여 음도, 비성도, 음질간의 상관관계를 알아보고 음색을 연구하는데 이용될 수 있는 음향학적 파라미터에 대해 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구대상

본 연구는 대구 경북 지역에 거주하고 있는 18-28세 정상 성인 55명(여성 30명, 남성 25명)을 대상으로 실시하였다. 연구 대상 선정 기준은 언어치료 현장에서 2년 이상 경험이 있는 2명의 언어치료사가 지각적 평가를 통해 피험자의 대화 음성을 듣고 '정상 음성'을 지녔다고 판별된 사람으로, 최근 6개월 동안 후두 병력이나 알레르기 증상이 없었으며, 기타 폐질환, 신경계 질환, 구강 및 조음기관 관련 질환이 없는 사람들이었다.

2.2. 연구절차

본 연구는 OO대학교의 언어치료실에서 소음이 적은 상황에서 오전 10시에서 12시 까지 점심 식사 전 3일 동안 실시하였다. 음도의 변화에 따라 음질과 비성도가 어떻게 변화하는 지를 알아보기 위해, NasalView(version 1.31)를 이용하여 피험자들에게 3개의 다른 음도 조건 즉, 보통의(편안한) 음도, 낮은음도(음도, 높은 음도의 순서로 /a/, /i/, /t/를 각각 5초간 연장 발생

하게 하였고, 이때 특정한 Hz의 음성을 조건을 산출하게끔 한 것이 아니라 서로 다른 음도의 음성을 산출하도록 하였다. 입력된 음성을 가지고 비성도(Nasalance)를 측정하였고, 동일한 음성 데이터를 Dr. Speech 4.5(Tiger Electronics)내도 Vocal Assessment 프로그램에서 출력하여 F₀, Jitter, Shimmer, NNE(normalized noise energy), HNR(harmonics to noise ratio), SNR (signal to noise ratio) 등을 측정하였다.

2.3. 자료 처리

음도, 비성도, 음질 간의 상관을 살펴보기 위하여 SPSS 10.0의 Pearson 상관관계 검정을 실시하였고, 유의도 검정수준은 .05로 하였다.

3. 연구 결과

3.1. 남자 /a/ 연장 발생 시 음도, 비성도, 음질 간의 관계

F₀와 Nasalance는 약한 정적 상관성이 있는 것으로 나타났고 음도와 음질 간에서는 Jitter, NNE, HNR과 약한 부적 상관성이 있으며, Shimmer와는 어느 정도 부적 상관성이 있었으며, SNR과는 어느 정도 정적 상관성이 있는 것으로 나타났다. 즉, 음도가 높을수록 음질과 관련된 음향학적 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 변하는 경향성이 있었으며, 비성이 증가하면서 음질과 관련된 음향학적 파라미터 값이 감소하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 비성도와 음질과의 관계에서, Nasalance는 Shimmer와 강한 부적 상관성이 있었고 SNR과 어느 정도 정적 상관성이 있는 것으로 나타났다. 즉, 음성에서 비성과 음질 간에 어느 정도 관련성이 이 있는 것으로 나타났는데, 정상 음성에서 비성이 약간 포함될수록 음질과 관련된 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

<표 1> 남자 /a/ 연장 발생 시 음도, 비성도, 음질 매개변수들 간의 상관성

/a/	F ₀	Nasal	Jitter	Shimmer	NNE	HNR	SNR
F ₀	1	.258*	-.245*	-.435**	-.258*	-.122	.414**
Nasal		1	-.168	-.623**	-.037	-.106	.428**
Jitter			1	.542**	.389**	.010	-.442**
Shimmer				1	.384**	.315**	-.655**
NNE					1	.138	-.315**
HNR						1	-.139
SNR							1

*: p<.05, **: p<.01

3.2. 여자 /a/ 연장 발생 시 음도, 비성도, 음질 간의 관계

F₀와 Nasalance는 상관성이 없었으며, 음도와 음질과도 상관성이 없었다. 비성도와 음질 간에는 Nasalance와 HNR, SNR과는 강한 정적 상관성을 가지는 반면에, Jitter, Shimmer는 어느 정도의

부적 상관을 가졌다. 즉, 음성에서 비성과 음질 간에 어느 정도 관련성이 이 있는 것으로 나타났는데, 정상 음성에서 비성이 약간 포함될수록 음질과 관련된 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

<표 2> 여자 /t/의 음도, 비성도, 음질 매개변수들 간의 상관성

/t/	F ₀	Nasal	Jitter	Shimmer	NNE	HNR	SNR
F ₀	1	.126	.054	-.091	-.116	.146	.143
Nasal		1	-.301**	-.582**	-.068	.623**	.621**
Jitter			1	.754**	.494**	-.728**	-.725**
Shimmer				1	.377**	-.878**	-.873**
NNE					1	-.351**	-.354**
HNR						1	.999**
SNR							1

*: p<.05, **: p<.01

3.3. 남자 /l/ 연장 발성 시 음도, 비성도, 음질 간의 관계

F₀와 Nasalance는 상관이 없었다. 음도와 음질 간에는 Fo는 Jitter와는 약한 부적 상관이 있었고 Shimmer와는 어느 정도의 부적 상관이 있었으며, HNR과 SNR는 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 즉, 음도가 높을수록 음질과 관련된 음향학적 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 변하는 경향이 있었다. Nasalance와 HNR, SNR과는 어느 정도 정적 상관을 가지는 반면에 Shimmer, NNE는 어느 정도 부적 상관을 가졌다. 즉, 음성에서 비성과 음질 간에 어느 정도 관련성이 있는 것으로 나타났는데, 정상 음성에서 비성이 약간 포함될수록 음질과 관련된 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

<표 3> 남자 /l/ 음도, 비성도, 음질 매개변수들 간의 상관성

/l/	F ₀	Nasal	Jitter	Shimmer	NNE	HNR	SNR
F ₀	1	.038	-.228*	-.417**	-.326**	.528**	.528**
Nasal		1	-.052	-.520**	-.347**	.631**	.626**
Jitter			1	.483**	.280*	-.458**	-.454**
Shimmer				1	.643**	-.872**	-.876**
NNE					1	-.621**	-.632**
HNR						1	.997**
SNR							1

*: p<.05, **: p<.01

3.4. 여자 /l/ 연장 발성 시 음도, 비성도, 음질 간의 관계

F₀와 Nasalance는 상관이 없었으며, 음질과 Nasalance에서 Nasalance는 HNR, SNR과는 강한 정적 상관을 가지는 반면에, Jitter와 NNE와는 약한 부적 상관을 그리고 Shimmer와는 강한 부적 상관이 있는 것으로 나타났다. 즉, 음성에서 비성과 음질 간에 어느 정도 관련성이 있는 것으로 나타났는데, 정상 음성에서 비성이 약간 포함될수록 음질과 관련된 파라미터 값이 음질

의 개선 방향으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

<표 4> 여자 /l/ 음도, 비성도, 음질 매개변수들 간의 상관성

/l/	F ₀	Nasal	Jitter	Shimmer	NNE	HNR	SNR
F ₀	1	-.114	.012	.079	-.464**	.051	.055
Nasal		1	-.402**	-.619**	-.265*	.717**	.713**
Jitter			1	.822**	.353**	-.677**	-.677**
Shimmer				1	.404**	-.886**	-.885**
NNE					1	-.532**	-.535**
HNR						1	1.000**
SNR							1

*: p<.05, **: p<.01

3.5. 남자 /t/ 연장 발성 시 음도, 비성도, 음질 간의 관계

F₀와 Nasalance는 상관이 없었으며, 음도와 음질의 상관에서 음도가 높아질수록 음질과 관련된 음향학적 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 쪽으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 비성도와 음질과의 관련성에서는 Nasalance와 HNR, SNR과는 강한 정적 상관을 가지는 반면에, Shimmer, NNE는 어느 정도 부적 상관을 가졌다. 즉, 음성에서 비성과 음질 간에 어느 정도 관련성이 있는 것으로 나타났는데, 정상 음성에서 비성이 약간 포함될수록 음질과 관련된 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

<표 5> 남자 /t/의 음도, 비성도, 음질 매개변수들 간의 상관성

/t/	F ₀	Nasal	Jitter	Shimmer	NNE	HNR	SNR
F ₀	1	.196	-.009	-.240*	-.291*	.318**	.317**
Nasal		1	-.169	-.556**	-.376**	.631**	.630**
Jitter			1	.669**	.458**	-.658**	-.658**
Shimmer				1	.478**	-.865**	-.862**
NNE					1	-.641**	-.642**
HNR						1	1.000**
SNR							1

*: p<.05, **: p<.01

3.6. 여자 /t/ 연장 발성 시 음도, 비성도, 음질 간의 관계

F₀와 Nasalance는 상관이 없었으며, 음도와 음질의 상관에서 음도가 높아질수록 음질과 관련된 음향학적 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 쪽으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 비성도와 음질의 상관을 살펴본 결과, Nasalance는 HNR, SNR과는 강한 정적 상관을 가지는 반면에, Jitter, Shimmer와는 어느 정도 부적 상관을 가졌고 NNE와는 약한 부적 상관을 가졌다. 따라서 음성에서 비성이 어느 정도 포함될수록 깨끗한 음질이 산출되는 경향이 있는 것으로 나타났다.

<표 6> 여자 /t/의 음도, 비성도, 음질 매개변수들 간의 상관성

/t/	F ₀	Nasal	Jitter	Shimmer	NNE	HNR	SNR
F ₀	1	-.008	-.091	-.137	-.529**	.273**	.275**
Nasal		1	-.423**	-.511**	-.215*	.691**	.693**
Jitter			1	.834**	.405**	-.735**	-.724**
Shimmer				1	.424**	-.816**	-.809**
NNE					1	-.537**	-.538**
HNR						1	.999**
SNR							1

*: $p < .05$, **: $p < .01$

4. 결론 및 논의

인간의 음성 특성을 과학적으로 연구하기 위한 시도는 음성공학의 발전과 함께 꾸준히 이루어져 오고 있다. 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(유재연 등 2003). 이러한 음향분석기기 외에, 인간 음성의 음색을 연구하기 위해서는 스펙트로그램을 통한 음성 분석과 비성도 측정기(Nasometer, NasalView)를 통한 공명의 특성을 분석할 필요성이 있다. 따라서 본 연구는 음색 연구에서 필요한 음향학적 파라미터 간에 어떠한 상관성이 있는지를 밝혀, 음도, 비성도, 음질 간에는 어떤 관련이 있는 지를 알아보고자 하였다. 정상 성인의 음도, 비성도, 음질 간의 상관성에 관한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

남자의 /a/연장발성을 제외하고 Fo와 nasalance 간에는 상관이 없는 것으로 나타났다. 즉, 음도의 변화에 따라 비성도가 일정하게 변화하지 않는 것으로 나타났다. 남자의 /a/를 제외하고 음도와 음질 간에서는 Fo와 jitter, shimmer, NNE, HNR, SNR 등의 파라미터 간의 상관성을 알아 본 결과, 음도와 음질의 상관에서 음도가 높아질수록 음질과 관련된 음향학적 파라미터 값이 음질의 개선 방향으로 쪽으로 변하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 비성도와 음질과의 상관성을 살펴본 결과, nasalance는 HNR, SNR과는 강한 정적 상관성을 가지는 반면에, jitter, shimmer와는 어느 정도 부적 상관성을 가졌고 NNE와는 약한 부적 상관성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 정상 음성에서 비성의 정도에 따라 음질에 다소 변화가 있는 것으로 나타났는데, 비성이 어느 정도 포함될수록 음질과 관련된 파라미터 값들이 음질의 개선과 관련된 측면으로 변하는 것으로 나타났다. 이 결과는 안종복 등(2002)이 연구한 비성과 음질 간의 상관성을 알아 본 선행 연구의 결과와는 상이하다. 선행 연구와 본 연구의 결과가 상이하게 나타난 원인을 3가지 정도로 추정해 볼 수 있다. 첫째, 본 연구는 NasalView에 녹음된 음성 샘플을 Vocal Assessment program

에서 불러와서 음도와 음질을 분석하였다. 이 때, 녹음된 음성 샘플은 가장 안정된 부분을 편집하여 저장하였다. 따라서 비성도 측정과 음도, 음질 측정에서 음향학적으로 완전히 동일한 음성을 분석하였다는 점은 선행연구에서 Nasometer로 nasalance를 측정하고 동시에 마이크로폰을 통해 입력된 음성 신호를 Vocal Assessment로 측정한 실험 방법과는 다소 차이가 있을 수 있다. 둘째, 선행연구와 본 연구에서 음질과 비성도 간의 상관을 알아보기 위해 사용한 음향분석기기가 동일하지 않았다는 것이다. 음질을 분석하기 위해 사용된 음향분석 장비는 동일하였지만, 비성도를 측정하기 위해 사용된 도구(Nasometer와 NasalView)에서 차이가 있었다. 이것은 Nasometer와 NasalView 두 기기의 음향학적 측정치 간의 상관도가 선행연구와 본 연구의 결과간의 차이에 영향을 줄 수 있을 것이다. 마지막으로, 본 연구에서는 음성을 수집할 때 /a/, |, t/를 다양한 음도로 연장발성하게 하여 비성도와 음질의 상관을 알아본 반면에, 선행연구에서는 /a/, /ä/, /a:/ 3가지 발성 샘플을 분석하였다. 즉, 본 연구와 선행 연구에서 분석한 음성샘플 간에 차이가 있었다.

본 연구의 결과는 음색을 연구하는 데 있어 음도, 강도, 음질 뿐만 아니라 공명 특성을 함께 분석할 필요성을 제시하고 있다. 또한, 공명 특성을 분석하기 위해 사용되는 Nasometer와 NasalView 간의 상관 연구의 필요성 제시하며 더 나아가 질적 분석 측면에서 스펙트로그램을 이용한 음성분석을 통해 다양한 측면에서의 음색의 음향학적 분석이 필요할 것이다. 또한 본 연구는 정상 음성을 가진 성인들을 대상으로 하여 음도, 음질, 비성도 간의 상관을 알아보았다. 발생기관이나 공명기관의 문제로 인해 비정상적인 음성을 산출할 경우에 병리적인 음성에서의 음도, 음질, 비성도 간의 상관 연구를 통해 병리적인 음성에서는 음도, 음질, 비성도 간에 어떤 관련성이 있는 연구를 실시함으로써 음성장애인의 음도, 음질, 비성도 간의 관련성과 음성 치료에 유용한 정보를 제시할 수 있다고 본다.

좋은 목소리가 산출되기 위해서는 발생단계에서 성대 진동의 규칙성 및 대칭성, 적절한 성문의 폐쇄가 매우 필요하다. 본 연구의 결과를 토대로 본다면 음성은 발생과 공명에 의해 이루어지며 발생과 공명 특성은 서로 관련성이 있기 때문에 좋은 목소리의 산출은 후두 수준에서의 적절한 발생이 이루어지는 것뿐만 아니라 공명의 작용과도 관련되어져 있으며 더 나아가 좋은 음성을 산출하기 위한 훈련으로 최적의 음도, 음질 산출 훈련뿐만 아니라 적절한 공명훈련이 필요하다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 대구 경북지역의 55명 정상성인을 대상으로 하였다. 음성치료 분야에서 공명 문제를 가지는 많은 음성장애 집단(구개열, 뇌성마비, 청각장애 등)을 대상으로 이들 집단의 음색 특성을 알아보는 연구도 필요할 것이다.

참 고 문 헌

Shin, H. G., Kim, O. H., & Kim, H. G. (1998). "The speech of cleft palate patients using Nasometer, EPG and computer based speech analysis system", *Speech Sciences*, Vol. 4(2), pp. 69-89.
 (신효근, 김오환, 김현기,(1998). "비음 측정기, 전기 구개도 및 음성 분석 컴퓨터 시스템을 이용한 구개열 언어 장애의 특성 연구." *음성과학*, Vol. 4(2), 69-89.)

Ahn, J. B., Shin, M. S., Noh, D. W. Bak, E. A., & Jeong. O. R. (2002). "The effects of nasalance on quality of voice", *Speech Sciences*, 9(3), pp. 133-140.
 (안종복, 신명선, 노동우, 백은아, 정옥란, (2002). "비성이 음질에 미치는 영향에 대한 음향학적 연구." *음성과학*, 9(3), 133-140.)

Yoo, J. Y., Jeong. O. R., Jang, T. Y., & Ko, D. H. (2003). "A correlation study among acoustic parameters of MDVP, Praat, and Dr. Speech", *Speech Sciences*, Vol. 10(3), pp. 29-36.
 (유재연, 정옥란, 장태엽, 고도홍,(2003). "MDVP와 Praat, Dr.Speech 간의 음향학적 측정치에 관한 상관연구." *음성과학*, 10(3), 29-36.

Bzoch, K. R. (1964) "The effects of a specific pharyngeal flap operation upon the speech of forty cleft palate persons." *Journal of Speech and Hearing Disorders*, Vol. 29, pp.111-120.

- 박성종 (Park, Sung-Jong)
 서울아산병원 재활의학과
 서울특별시 송파구 풍납2동 388-1
 Tel: 02-3010-3785 Fax: 02-3010-6672
 Email: boyparksj@hanmail.net
 관심분야: 신경언어장애, 음성장애
- 유재연 (Yoo, Jae-Yeon) 교신저자
 대불대학교 언어치료청각학과
 전남 영암군 삼호읍 산호리 72번지
 Tel: 061-469-1483 Fax: 061-469-1317
 Email: slpyoo@db.ac.kr
 관심분야: 음성장애, 신경언어장애