

비성이 음질에 미치는 영향에 대한 음향학적 연구

The Effects of Nasalance on Quality of Voice

안 종 북* · 신 명 선* · 노 동 우* · 백 은 아* · 정 옥 란*

Jong-Bok Ahn · Myung-Sun Shin · Dong-Woo Noh · Euna Paik · Ok-Ran Jeong

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate any changes in acoustic qualities of voice as a function of nasalance, in order to determine the relationship between vocal quality and nasalance. Twenty normal subjects (10 males and 10 females) vocalized /a/, /ā/, and /aŋ/. The changes in nasalance and acoustic characteristics of the voice were analyzed by Nasometer (Model 6200-3, Kay Elemetrics, co) and Dr. Speech 4.0 (Tiger Electronics, Co), respectively. One-way ANOVA was used to examine any changes in jitter, shimmer, harmonics-to-noise ratio, and normalized noise energy relative to the nasalance in 3 types of vocalization.

The Person r correlation coefficient was used to identify the relationship between the nasalance and the vocal quality. There was no statistically significant changes in jitter, shimmer, HNR and NNE. The jitter, however, tended to increase as the nasalance score increased, compared to the other vocal parameters. In addition, the NNE showed an increase on /ā/ and /aŋ/, more on the /aŋ/. Thus, it was speculated that NNE could be used to identify or screen resonant disorders with hypernasality

Keywords: Nasalance, Voice Quality, Jitter, NNE

1. 서 론

사람의 말소리는 성문 수준에서 성대 진동을 통해 만들어진 후두원음이 성로를 지나면서 인두강, 구강, 비강 등의 공명장에서 공명이 되면서 여러 조음기관들의 움직임을 통해 산출된다. 이때 구강을 통해 모든 기류가 방출되는 구강음에 비해 비(강)음은 연구개의 활동부분(effective length of velum)이 하강되어 일정량의 기류가 비강에서 공명·방출된다.

비성도란 성도의 공명기관 중 특히 비강 및 구강과 연관된 공명장에 시에 나타나는 비음의 정도를 나타내는 하나의 척도로서 이용되는 청각학적인 용어이다. 각종 비강 혹은 부비동의 질환 중 기류의 비강 통과장애를 일으키는 여러 질환은 이러한 정상적인 비강음의 발생에 영향을 주어 청각적으로 비음도에 변화를 가져온다. 선천성 구개파열이나 미주신경 마비로

* 대구대학교 언어치료학과

인한 연인두 부전증 환자의 경우에는 심한 연구개 기능 저하로 말미암아 연하 시에 음식물이 코로 역류되고, 발성 시에 지나치게 비강공명을 나타내는 과대비성이 나타난다. 반대로, 만성 부비동염이나 알레르기 비염, 비강암 등으로 인한 비강의 폐색, 아데노이드 비대 등으로 인한 비인강의 막힘에 의해서 정상적으로 생겨야 하는 비강공명이 현저하게 감소되는 경우 과소비성이 나타나는데, 두 경우 모두 공명장애에 포함된다. 공명장애는 편도비대, 신경손상에 의한 연구개 마비, 심리적인 문제, 구개파열 등으로 발생하는데, 일반적으로 이러한 것들 중에서 가장 많은 비율을 차지하는 것이 구개파열이다.

구개파열 아동의 일반적인 구어 특징은 음질 문제와 조음 문제라 할 수 있다. 그 중에서도, 특히 음질문제와 관련해서, 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 효과가 있다고 추정되고 있다(Bzoch, 1964). McWilliams (1969)는 구개파열의 아동의 74%가 만성적인 목선 음성을 나타내었고, 86%가 성대의 기질적 문제를 가지고 있는데, 대부분 양측성 성대 결절이었다고 했다(황희정 재인용, 1998). 이러한 연구 결과들은 구개파열 아동들이 파열 혹은 연인두 폐쇄 부전 등의 결과 과대비성이 나타나게 되며, 이러한 과대비성에 대한 보상으로 음성의 강도를 높이기 때문에 성대 혹은 후두에 긴장이 증가되며 성대남용과 더불어 목선 음성이 나타나게 된다고 하였다. 몇몇 구개파열 아동들은 연인두 폐쇄가 적절하게 이루어지지 않기 때문에 대화 시 과대비성에 대한 보상전략으로 약한 음성 증후군(soft voice syndrome) 및 억압된 음성, 단음도 등을 나타내는 등 정상적인 음성산출에 어려움을 보인다(Bzoch, 1979; 황희정 재인용, 1998). 신희근(1998) 등은 후두 활동을 음향학적인 파라미터인 기본주파수(음도) 및 강도로 평가한 결과 구개파열 아동은 저모음 및 고모음 모두에서 대조군 아동보다 기본주파수가 높게 나타났으며, 강도는 낮게 나타났다고 하였다. 이러한 결과는 비인강 폐쇄부전으로 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. 이러한 현상은 구개열 아동의 후두 질환을 평가하는 주파수변동률(Jitter) 측정에서도 동일한 결과로 나타났다고 하였다. 저모음 발성시 구개열 아동은 대조군보다 2 배 이상 높게 나타났으며, 구개열 아동의 Jitter 값은 Koike 방식에 의한 후두질환 평가기준을 1%로 할 때 후두질환으로 나타났다고 하였다.

이러한 연구들을 고찰해 보면, 비성 특히 과대비성과 음질의 특정 파라미터들은 관련성이 있음을 알 수 있다. 특히 구개파열 아동들의 경우, 과대비성에 대한 보상으로 혹은 감추기 위한 일종의 수단으로 성대 혹은 후두의 발성 메카니즘에 변화를 줌으로써 목선 음성, 억압된 음성, 단음도 등과 같이 음성의 음질에 있어서 변화를 일으킨다. 그러나 현재까지 비성이 음성의 음질과 직접적으로 어떠한 관련성이 있는가에 대해서는 논란이 많다. 특히 음성에 대한 주관적인 평가의 측면에서 상대방과의 대화에 있어 어느 정도의 비성이 섞이는 것은 청자들에게 받아들여질 수도 있지만, 그 이상은 말의 명료도를 떨어뜨릴 수 있다. 그러나 어느 정도의 비성이 말의 명료도를 떨어뜨리는 지에 대해서는 정확하게 규정하기 어려운 것은 말의 명료도에 영향을 미치는 요인이 많고 문화, 지역 개인차 등에 따라 그 기준이 달라질 수 있기

때문이다.

따라서, 본 연구는 비성도에 따른 음질의 변화를 알아보고, 비성도와 음질과의 관련성을 규명하고자 하였다. 또한, 비성과 음질의 각 측정치(주파수변동률, 진폭변동률 <Shimmer>, 배음 대 소음비율 <HNR>, 정규화된 소음에너지 <NNE>) 간의 상관성을 밝히하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구는 18~28 세 정상 성인 20 명(남자 10 명, 여자 10 명)을 대상으로 하였다. 연구대상 선정 기준은 언어치료 현장에서 2 년 이상 경험이 있는 언어치료사가 대상자의 음성을 듣고 정상이라고 평가하고 폐 질환, 신경계 질환, 후두 질환, 구강-조음기관에 이상이 없고, 현재 감기나 알레르기 증후가 없으며, 최근 6 개월 동안 후두병력이 없는 사람으로 선정하였다.

2.2 연구도구

비성도와 음성의 음질과의 관련성을 알아보기 위해 Nasometer (Model 6200-3, Kay Elemetrics)와 Dr. Speech 4.0 (Tiger Electronics)을 이용하였다. Nasometer는 비성을, Dr. Speech 4.0 (Tiger Electronics)은 음성의 음질을 측정하기 위해 사용하였다.

음성을 샘플링할 때, Nasometer는 본체의 스피커와 헤드셋과의 거리를 30 cm로 유지하며, 반향과의 방해로 차단하기 위해 캘리브레이션 시벽으로부터 91 cm 떨어뜨렸다. 다음으로 바 모드에서 비음도 막대 그래프가 50%선이 유지되도록 조정하며, 코와 입술 사이의 격벽판의 각도를 $90^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 가 되도록 하였다.

2.3 연구절차

피험자들은 Nasometer의 헤드셋을 착용한 다음, Dr. Speech의 마이크에 /a/, /ā/, /aŋ/를 발성하였다. 각각의 발성에서 가장 안정된 구간 1초를 선택하여 음성의 음질을 분석하였다. 편안하고 안정된 음성을 샘플링하기 위하여 데이터 수집 전 대화를 1분간 유도하였다. /ā/와 /aŋ/은 두 음소 모두 지각적으로 들었을 때 비성적이라고 판단되는 음소로써 조음적 차이는 연인두 구멍의 gap에 의한 것이다.

다만 /ā/의 경우, 피험자들은 의도적으로 비성을 섞어 발성을 해야 하기 때문에, 피험자들 각각에 따라 비성의 정도가 다를 수 있다. 그러므로, 여러 번의 발성 중 비성의 정도(%)가 40~50(%)인 음성을 샘플로 선택하여 분석하였다.

2.4 자료처리

피험자들이 발성한 /a/, /ā/, /aŋ/에서 음질(주파수변동률, 진폭변동률, 배음 대 소음 비율, 정규화된 소음에너지) 변화의 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One-Way ANOVA)을 실시하였다. 또한 비성도와 음질과의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 계수로 산출하였다. 유의수준은 95%로 검정하였다.

3. 결 과

3.1 /a/, /ā/, /aŋ/에서 음질 변화의 일원분산분석 결과

3.1.1 /a/, /aŋ/, /ā/에서의 각 Jitter들에 대한 일원분산분석

피험자들이 발성한 /a/, /ā/, /aŋ/에서 Jitter 변화의 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One-Way ANOVA)을 실시한 결과 유의한 차이가 없었다($F_{2,57}=.530$). /a/에서 Jitter는 $.32 \pm .19\%$, /ā/에서는 $.38 \pm .32\%$, /aŋ/에서는 $.40 \pm .28\%$ 로 나타났다.

표 1. /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 Jitter들에 대한 일원분산분석

	제공합	자유도	평균제공	F
처리(또는 요인)	6.832E-02	2	3.416E-02	.530
잔차(또는 오차)	3.675	57	6.448E-02	
전 체	3.744	59		

3.1.2 /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 Shimmer들에 대한 일원분산분석

피험자들이 발성한 /a/, /ā/, /aŋ/에서 Shimmer 변화의 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One-Way ANOVA)을 실시한 결과 유의한 차이가 없었다($F_{2,57}=.541$). /a/에서 Shimmer는 $3.16 \pm 1.11\%$, /ā/에서는 $3.65 \pm 1.81\%$, /aŋ/에서는 $3.20 \pm 1.58\%$ 로 나타났다.

표 2. /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 Shimmer들에 대한 일원분산분석

	제공합	자유도	평균제공	F
처리(또는 요인)	2.918	2	1.459	.541
잔차(또는 오차)	133.943	57	2.350	
전 체	136.861	59		

3.1.3 /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 NNE들에 대한 일원분산분석

피험자들이 발성한 /a/, /ā/, /aŋ/에서 NNE 변화의 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One-Way ANOVA)을 실시한 결과 유의한 차이가 없었다($F_{2,57}=.076$). /a/에서 NNE는 -12.00 ± 5.10 dB, /ā/에서는 -8.28 ± 6.12 dB, /aŋ/에서는 -8.84 ± 5.07 dB로 나타났다.

표 3. /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 NNE들에 대한 일원분산분석

	제공합	자유도	평균제공	F
처리(또는 요인)	160.541	2	80.270	.076
잔차(또는 오차)	1695.636	57	29.748	
전 체	1856.177	59		

3.1.4 /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 HNR들에 대한 일원분산분석

피험자들이 발성한 /a/, /ā/, /aŋ/에서 HNR 변화의 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One-Way ANOVA)을 실시한 결과 유의한 차이가 없었다($F_{2,57}=.581$). /a/에서 HNR은 22.26 ± 2.85 dB, /ā/에서는 20.77 ± 5.19 dB, /aŋ/에서는 21.48 ± 5.07 dB로 나타났다.

표 4. /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 HNR들에 대한 일원분산분석

	제곱합	자유도	평균제곱	F
처리(또는 요인)	22.242	2	11.121	.581
잔차(또는 오차)	1155.307	57	20.269	
전 체	1177.549	59		

3.2 비성의 정도에 따른 음성에서 음질의 상관관계

3.2.1 /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 Jitter들의 상관관계

/a/에서 Jitter는 $.32 \pm .19\%$, /aŋ/에서는 $.40 \pm .28\%$, /ā/에서는 $.38 \pm .32\%$ 로 나타났다. /a/에서의 Jitter와 /aŋ/에서의 Jitter의 상관은 $r=.214$ 로 나타났고, /a/에서의 Jitter와 /ā/에서의 Jitter의 상관은 $r=-.095$ 로 나타났고, /aŋ/에서의 Jitter와 /ā/에서의 Jitter의 상관은 $r=.203$ 으로 나타났다.

3.2.2 /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 Shimmer들의 상관관계

/a/에서 Shimmer는 $3.16 \pm 1.11\%$, /aŋ/에서는 $3.20 \pm 1.58\%$, /ā/에서는 $3.65 \pm 1.81\%$ 로 나타났다. /a/에서의 Shimmer와 /aŋ/에서의 Shimmer의 상관은 $r=.272$ 로 나타났고, /a/에서의 Shimmer와 /ā/에서의 Shimmer의 상관은 $r=-.103$ 으로 나타났고, /aŋ/에서의 Shimmer와 /ā/에서의 Shimmer의 상관은 $r=.168$ 로 나타났다.

3.2.3 /a/, /ā/, /aŋ/에서의 각 NNE들의 상관관계

/a/에서 NNE는 -12.00 ± 5.10 dB, /aŋ/에서는 -8.84 ± 5.07 dB, /ā/에서는 -8.28 ± 6.12 dB로 나타났다. /a/에서의 NNE와 /aŋ/에서의 NNE의 상관은 $r=.375$ 로 나타났고, /a/에서의 NNE와 /ā/에서의 NNE의 상관은 $r=.364$ 로 나타났고, /aŋ/에서의 NNE와 /ā/에서의 NNE의 상관은 $r=.747$ ($p<.01$)로 매우 유의하게 나타났다.

표 5. /aŋ/에서의 NNE와 /ā/에서의 NNE의 상관관계

	N	M	SD	r
/aŋ/에서의 NNE	20	-8.8380	5.0721	.747**
/ā/에서의 NNE	20	-8.2830	6.1233	

** $p<.01$

3.2.4 /a/, /ā/ /aŋ/에서의 각 HNR들의 상관관계

/a/에서 HNR은 22.26 ± 2.85 dB, /aŋ/에서는 21.48 ± 5.07 dB, /ā/에서는 20.77 ± 5.19 dB로 나타났다. /a/에서의 HNR과 /aŋ/에서의 HNR의 상관은 $r=.294$ 로 나타났고, /a/에서의 HNR과 /ā/에서의 HNR의 상관은 $r=.033$ 으로 나타났고, /aŋ/에서의 HNR과 /ā/에서의 HNR의 상관은 $r=.160$ 으로 나타났다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 비성도에 따른 음질의 변화를 알아보고, 비성도와 음질과의 관련성을 알아보고자 하였다. 본 연구의 결과 비성도에 따라 음질과 관련된 매개변수 즉, Jitter, Shimmer, NNE, HNR 각각에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 Jitter에서, 비록 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 비성도가 증가함에 따라 Jitter의 값도 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 신호근 등(1998)은 구개열 아동집단과 정상 아동집단을 대상으로 고모음 발성시 Jitter에 대한 연구 결과, 정상 아동집단보다 구개열 아동집단의 Jitter 값이 2 배정도 높게 나타난다고 하였다. 그러나 그러한 결과는 비성이 Jitter에 영향을 미치기 때문이라기보다는 구개열 아동들이 정상 아동들과는 다른 발성 생리학적 패턴과 후진오류로 인해 성대결절과 같은 문제가 생기고, 그 결과 음성의 음질에 문제가 나타나는 것으로 볼 수 있다. 실제로 많은 구개열 혹은 연인두 기능 부전 환자들은 과대비성을 감소하기 위해 보상조음의 형태로 목의 뒷부분에 힘을 주거나 후두 부위를 긴장시켜 발성하는 패턴을 가지고 있다. 이러한 경우 어느 정도 비성을 감소시킬 수도 있지만, 오히려 그러한 부적절한 발성 패턴으로 인해 음성 장애가 나타날 수 있다.

음질의 또 다른 측정치인 NNE에서도 역시 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 비음 /aŋ/과 비성화된 /ā/에서 NNE가 증가하는 경향이 나타났다. 이러한 경향에 대해 보다 더 심층 분석을 하기 위해, 각각의 발성에서의 NNE에 대한 상관관계를 알아보았다. 비록 /a/에서의 NNE와 /ā/에서의 NNE의 상관은 $r=.364$ 로 나타났지만, /aŋ/에서의 NNE와 /ā/에서의 NNE의 상관은 $r=.747(p<.01)$ 로 강한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 비성이 음성에 섞이게 되면 음질과 관련된 다른 측정치들 보다 정규화된 소음 에너지의 값에 보다 더 영향을 미친다고 할 수 있다. 비성이란 말 자체가 코를 통해 기류가 방출되는 것 혹은 비강 공명이 이루어진다는 의미를 가지고 있다. 따라서, 비성은 음성의 음질과 관련된 측면에서 NNE와 민감한 관련이 있다는 것을 추론해 볼 수 있다.

음질은 음성의 질적인 특성을 의미한다. 우리가 음질에 대한 핵심적인 면을 효과적으로 찾아내기 위해 사용하는 측정치는 Jitter, Shimmer, NNE, HNR 등이 있다. 그 중에서 Jitter와 Shimmer의 경우, 성대의 운동성과 관련된 것으로, 성대가 얼마나 규칙적으로 운동을 하느냐에 대해 측정하는 반면, NNE와 HNR은 음성의 에너지와 관련된 측정치이다. 즉 NNE는 음성이 산출될 때 나타나는 정규적인 소음 에너지를 나타내는 것이고, HNR은 배음과 소음의 비율을 나타내는 것이다. 본 연구의 결과, 음성의 에너지 측면에서 NNE가 HNR보다 비성에 더욱 민감한 경향이 있었다. 즉 비성이 섞인 음성일수록 NNE가 증가되는 경향이 있으므로

병리적인 음성을 선별하는데 보다 효과적으로 활용할 수도 있다는 추론이 가능하다. 이는 NNE가 HNR보다 성대 수준의 소음을 측정하는 데에 보다 효과적이라는 Kasuya(1986) 등의 연구와 더불어 NNE의 민감성(sensitivity)이 우수함을 뒷받침해준다.

이러한 연구 결과를 고려해 볼 때, 구개과열 및 연인두 폐쇄 부전, 기타 여러 가지 이유로 과대비성이 많이 산출되는 집단을 대상으로 후속연구를 실시하여 소음에너지와 관련된 측정치, 즉 NNE가 증가하는 연구결과가 나온다면 NNE가 음성장애(특히 음질)를 진단하는데 뿐만 아니라 공명장애의 진단에도 추가적으로 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 신효근, 김오환, 김현기. 1998. "비음 측정기, 전기 구개도 및 음성 분석 컴퓨터 시스템을 이용한 구개열 언어 장애의 특성 연구." *음성과학*, 4(2), 69-89.
- 임경열, 신명선, 안중복, 정옥란. 2001. "HNR과 NNE와의 상관관계 연구." *음성과학*, 8(3), 235-241.
- 황희정. 1998. *시각적 피드백이 구개과열아동의 과대비성 개선에 미치는 효과*. 미간행 석사학위 청구논문, 대구대학교 대학원.
- 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*, 29, 111-120.
- Kasuya, H., S. Ogawa, K. Mashima & S. Ebihara. 1986. "Normalized Noise Energy as an Acoustic Measure to Evaluate Pathological Voice." *Journal of the Acoustical Society of America*, 80, 1329-1334.
- 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: 2002. 7. 10.

게재결정: 2002. 9. 4.

▲ 안중복

대구광역시 남구 대명3·7동 2288번지 (우: 705-714)
 대구대학교 대학원 재활과학과 언어치료전공 박사과정
 Tel: +82-53-650-8273 (O) Fax: +82-53-657-7322
 E-mail: antato@hanmail.net

▲ 신명선

대구광역시 남구 대명3·7동 2288번지 (우: 705-714)
 대구대학교 대학원 재활과학과 언어치료전공 박사과정
 Tel: +82-53-650-8273 (O) Fax: +82-53-657-7322
 E-mail: sms2012@hanmail.net

▲ 노동우

대구광역시 남구 대명3·7동 2288번지 (우: 705-714)
대구대학교 대학원 재활과학과 언어치료전공 박사과정
Tel: +82-53-650-8275 (O) Fax: +82-53-624-4955
E-mail: nobeat@hanmail.net

▲ 백은아

대구광역시 남구 대명3·7동 2288번지 (우: 705-714)
대구대학교 대학원 재활과학과 언어치료전공 박사과정
Tel: +82-53-650-8275 (O) Fax: +82-53-624-4955
E-mail: eunaslp@hanmail.net

▲ 정옥란

대구광역시 남구 대명3·7동 2288번지 (우: 705-714)
대구대학교 재활과학대학 언어치료학과
Tel: +82-53-650-8274 (O)
E-mail: oj@daegu.ac.kr