

기상 후 시간에 따른 음도 변화에 대한 연구

A Research on Time-Dependent Fundamental Frequency Variations
after Waking up in the Morning

안 종 복* · 남 현 옥** · 정 옥 란***

Jong-bok Ahn · Hyun-wook Nam · Ok-Ran Jeong

ABSTRACT

This study was intended to analyze difference of vocal folds movements between upon wakeup and in several hours later in the morning. The difference of vocal fold movements was compared with fundamental frequency and a range of fundamental frequencies from maximum to minimum. The participants were 30 female adults between 20 and 29 years old. Voice samples were collected from their reading sentence (Jeong, 1993). The first sampling was conducted within 5 minutes after wakeup, while the second on 1 hour after the first sampling. Finally, the third voice sample was collected on 6 hours after the second sampling. The results of this study were as follows: First, fundamental frequency of the participants were by hour significantly time-dependent ($F=7.843$). Post-hoc multiple comparison (LSD) was conducted to determine when the difference could be observed. The result showed significant differences between upon wakeup and 6 hours later ($p < .001$) and between 1 hour later and 6 hours later ($p < .05$). Second, there were a significantly time-dependent ranges of fundamental frequencies of participants by hour ($F=3.130$). According to the results of the LSD analysis the significant differences in range of fundamental frequencies were found between upon wakeup and 1 hour later and also between wakeup and 6 hours later ($p < .05$). The results above indicate that vocal fold movements upon wakeup is different from those of several hours later.

Keywords: fundamental frequency, range of fundamental frequency, periods of time after waking up

1. 서 론

잘 생기고 예쁜 외모만큼 아름다운 목소리(음성)를 가지고 싶어 하는 것은 현대를 살아가는 모든 사람들의 바람일 것이다. 특히 음성을 직업적(혹은 전문적)으로 사용하는 사람이라면 그러한 바람은 더욱 클 것이다. 타인에게 좋은 인상을 주는 것은 물론 직업을 얻고 직업 생활에서도 한 발 앞

* 가야대학교 언어치료청각학과

** 춘해대학 유아특수언어재활과

*** 대구대학교 언어치료학과

서 나갈 수 있는 등 아름다운 목소리를 가짐으로써 얻을 수 있는 이득은 무한하다.

목소리는 기본적으로 선천적인 요인들과 후천적인 요인들에 의해 만들어진다. 선천적인 요인들은 후두의 해부적 및 생리적 메커니즘과 관련된 것이고, 후천적인 요인들은 음성치료, 음성훈련 및 음성관리와 관련된 것이다. 전자는 후두를 형성하는 여러 연골과 성대를 포함한 여러 근육들의 작용으로 후두원음(buzzing sound)을 만든다. 이 후두원음이 공명 과정을 거치면서 어떤 사람의 목소리, 즉 음성이 만들어지는 것이다. 후자는 후두의 해부 및 생리적 메커니즘 혹은 기능적인 문제로 인해 정상적인 음성이 만들어지지 못할 경우 의료 처치, 음성 치료를 하는 것과 관련 있을 뿐만 아니라 정상적인 혹은 아름다운 음성을 산출하기 위해 일상생활의 측면에서 예방 차원으로 준수해야 할 사항들과 금기해야 할 사항들에 대한 제안, 그리고 직업상 최적의 음성을 산출하기 위한 촉진 방법을 포함하는 음성 관리에 관한 것이다(Broaddus-Lawrence et al., 2000; Roy et al., 2002; Timmermans et al., 2003; Timmermans et al., 2005). 이러한 선천적 요인들 및/혹은 후천적 요인들에 문제가 발생할 경우 음성 산출에 문제가 일어나는 것은 당연한 것이다.

다른 질병들과 마찬가지로 음성 문제도 발병된 후 치료하는 것도 중요하지만 무엇보다 예방이 중요하다. 예방이란 질병이 일어나기 전 미리 대처하여 막는 것을 의미한다. 따라서 음성의 예방이란 음성을 산출하는 기관인 후두에 질병이 일어나기 전에 미리 막는 것은 물론, 잘못된 발성 습관 같은 기능적인 문제도 미리 대처해서 막는 것을 의미한다. 특히, 교사와 같이 음성 문제가 발생할 가능성이 높은 집단의 경우 음성위생과 같은 예방이 더욱 중요할 것이다(신영자, 2001; 정옥란, 2002). 실제로 아나운서를 비롯한 방송인들은 방송에 들어가기 전 화장, 옷차림 등을 체크하면서 자신의 목소리와 관련하여 나름대로의 준비를 한다는 것은 잘 알려져 있다.

음성에 있어 예방이란 여러 가지 측면이 있을 수 있는데, 성대의 준비 운동도 하나의 예방책일 수 있다. 왜냐면 음성 산출 자체는 근본적으로 성대 진동의 결과, 즉 성대라는 근육이 운동을 함으로써 산출되는 것이기 때문이다. 따라서 성대 근육의 상태가 어떠한가에 따라 좋은 음성이 산출되기도 하고 좋지 못한 음성이 산출되기도 한다. 마치 축구 선수가 경기에 들어가기 전 스트레칭이나 달리기와 같은 준비 운동을 하고 경기를 치르는 것과 준비 운동을 하지 않고 경기를 치를 때 그 결과에서 차이가 나는 것과 같은 원리이다. 동일한 원리로, 기상 직후 성대를 본격적으로 사용하기 전에 성대의 근육 상태를 확인하고, 그 상태에 적합한 운동을 해 준다면 음성 산출에 도움이 될 것이다.

하루 동안 성대의 운동성과 관련하여, 오전에는 기본주파수(F_0)가 보다 낮으며, 오후에는 배음대 소음 비율(signal to noise ratio: SNR)은 높아진다는 연구들이 보고된 바 있다(Hall, 1995; Sonninen et al., 1972). Sonninen 등(1972)은 이러한 특성을 음성 워밍업(vocal warm up) 현상이라 하였다.

이처럼 기상 직후 성대의 움직임, 즉 운동성은 오후 혹은 저녁 시간 동안의 움직임과 다를 수 있다. 이에 연구자들은 성대의 운동성이 기상 직후와 어느 정도 시간이 지난 후에서 실제로 차이가 있는지를 알아보려고 하였다. 그러한 차이를 확인함으로써 하루 동안의 음성변화 특성을 확인하고, 음성관리의 기초 자료로 제시할 수 있을 것이다. 성대의 운동성은 기본주파수, 성대진동의 규칙성, 진폭의 규칙성 등으로 규정할 수 있지만, 본 연구에서 성대의 운동성은 평균발화 기본주파수(speaking fundamental frequency: SFF) 그리고 평균발화 기본주파수 범위(최고주파수 - 최저주파수)를 비교하는 것으로 하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구는 20-29 세 대학생 30 명을 대상으로 하였다. 대상자들은 모두 여성이었다. 대상자들은 1급 언어치료사 자격증을 소지하고, 음성언어치료 경력이 1 년 이상인 언어치료사가 대상자들의 음성을 듣고 정상이라고 평가한 사람들이며, 비흡연자로 폐 질환, 신경계 질환, 구강-조음기관에 이상이 없고, 실험 당시 감기나 알레르기 증후가 없었으며, 목소리의 변화가 없는 사람들을 대상으로 선정하였다. 특히 실험 전날 지나친 음주가무와 같은 특별한 활동을 한 사람은 연구에서 제외시켰다.

2.2 연구 도구

이 연구는 실제로 아침에 일어난 직후 평균발화 기본주파수 및 평균발화 기본주파수 범위와 어느 정도 시간이 지난 후의 평균발화 기본주파수 및 평균발화 기본주파수 범위에 차이가 있는 지를 알아보기 위해 Praat(version 4.0)을 이용하였다.

2.3 연구 절차

이 연구는 3 단계로 실험이 이루어졌으며, 각 단계별로 산책 문단(정옥란, 1993)을 평상시대로 낭독하도록 하였다. 모음 연장발성 과업이 아닌 읽기 과업을 사용한 것은 일상생활과 최대한 비슷한 상황의 음성을 샘플링하기 위함이었다. 모든 대상자에게 실험 실시 전날 실험 과정을 설명하고, 평상 시 생활대로 일상생활을 하도록 하였고, 실험 실시 직전 다시 한 번 인식시켰다. 또한 실험 전날 저녁 지나친 음주 혹은 음성 남용(예, 노래 부르기)을 자제하도록 하였다.

첫 번째로 대상자들의 기상 직후(5 분 내) 음성을 샘플링 하였다. 두 번째로 처음 샘플링을 한 후 정확히 1 시간 후 다시 음성을 샘플링 하였다. 마지막으로, 두 번째 음성을 샘플링 한 뒤 6 시간 뒤에 음성을 샘플링 하였다. 이 연구에서 대상자들의 음성을 정해진 시간 내에 샘플링 하는 것이 중요하기 때문에, 제 1 저자가 실험 전날부터 실험 당일 샘플을 모두 수집할 때까지 대상자들이 생활하고 있는 기숙사에서 함께 생활하였다. 샘플 시간의 제한으로 인해 하루에 1 명씩 음성을 샘플링하였다. 대상자들에게 각 샘플링 사이 시간 동안 일상생활처럼 행동하도록 하였다. 음성 샘플 분석은 대상자들이 산책 문단에서 제일 앞부분에 나오는 세 문장을 읽도록 하여, 그 중 두 번째 문장인 “바닷가에 나가 ~ 넓어지는 것 같다.”를 선택하여 평균발화 기본주파수와 평균발화 기본주파수 범위를 분석하였다. 첫 번째 문장의 경우 긴장, 일시적인 발성일탈(기상 직후의 경우)과 같은 문제들이 발생할 수 있기 때문에 두 번째 문장을 분석하였다. 대상자들의 모든 음성 샘플은 Digital Voice Recorder(SHARP, SDR-5128MP)를 사용하여 녹음하였다.

평균발화 기본주파수와 평균발화 기본주파수 범위의 수치는 Praat에서 음성파형을 Edit 창에 띄워 놓고, Pitch 메뉴의 ‘Show pitch’를 선택하여 pitch 곡선을 나타낸 후 곡선에서 벗어난 부분은 잡음으로 간주하여 제외하되, 그 중에서 대상자의 음성이 명확히 들리는 부분은 분석에 포함시켰다. 그런 다음 ‘Pulses’의 ‘Voice report’에서 제시된 결과 중 평균발화 기본주파수는 Mean pitch의 수치를 사용하였고, 평균발화 기본주파수 범위는 Maximum pitch와 Minimum pitch의 수치를 확인하였다.

2.4 자료 처리

자료의 통계적 처리는 SPSS 12.0 for Window를 사용하였다. 대상자들이 아침에 일어난 직후 음성의 평균발화 기본주파수가 어느 정도 시간이 지난 후와 차이가 나는지, 그리고 평균발화 기본주파수 범위에서도 차이가 나는 지를 알아보기 위해 일원배치 분산분석을 실시하였다.

3. 결 과

3.1 기상 직후, 1 시간 후 및 6 시간 후의 평균발화 기본주파수 차이

대상자들의 기상 직후, 1 시간 후 그리고 6 시간 후 각 평균발화 기본주파수에 대한 평균과 표준편차는 <표 1>과 같다. 시간 별 대상자들이 산출한 음성의 평균발화 기본주파수에서 차이를 알아보기 위해 일원배치 분산분석을 실시한 결과는 <표 2>와 같다.

표 1. 시간별 평균발화 기본주파수의 평균과 표준편차

	N	M	SD
기상 직후	30	189.02 Hz	27.29
1시간 후	30	198.90 Hz	17.71
6시간 후	30	211.20 Hz	18.94

표 2. 시간별 평균발화 기본주파수 차이에 대한 일원분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균제곱	F
집단-간(조합됨)	7409.980	2	3704.990	7.843**
집단-내	41096.952	87	472.379	
전체	48506.932	89		

** $p < .01$

분석 결과, 시간 별 대상자들의 평균발화 기본주파수에 있어 유의한 차이가 나타났다($F = 7.843$). 유의한 차이가 나타난 시간을 알아보기 위해 사후검정(LSD)을 실시한 결과, 기상 직후와 6시간 후 간($p < .001$), 1 시간 후와 6 시간 후 간에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$)(<표 3>). 기상 직후에서 평균과 표준편차는 정상 여성의 평균과 표준편차의 정상 범위($220 \pm 20\text{Hz}$)를 넘어선 것으로 나타났다.

표 3. 시간별 평균발화 기본주파수에 대한 사후검정 결과

		평균차	표준오차	유의확률
기상 직후	1 시간 후	-9.87933	5.61177	.082
	6 시간 후	-22.18200	5.61177	.000
1 시간 후	기상 직후	9.87933	5.61177	.082
	6 시간 후	-12.30267	5.61177	.031
6 시간 후	기상 직후	22.18200	5.61177	.000
	1 시간 후	12.30267	5.61177	.031

3.2 기상 직후, 1 시간 후 및 6 시간 후의 평균발화 기본주파수 범위의 차이

대상자들의 기상 직후, 1 시간 후 그리고 6 시간 후에서의 평균발화 기본주파수 변동 범위에 대한 평균과 표준편차는 <표 4>와 같다. 또한 시간 별 대상자들이 산출한 음성에서 평균발화 기본주파수 변동 범위의 차이를 알아보기 위해 일원배치 분산분석을 실시한 결과는 <표 5>와 같다.

표 4. 시간별 평균발화 기본주파수 범위의 평균과 표준편차

	N	M	SD
기상 직후	30	281.97 Hz	106.46
1시간 후	30	225.40 Hz	106.75
6시간 후	30	221.77 Hz	100.19

표 5. 시간별 평균발화 기본주파수 범위에 대한 일원분산분석 결과

	계급합	자유도	평균계급	F
집단-간(조합됨)	68383.538	2	34191.769	3.130*
집단-내	950293.504	87	10922.914	
전체	1018677.0	89		

* $p < .05$

분석 결과, 시간 별 대상자들 음성의 평균발화 기본주파수 변동 범위에서 유의한 차이가 나타났다($F = 3.130$). 유의한 차이가 나타난 시간을 알아보기 위해 사후검정(LSD)을 실시한 결과, 기상 직후와 1시간 후 간, 기상 직후와 6시간 후 간에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$)(<표 6>).

표 6. 시간 별 음성의 평균발화 기본주파수 변동 범위에 대한 사후검정 결과

		평균차	표준오차	유의확률
기상 직후	1시간 후	56.57227	26.98507	.039
	6시간 후	60.20573	26.98507	.028
1시간 후	기상 직후	-56.57227	26.98507	.039
	6시간 후	3.63347	26.98507	.893
6시간 후	기상 직후	-60.20573	26.98507	.028
	1시간 후	-3.63347	26.98507	.893

4. 논 의

본 연구는 기상 직후 성대의 움직임, 즉 운동성과 어느 정도 시간이 지난 후의 성대의 운동성에 실제로 어떤 차이가 있는 지를 알아보고자 하였다. 연구 결과 먼저 기상 직후, 1 시간 후 그리고 6 시간 후에서 음성의 평균발화 기본주파수에 차이가 있는지를 알아본 결과 유의한 차이가 나타났다($F = 7.843$). 차이가 나타난 시간대를 알아보기 위해 사후검정(LSD) 결과, 기상 직후와 6 시간 후 간($p < .001$), 1 시간 후와 6 시간 후 간의 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 반면 기상 직후와 1 시

간 후 간에는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과를 고려해 보면 기상 직후에 성대의 운동성은 어느 정도 시간이 지난 후에 성대의 운동성과 다르다고 할 수 있다. 그런데 본 연구의 결과는 Hall(1995)의 연구 결과와는 다르게 나타났다. Hall의 연구에서는 성대결절 집단과 정상 집단 각 10명을 대상으로 하루 동안에 오전, 오후 및 저녁에 각각 음성을 샘플링하여 기본주파수를 분석한 결과, 정상집단에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이처럼 두 연구의 결과가 다르게 나타난 이유는 대상자들의 음성을 샘플링하는 시간대가 달랐기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구에서는 대상자들을 대상으로 기상 직후 5분 이내에 첫 번째 음성을 샘플링하고, 그 시점으로 1시간 뒤 두 번째 음성을 샘플링하며, 마지막으로 두 번째 음성을 샘플링한 뒤 6시간 후 세 번째 샘플을 수집한 반면, Hall의 연구에서는 첫 번째 음성은 기상 후 2시간 뒤, 두 번째는 기상 후 7시간 뒤, 그리고 세 번째는 기상 후 12시간 뒤에 각각 음성을 샘플링 하였다. 따라서 음성을 샘플링하는 시간, 특히 기상 직후 음성을 샘플링하는 시간에 따라 음도에서 차이가 날 수 있음을 알 수 있다.

두 번째로 대상자들의 시간대별 음성의 평균발화 기본주파수 변동 범위의 차이를 비교해 본 결과 유의한 차이가 나타났다($F = 3.130$). 사후검정(LSD) 결과, 기상 직후와 1시간 후 간, 그리고 기상 직후와 6시간 후 간에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 이러한 결과는 기상 직후의 최대주파수와 최소주파수 사이의 범위가 다른 시간대에 비해 큰 것으로, 이는 기상 직후의 성대 상태, 즉 성대의 운동성이 안정되지 않다는 것을 시사해 주는 것이다.

본 연구의 결과들을 고려해 볼 때, 기상 직후의 음성 산출은 어느 정도 시간이 지난 후와는 달리 성대 진동 속도는 느리며, 진동 패턴 혹은 양상이 규칙적이지 못하고 안정적이지 못하다는 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 성대의 운동성이 규칙적이지 못하고 안정적이지 않은 이유는 두 가지 측면에서 생각해 볼 수 있을 것이다. 첫 번째로 수면 동안 인후두 역류(laryngopharyngeal reflux)가 성대의 운동성에 영향을 미칠 수 있다. 인후두 역류는 정상인에게서도 많이 나타나는데, 주로 수면시에 빈번하게 발생한다(Farrokhi & Vaezi, 2007). 수면 동안 역류되는 산(acid)은 후두의 피열연골과 성대 부분에 침투하게 되며, 기상 후 성대의 규칙적이고 안정적인 내·외진을 방해한다는 것이다. 두 번째로 안정적이지 못한 성문하압(subglottal air pressure)이 성대의 운동성에 영향을 미칠 수 있다. 음성의 기본주파수와 생리학적 요인들(예, 운상갑상근, 성문하압 등)의 상관성에 대한 선행연구들의 결과, 성문하압이 성대의 진동 속도와 직접적으로 관련이 있다는 것은 이미 증명되었다(Atkinson, 1973; Atkinson, 1978; Collier, 1975). Atkinson(1978)은 특히 성문하압은 음도가 높을 때보다 음도가 낮을 때 더욱 관련이 있다고 하였다. Atkinson의 제안을 고려해 보면, 기상 직후 불안정한 성대 운동은 안정적이지 못한 성문하압과 관련이 있을 수 있다. 물론 이러한 가능성을 사실로 증명하기 위해서는 기상 직후 음도의 변화 등과 같은 음향학적 측면과 성문하압의 변화 등과 같은 기류역학적 측면에 대한 동시적인 연구도 필요할 것이다.

5. 결론 및 제언

본 연구의 결과들을 통해 기상 직후 음성을 산출할 때 평균발화 기본주파수는 불규칙하고 안정적이지 못한 것으로 결론 내릴 수 있다.

본 연구는 정상인만을 대상으로 이루어졌는데, 다양한 유형의 음성장애 환자들을 대상으로 한 추후연구도 흥미로울 것이다. 그리고 본 연구에서는 음향학적 측면에서 기본주파수와 관련된 측정치만을 고려하였는데, 추후 연구에서는 주파수변동율(jitter), 진폭변동율(shimmer), 배음 대 소음 비율(HNR), 정규화된 소음 에너지(NNE) 등에 관한 내용들도 조사해 볼 필요가 있다. 또한 성문하압, 평균기류율(mean flow rate: MFR)과 같은 기류역학적 측면에 대한 부분과 성대의 움직임을 직접 관찰할 수 있는 생리학적 측면에 대한 연구를 병행하는 것도 흥미로울 것이다.

참 고 문 헌

- 신영자. 2001. “성악가의 음성 관리.” *음악연구* 23, 169-200.
- 정옥란. 1993. *신경언어장애 진단도구*. 대구: 한국언어치료학회.
- 정옥란, 유재연, 이옥분, 최홍식, 김문영, 신명선, 안종복, 박상희 공저. 2002. *직업적 음성 사용자*. 대구: 한국언어치료학회.
- Atkinson, J. E. 1973. “Physiological factors controlling F0: results of a correlation analysis.” *Journal of the Acoustical Society of America* 54, 319.
- Atkinson, J. E. 1978. “Correlation analysis of the physical factors controlling fundamental voice frequency.” *Journal of the Acoustical Society of America* 63(1), 211-222.
- Broadus-Lawrence, P. L., Treole, K., McCabe, R. B., Allen, R. L. & Toppin, L. 2000. “The effects of preventive vocal hygiene education on the vocal hygiene habits and perceptual vocal characteristics of training singers.” *Journal of Voices* 14(1), 58-71.
- Collier, R. 1975. “Physiological correlates of intonation pattern.” *Journal of the Acoustical Society of America* 58, 249-255.
- Farrokhi, F. & Vaezi, N. F. 2007. “Laryngeal disorders in patients with gastroesophageal reflux disease.” *Minerva Gastroenterologica dietologica* 53(2), 181-187.
- Hall, K. D. 1995. “Variations across time in acoustic and electroglottographic measures of phonatory function in women with and without vocal nodules.” *Journal of Speech Language and Hearing Research* 38, 783-793.
- Roy, N., Weinrich, B., Gray, S. D., Tanner, K., Toledo, S. W., Dove, H., Corbin-Lewis, K. & Stemple, J. C. 2002. “Voice amplification versus vocal hygiene instruction for teachers with voice disorders: a treatment outcomes study.” *Journal of Speech Language and Hearing Research* 45(4), 625-638.
- Sonninen, A., Damste, P. H., Jol. & Fokkens, J. 1972. “On vocal strain.” *Folia Phoniatica* 24, 321-336.
- Timmermans, B., De Bodt, M. S., Wuyts, F. & Van de Heyning, P. 2003. “Vocal hygiene in radio students and in radio professional.” *Logopedics Phoniatics Vocology* 28(3), 127-132.
- Timmermans, B., Vanderwegen, J. & De Bodt, M. S. 2005. “Outcome of vocal hygiene in singers.” *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery* 13(3), 138-142.

접수일자: 2008. 4. 28

게재결정: 2008. 6. 11

▲ 안중복

김해시 삼계동 60번지 (우: 621-748)
가야대학교 언어치료청각학과 교수
Tel: +82-55-330-1167
Fax: +82-55-331-0112 M/P: 010-4463-1522
E-Mail: antato@daum.net

▲ 남현욱

울산광역시 울주군 웅촌면 곡천리 산72-10번지 (우: 689-784)
춘해대학 유아특수언어재활과 교수
Tel: +82-52-270-0221 M/P: 016-9533-7466
E-Mail: 32m-star@daum.net

▲ 정옥란

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