

청각 환경이 교사의 음성 파라미터에 미치는 영향

The Effect of Auditory Condition on Voice Parameter of Teacher

이 주 영*, 백 광 현**

(Ju-Young Lee*, Kwang-Hyun Baek*)

*숙명여자대학교 음악치료센터, **단국대학교 소음진동공학 연구실

(접수일자: 2006년 5월 23일; 수정일자: 2006년 7월10일; 채택일자: 2006년 7월 17일)

본 연구는 교사와 일반인을 대상으로 그들의 음성과 청각 조건(소음, 음악)에서의 음성 파라미터들을 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 교사는 일반인의 음성 보다 높은 주파수 변동률(%)과 진폭 변동률(%)을 보여 정상 음성에 비해 높고 강도에 변화가 큰 것을 알 수 있었다. 청각 조건에 따른 결과를 살펴보면, 교사의 음성 파라미터는 청각 조건이 주어지지 않은 일반 음성에 비해 소음 환경에서 높은 기본 주파수(Hz)를 나타내었고 소음과 음악 환경 간에는 그 차이를 발견할 수 없었다. 일반인의 음성 파라미터는 청각 조건이 주어지지 않은 일반 음성에 비해 소음 환경에서 높은 기본 주파수를 나타내었으며 음악과 소음 환경 간에도 기본 주파수의 차이를 나타내었다.

핵심용어: 기본 주파수, 주파수 변동률, 진폭 변동률, 음성, 청각 환경

투고분야: 음악음향 및 음향심리 분야 (8)

The purpose of this study was to compare voice parameters in auditory conditions (normal/noise/music) between a teacher group and a control group. Results of statistical analysis showed that the teacher group had higher jitter (%) and shimmer (%) values than the control group. It indicated that the teacher group had larger variations in pitch and dynamic of their voice. In the teacher group, the voice under noisy condition showed a higher value of fundamental frequency than that under normal condition, though its fundamental frequency did not show any significant difference between the noisy condition and the musical condition. In the control group, however, although the voice under noisy condition also showed a higher value of fundamental frequency than that under normal condition, its fundamental frequency was significantly different between the noisy condition and the musical condition.

Key words: Fundamental frequency, Jitter, Shimmer, Voice, Auditory condition

ASK subject classification: Musical Acoustics and Psychoacoustics (8)

I. 서론

교사는 음성을 많이 사용하는 대표적인 전문 음성 직업군으로, 장시간 음성을 사용할 뿐 아니라 넓은 교실과 소음 환경에서 음성을 과용하게 된다. 이러한 음성 사용은 음성 피로와 통증과 같은 음성 문제를 가져오는데, 음성 피로는 말하는 것을 지속하기 위해 보다 많은 노력을 요구하게 되며 목 안의 거친 느낌과 이물감 등의 느낌을 동반하고 음성의 질, 크기, 음고 등에 변화를 가져온다. 음성 사용은 주어진 환경과도 밀접한 관련을 갖게 된다 [1]. 그 중 소음 환경은 교사들에게 유발되는 스트

레스의 중요한 요인이며, 음성을 과용하게 되는 직접적인 원인으로 교사의 음성 변화와 음성 장애에 영향을 미치게 된다 [2].

음악 환경은 소음과 달리 긍정적인 정서와 심미적인 경험을 제공하는 것으로 알려져 있으며 체온과 혈압 [3] 등의 생리적 변화와 긴장과 불안을 감소시키고 [4], 통증을 완화시키는 [5] 등의 신체적 변화를 가져온다. 그러나 모든 음악이 긍정적인 변화를 가져오는 것은 아니다. 자극적인 음악이나 개인이 선호하지 않는 장르의 음악일 경우, 음악은 오히려 개인에게 부정적인 정서 경험을 이끌고 긴장과 불안을 야기시킬 수 있다. 이처럼 사람들은 음악에 보편적인 긍정적 반응을 가짐과 동시에 음악의 선호와 음악적 훈련 등의 개인적 요소에 따라 전혀 다른 반응들을 나타내게 된다.

책임저자: 이 주 영 (mtyoung@hanmail.net)

서울시 용산구 청파동 2가 숙명여자대학교 본관 115호

(전화: 02-710-9615; 팩스: 02-710-9843)

음악은 소음과 동일한 청각 자극 형태로 귀를 통해 수용되고 청각 신경을 통해 뇌에 전달된다. 뿐만 아니라, 음악은 소음과 음향학적으로도 공통적인 요소들을 지니고 있다. 외국에서는 교사의 음성 문제를 직업적인 질환으로 여기고 다각적으로 연구하고 있으나 [6,7,8,9] 음악 환경에서 나타나는 음성의 음향학적인 연구는 이루어지지 않고 있다. 반면 국내에서는 교사의 음성을 음향학적으로 분석한 연구도 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 일반인과 교사의 음성을 음향학적으로 비교하여 교사 집단의 음성적 특성을 분석하고 소음과 음악의 청각 환경이 음성 파라미터에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보고자 하였다.

II. 연구 방법

2.1. 대상

교사 집단은 초·중·고등학교에 재직하고 있는 여교사로 전신적인 질환과 청력에 이상이 없는 29명 (평균 연령 28.68세, 범위 24세~45세)을 대상으로 하였으며, 대조 집단은 여자대학교에 재학 중인 대학원생으로 청력, 음성장애, 전신적인 질환을 가지고 있지 않은 19명 (평균연령 30.38세, 범위 25세~47세)이었다. 교사 집단의 음악 선호 장르는 클래식 6명, 대중음악 15명, 그 외 뉴에이지나 찬송가가 8명으로 나타났으며 하루 평균 음악 감상 시간은 1.43시간이었다. 대조 집단은 클래식 7명, 대중음악이 6명, 그 외 뉴에이지나 찬송가가 6명이었으며 하루 평균 음악 감상 시간은 1.47시간이었다.

2.2. 실험 도구 및 방법

대상자들의 음성 신호의 취득은 SONY TCD-D3 DAT 녹음기와 ECM-737마이크로폰, National Instrument DAQ pad-6052E A/D D/A multifunction I/O 기기와 컴퓨터를 이용하여 실시되었다. 음성 신호의 채집은 음악 치료실 (이중문을 포함한 모든 벽면 및 바닥과 천정에 20cm 이상 두께의 흡음재로 처리된 가로 4.68m, 세로 3.84m, 높이 2.40m의 공간)에서 이루어졌다. 실험자는 대상자와 마이크로폰과의 거리가 약 10cm로 유지되도록 하였으며 배경잡음 대비 음성 신호를 35dB 이상이 되도록 자연스럽게 발생하게 하였고 48kHz, 16bits로 샘플링하였다.

대상자들은 바르게 선 자세에서 자연스런 '아' 발성을

약 3초 동안의 지속 모음 (sustained vowel)으로 4회 연속 녹음하였다. 특히 훈련이 안된 대상자들의 경우에는 일정한 강도를 유지하여 발성할 때까지 2회에 걸쳐 녹음을 반복하도록 하였다. 대상자들로부터의 음성신호 취득은 청각 자극이 주어지지 않은 상태에서 발생한 일반 음성과 두 가지 다른 청각 환경 (백색 잡음, 음악)하에서 발생한 음성에서 실시되었으며 청각 환경의 순서에 따른 변인을 통제하기 위해 각 조건 (일반, 백색 잡음, 음악)은 무작위로 제시되었다. 본 연구에 사용된 음악은 Pachelbel의 Canon in D (Erato 4509 92876-2)로 도입 부분 60초가 사용되었다. 소음과 음악 환경은 헤드셋을 이용하여 주어진 청각 환경이 마이크로폰에 유입되는 것을 방지한 상태로 청각 환경이 주어지는 동안 발성음을 채집하였다. 소음과 음악의 소리 크기는 대상자가 소리 크기를 설정한 후 동일한 크기 상태에서 들려졌다.

채집된 음성 신호의 분석은 영국의 SPAR 프로젝트¹⁾의 연구 결과 개발된 소프트웨어를 바탕으로, University College London에서 Mark Huckvale에 의해 개발된 SFSwin 소프트웨어를 이용하여 기본 주파수 (Fundamental Frequency, Hz)와, Laryngograph 파형 분석 및 Larynx 주기 데이터 분석으로부터 주파수 변동률 (Jitter, %), 진폭 변동률 (Shimmer, %)을 계산하였다.

2.3. 분석 방법 및 통계

총 4회의 연속 발성 중 일시적으로 우연히 나타나는 음도 및 음성 이탈, 혹은 떨림이 포함되지 않은 가장 안정된 3회의 부분을 분석 대상으로 삼아 음성 파라미터 중 기본 주파수 (Hz), 주파수 변동률 (%), 진폭 변동률 (%)의 값을 분석 대상으로 하였다. 기본 주파수 (F0)는 초당 진동 사이클의 회수로서 주기적인 현상의 속도를 말하며, 주기적인 신호 (periodic signal)의 최저 주파수 (제1배음: first harmonic)를 일컫는다. 주파수 변동률 (jitter)은 기본 주파수 주기가 얼마나 변동적인지를 말하는 것으로 음파의 한 사이클에 소요된 시간과 그 앞 사이클이나 뒤 사이클에 소요된 시간과 얼마나 유사한가를 측정하는 것이다. 진폭 변동률 (shimmer)은 음파의 진폭이 얼마나 변동적인지를 나타낸다.

두 집단의 대상들을 통해 취득된 데이터는 통계 자료 분석 프로그램 SPSS version 10.0을 사용하여 두 집단 간의 차이를 독립표본 t 검정 (Independent samples

1) The SPAR Speech Filing System. European Conference on Speech Technology, Edinburgh., 1987; 1:305-308.

t-Test)을 통해 분석하였으며 청각 조건 간 집단 내의 평균값의 차이는 대응표본 t 검정 (Paired samples t-Test)을 통해 분석하였다.

III. 연구 결과

3.1. 교사 집단과 대조 집단의 일반 음성 파라미터

청각 조건이 주어지지 않은 상태에서 발성한 두 집단 에 음성 파라미터를 독립표본 t 검정을 통해 분석한 결과, 집단 간의 기본 주파수 (F0)는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 표 1에서처럼 대조 집단이 교사 집단에 비해 높은 평균값을 나타내었다. 한편, 두 집단 간 주파수 변동률 ($t=2.533$)과 진폭 변동률 ($t=2.763$)은 표 2를 통해 알 수 있듯이 각각 95%와 99% 신뢰 수준에서 유의성을 나타내었는데, 이는 교사 집단 이 대조 집단의 음성에 비해 높은 주파수 변동률과 진폭 변동률을 가져 높낮이와 강도의 변화가 큰 음성적 특성을 보임을 알 수 있다.

표 1. 집단 별 음성 파라미터의 평균값과 표준편차

Table 1. Means and Standard Deviations of Voice Parameters between Two Groups.

	Group	N	Mean(M)	Std. Deviation(SD)
F0(Hz)	teacher	29	216.43	25.02
	control	19	224.69	26.21
Jitter(%)	teacher	29	1.29	0.54
	control	19	0.84	0.64
Shimmer(%)	teacher	29	2.60	0.67
	control	19	2.08	0.61

표 2. 두 집단 간 독립표본 t 검정 결과

Table 2. Results of Independent samples t-Test for Voice Parameters between Two Groups.

	Group	N	t	Sig.
F0(Hz)	total	48	-1.086	.285
Jitter(%)	total	48	2.533	.016
Shimmer(%)	total	48	2.763	.009

3.2. 교사 집단의 청각 환경에서의 음성 파라미터

교사 집단을 대상으로 대응표본 t 검정을 통해 소음과 음악 조건에서 각각의 음성 파라미터를 분석한 결과, 표 4에서처럼 소음과 음악 조건 간에 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 그러나, 일반 음성과 소음 조건 간 기본 주파수는 유의한 차이를 나타내었으며 ($t=-2.845$, $p < .01$), 평균값은 소음 조건 ($M=226.01$, $SD=25.81$), 음악 조건 ($M=218.40$, $SD=28.35$), 일반 음성 ($M=216.43$,

표 3. 청각 환경에서 나타난 음성 파라미터 평균값 (교사 집단)

Table 3. Means and Standard Deviations of Voice Parameters on Auditory Conditions (teacher group).

	Condition	N	Mean	Std. Deviation
F0(Hz)	normal	29	216.43	25.02
	noise	29	226.01	25.81
	music	29	218.40	28.35
Jitter(%)	normal	29	1.29	0.54
	noise	29	1.58	1.03
	music	29	1.25	0.86
Shimmer(%)	normal	29	2.59	0.67
	noise	29	2.67	0.78
	music	29	2.49	0.85

표 4. 청각 환경 간 대응표본 t 검정 결과 (교사 집단)

Table 4. Results of Paired samples t-Test for Voice Parameters on Auditory Conditions (teacher group).

		Mean	SD	N	t	Sig.
F0(Hz)	normal-noise	-10.72	19.58	29	-2.845	.009
	normal-music	-1.97	15.28	29	-0.695	.493
	noise-music	8.62	25.10	29	1.784	.086
Jitter (%)	normal-noise	-0.24	0.87	29	-1.451	.159
	normal-music	3.310E-02	0.63	29	0.285	.778
	noise-music	0.29	0.94	29	1.622	.117
Shimmer (%)	normal-noise	1.852E-03	0.66	29	0.015	.989
	normal-music	0.10	0.62	29	0.892	.380
	noise-music	0.12	0.80	29	0.753	.458

$SD=25.02$) 순으로 높게 나타났다 (표 3).

주파수 변동률은 소음과 음악의 조건에서 유의한 차를 발견할 수 없었으나 (표 4), 소음 ($M=1.58$, $SD=1.03$), 일반 ($M=1.29$, $SD=0.54$), 음악 ($M=1.25$, $SD=0.86$) 순으로 평균값이 높게 나타났다 (표 3). 한편, 진폭 변동률 (%)도 통계적으로 유의한 차를 발견할 수 없었으나 주파수 변동률과 동일하게 소음 ($M=2.67$, $SD=0.78$), 일반 ($M=2.59$, $SD=0.67$), 음악 ($M=2.49$, $SD=0.85$) 순으로 높게 나타났다. 즉, 교사의 음성이 음악에서 가장 변화가 적은 안정적인 형태를 보인 반면, 소음에서 가장 변화가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

3.3. 대조 집단의 청각 환경에서의 음성 파라미터

대조 집단을 대상으로 대응표본 t 검정을 통해 소음과 음악 조건에서 각각의 음성 파라미터를 분석한 결과, 표 6에서처럼 기본 주파수 값에서 두 조건 간 유의한 차이를 보였으며 ($t=3.763$, $p < .01$) 일반 음성과 소음 조건 간에도 유의한 차이를 나타내었다 ($t=-3.509$, $p < .01$). 반면 통계적으로 유의성을 나타내지 않았으나 주파수 변동률은 소음 ($M=1.41$, $SD=1.50$), 음악 ($M=0.85$, $SD=0.50$), 일반 ($M=0.83$, $SD=0.64$) 순으로 높은 평균값을 나타내었고, 진폭 변동률은 음악 ($M=2.13$, $SD=0.60$), 일반 ($M=2.07$, $SD=0.60$), 소음 ($M=1.95$, $SD=1.29$)

표 5. 청각 환경에서 나타난 음성 파라미터 평균값 (대조 집단)
Table 5. Means and Standard Deviations of Voice Parameters on Auditory Conditions (control group).

	Condition	N	Mean	Std. Deviation
F0(Hz)	normal	19	224.69	26.22
	noise	19	264.87	52.22
	music	19	222.83	21.67
Jitter(%)	normal	19	0.83	0.64
	noise	18	1.41	1.50
	music	19	0.85	0.50
Shimmer(%)	normal	19	2.07	0.60
	noise	18	1.95	1.29
	music	19	2.13	0.60

표 6. 청각 환경 간 대응표본 t 검정 결과 (대조 집단)
Table 6. Results of Paired samples t-Test for Voice Parameters on Auditory Conditions (control group).

		Mean	SD	N	t	Sig.
F0(Hz)	normal-noise	-40.18	49.91	19	-3.509	.003
	normal-music	1.86	15.76	19	0.514	.614
	noise-music	42.03	48.69	19	3.763	.001
Jitter (%)	normal-noise	-0.57	1.60	18	-1.495	.153
	normal-music	-1.16E-02	0.48	18	-0.105	.918
	noise-music	0.56	1.32	18	1.780	.093
Shimmer (%)	normal-noise	0.15	1.23	18	0.502	.622
	normal-music	-5.21E-02	0.55	19	-0.413	.685
	noise-music	-0.18	1.24	18	-0.626	.540

순으로 높게 나타났다.

IV. 총괄 및 고찰

본 연구는 교사의 음성 특성을 음향학적으로 살펴보고, 소음과 음악 환경이 교사들의 음성 파라미터에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 하였다. 국내에서는 교사들을 대상으로 음성 문제의 실태와 요인에 관한 연구가 이루어지고 있으나 [10] 그들의 음성적 특성을 객관적으로 분석하여 정상 음성과 비교한 연구를 찾아보기 어렵다. 따라서 교사의 음성 사용을 관리하고 음성 문제를 예방하기 위한 구체적인 프로그램도 전무한 실정이다. 이에 연구자는 교사의 음성을 음향학적인 파라미터를 통해 일반인의 음성과 비교함으로써 그 특성을 구체화하고자 하였다.

실험 결과 교사 집단의 음성 파라미터는 대조 집단에 비해 높은 주파수 변동률 (%), 진폭 변동률 (%)을 나타내었다. 이러한 측정치의 차이는 교사 집단의 음성이 대조 집단에 비해 높이고 강도의 변화가 심한 음성 특성을 보이고 있음을 알 수 있다. Kitch과 Oates의 연구에 의

하면 [11] 교사와 같은 전문 음성 직업군인 가수들은 음성 피로로 인해 음성의 높이 (pitch)와 강도 (dynamic)의 범위가 감소됨을 보고하였는데, 본 연구를 통해서도 동일한 결과를 얻은 것으로 판단된다. 대조 집단의 기본 주파수는 음악 조건에서 가장 낮은 값인 222.83Hz를, 소음 조건에서 가장 높은 값인 264.86Hz를 나타내어 42.03Hz의 차이를 보인 반면, 교사 집단은 일반 음성에서 가장 낮은 216.43Hz와 소음 조건에서 가장 높은 226.01Hz로 9.58Hz의 차를 가져 대조 집단에 비해 매우 제한된 음고 범위를 나타내었다.

음성 피로와 음성 문제는 음성을 많이 사용하는 것 뿐 아니라 음성을 사용하는 환경과도 밀접한 관련을 가진다. 교실은 소음에 노출되어 있으며 교사들은 소음 환경에서 음성을 사용하게 된다. 소음과 같은 스트레스는 턱과 목 근육을 굳게 만들어 목소리에 변화를 가져오며 이러한 상태는 심리적인 요인과 관련이 있다. 반면 소음과 동일한 청각 자극이지만 음악은 사람들에게 긍정적인 정서상태와 긴장을 이완시키는 역할을 담당한다고 알려져 왔다. 본 연구는 소음과 음악 환경이 교사와 일반인의 음성 파라미터에 어떠한 영향을 미치는지 비교 분석하였다.

교사 집단의 경우, 일반 음성에 비해 소음 조건에서 높은 기본 주파수를 나타내었으며 통계적인 유의성을 발견할 수 없었으나 주파수 변동률과 진폭 변동률은 일반 음성에 비해 소음에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 Lieberman의 스트레스를 이끄는 실험적 조건이 음성의 기본 주파수, 주파수 변동률, 진폭 변동률의 증가를 이끈다는 주장과 근육 긴장의 증가는 기본 주파수의 증가와 음고 범위, 강도의 증가를 가져온다는 보고와 상통하는 것으로, 스트레스로 인한 긴장의 증가는 주파수와 진폭 변동률의 증가와 함께 보다 비 주기적인 진동의 결과로 성대 (vocal fold) 진동의 정규성 (vibratory regularity)을 간섭할 수 있음을 보여주는 연구 결과 [12]와도 관련지을 수 있다. 이처럼 소음은 근육의 긴장이 증가된 상태에서 음성을 사용하도록 하여 음성 피로와 음성 문제를 일으킬 수 있는 요인으로 작용할 수 있을 것이다. 한편, 통계적인 유의성을 발견할 수 없으나 대조 집단 보다 낮은 기본 주파수와 주파수 변동률과 진폭 변동률이 높았던 교사의 음성 파라미터들이 음악 조건에서 기본 주파수의 상승과 주파수 변동률, 진폭 변동률의 감소를 보여 일반적인 음성적 특성으로 변화할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

대조 집단의 경우, 기본 주파수는 일반 음성과 소음

조건 간, 음악과 소음 조건 간에 유의한 차이를 보여 외부의 청각 조건에 매우 뚜렷한 변화를 나타내었다. 이는 기본 주파수가 다른 음성 파라미터에 비해 스트레스와 정서상태를 구분할 수 있는 가장 뚜렷한 측정치로 스트레스의 정도와 부정적인 감정상태 일수록 그 값이 높아짐을 보고하고 있는 연구들과 관련지을 수 있다 [13, 14, 15, 16, 17]. 특히 두 집단 모두 일반 음성과 비교해 소음 조건에서 기본 주파수가 높게 나타났는데, 이는 소음이 음성 산출에 직접적이고 부정적인 영향을 미치고 있음을 보여준다. 반면 음악 조건에서는 두 집단 모두 일반 음성과 비교해 유의한 차이를 나타내지 않아 음악이 음성 산출, 즉 음성 파라미터들에 직접적인 영향을 미치지 않음을 볼 수 있다. 이러한 결과들을 통해 본 연구는 동일한 청각 자극이지만 소음과 음악은 음성 산출에 서로 다르게 작용하고 있음을 알 수 있었다.

V. 결론

본 연구는 교사와 일반인의 음성 파라미터들을 비교하여 교사의 음성적 특성을 분석하고 소음과 음악의 청각 환경이 음성 파라미터에 미치는지 영향을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 교사 집단의 음성 파라미터는 대조 집단 보다 높은 주파수 변동률 (%)과 진폭 변동률 (%)을 가져 대조 집단의 음성에 비해 높이고 강도의 변화가 큰 것을 알 수 있다.
2. 소음 환경에서의 기본 주파수는 두 집단 각각의 일반 음성에서 나타난 기본 주파수 보다 높은 값을 보여 소음이 음성에 직접적인 영향을 미침을 알 수 있다.
3. 음악 환경에서의 음성 파라미터들은 두 집단 각각의 일반 음성 파라미터들과 그 차이를 나타내지 않아 음악이 음성에 직접적인 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

본 연구는 교사의 음성 파라미터와 일반인의 음성 파라미터를 분석함으로써 교사의 음성 특성을 음향학적으로 살펴보고, 소음과 음악의 청각 환경이 음성에 어떠한 영향을 미치는지 비교 분석한 것에 의의가 있다고 할 수 있다. 그러나 대상자가 여자로만 이루어져 교사의 성별

에 따른 음성의 차이와 특성을 비교할 수 없었던 제한점을 가진다. 따라서 향후 연구는 교사의 성별과 나이, 근무 연한에 따른 교사들의 음성 특성을 음향학적으로 분석하여 그들의 음성 특성에 따른 구체적인 관리와 예방 프로그램으로 발전되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. 박한상, "한국어 발성 유형에 따른 음향음성학적 연구," 한국음향학회지, 24 (6), 343-352, 2005.
2. M. Söderström, S. Ternström and M. Bohman, "Loud speech in realistic environmental noise: phonetogram data, perceptual voice quality, subjective ratings, and gender differences in healthy speakers," *Journal of voice*, 19 (1), 29-46, 2005.
3. B. Schuster, "The effect of music listening on blood pressure fluctuations in adult hemodialysis patients," *Journal of Music therapy*, 3, 146-153, 1988.
4. L. Zimmerman, J. Nieveen, S. Barnason and M. Schmaderer, "The effects of music intervention on postoperative pain and sleep in coronary artery bypass graft (CABG) patients," *Sch. Inq. Nurs. Pract.* 10, 153-174, 1996.
5. S. L. Curtis, "The effects of music on pain relief and relaxation of the terminally ill," *Journal of Music therapy*, 23 (1), 10-24, 1986.
6. J. A. Mattiske, J. M. Oates and K. M. Greenwood, "Vocal problems among teachers: A review of prevalence, cause, prevention, and treatment," *Journal of Voice*, 12 (4), 489-499, 1998.
7. A. Russell, J. Oates and K. M. Greenwood, "Prevalence of voice problems in teachers," *Journal of Voice*, 12 (4), 469-479, 1998.
8. E. Smith, H. L. Kirchner, M. Taylor, H. Hoffman and J. H. Lemke, "Voice problems among teachers: Differences by gender and teaching characteristics," *Journal of voice*, 12 (3), 328-334, 1998.
9. S. Simberg, A. Laine, E. Sala and A. M. Ronnema, "Prevalence of voice disorders among future teachers," *Journal of Voice*, 14 (2), 231-235, 2000.
10. 정승희, 이수진, "교사들의 음성문제 경험과 발생요인 분석," *한국학교보건학회지* 15 (1), 49-62, 2002.
11. J. A. Kitch, and J. Oates, "The perceptual features of vocal fatigue as self-reported by a group of actors and singers," *Journal of Voice*, 8, 207-214, 1994.
12. Elvira Mendoza and Gloria Carballo, "Acoustic Analysis of Induced vocal stress by means of cognitive workload tasks," *Journal of voice*, 12 (3), 263-273, 1998.
13. D. R. Beukelman, G. H. Kraft, J. Freal, "Expressive communication disorders in persons with multiple sclerosis: a survey," *Arch Phys Med Rehabil.* 66 (10), 675-677, 1985.
14. J. Lethlean, B. Murdoch, "Naming in multiple sclerosis: effects of disease course, duration, age, and education level," *J Med Speech Lang Pathol.* 2 (1), 43-56, 1994.
15. S. P. Zhang, R. Bandler, and P. J. Davis, "Brain stem

- integration of vocalization: role of the nucleus retroambiguus," J Neurophysiol. **74** (6), 2500-2512, 1995.
16. C. Ludlow, C. Bassich, N. Connor and D. Coulter, "Phonatory characteristics of vocal fold tremor," J Phonet. **14**, 509-515, 1986.
17. J. R. Titze, "A model for neurologic sources of aperiodicity in vocal fold vibration," J Speech Hear Res. **34**, 460-472, 1991.

저자 약력

• 이 주 영 (Ju-Young, Lee)

1999년 8월: 숙명여자대학교 음악치료대학원 졸업(음악치료학 석사)
2006년 2월: 숙명여자대학교 음악대학 음악치료 박사수료
2003년 3월~현재: 숙명여자대학교 음악치료센터 선임 연구원

• 백 광 현 (Kwang-Hyun Baek)

1992년 12월: ISVR, Southampton University(MSc)
1996년 6월: SVR, Southampton University(Ph.D.)
1999년 3월~현재: 단국대학교 기계공학전공 부교수