

성악 전공 학생의 가창 시 음성의 SPR(Singing Power Ratio)에 관한 연구*

A Study of the SPR (Singing Power Ratio) on the Singing Voice in Singing Students

조 성 미** · 정 옥 란*** · 이 상 옥***
Sung-Mi Jo · Ok-Ran Jeong · Sang-Ouk Lee

ABSTRACT

This study attempted to provide a spectrum analysis for quantitative evaluation of singing voice quality of singing students rather than the presence or absence of the singer's formant. The regression analysis was used to analyse the relationship between ringing quality, SPR, and SPP of singing voice of college student subjects majoring in music.

This study measured singing power ratio (SPR) in 41 singing students. Digital audio recordings were made in sung vowels for acoustic analyses. Each sample was judged by 1 experienced singing teacher and 4 voice pathologists on one semantic bipolar 7-point scales (ringing-dull).

The results showed that the SPR and SPP had significant correlations with ringing quality. The SPR had a significant relationship with ringing quality on singing voice in singing students.

The SPR can be an important quantitative measurement for evaluating singing voice quality.

Keywords : SPR (Singing Power Ratio), singing students, singer, singer's formant, singing voice, quantitative evaluation, ringing quality

1. 서 론

전문 성악가들의 가창 시 음색의 가장 두드러진 특징 중 하나는 울림(ringing)이다. 이러한 성악가들의 음성은 스펙트로그램 또는 스펙트럼 분석 결과에서 고주파수대에서 강한 에너지를 보인다. 즉, 고주파수대의 강한 에너지(singer's formant) 존재의 유무가 성악가의 음성 특징을 설명할 수 있다. Seidner et. al.(1983)의 연구에서는 성역에 따라 singer's formant의 주파수대가 다양하게 나타났다. 베이스의 경우에는 2.3-3.0 kHz 사이에, 테너의 경우에는 3.0-3.8 kHz 사이에 singer's formant가 존재하였다. 성역에 따른 singer's formant 주파수 변화에 대한 Sundberg(1987)의 연구

* 본 연구는 2004년도 대구대학교 BK 21 사업단의 지원으로 수행되었음.

** 대구대학교 대학원 박사과정 언어치료전공

*** 대구대학교 언어치료학과 교수

**** 분당제생병원 이비인후과 발성치료사

에서는 베이스의 경우에 2.2 kHz, 바리톤의 경우에 2.7 kHz, 테너의 경우에 2.8 kHz, 알토의 경우에 3.2 kHz에 singer's formant가 존재하였다. 이처럼 비교적 최근까지 성악가의 음성 특징을 설명하는 데는 singer's formant의 존재 유무, singer's formant의 주파수, 성역에 따른 singer's formant 주파수 변화 등과 같이 다소 제한적인 요소만이 사용되고 있다.

그러나 최근 Omori et. al (1996)의 연구에서는 성악가들의 가창 시 음성에 대한 양적인 평가를 위하여 SPR이라는 새로운 파라미터를 제시하였다. Singing Power Ratio(SPR)는 0-2 kHz 사이의 가장 큰 harmonic peak(P1: Peak 1)에 대한 2-4 kHz 사이에 가장 큰 harmonic peak(SPP: Singing Power Peak)의 에너지 비율이다(그림 1.)

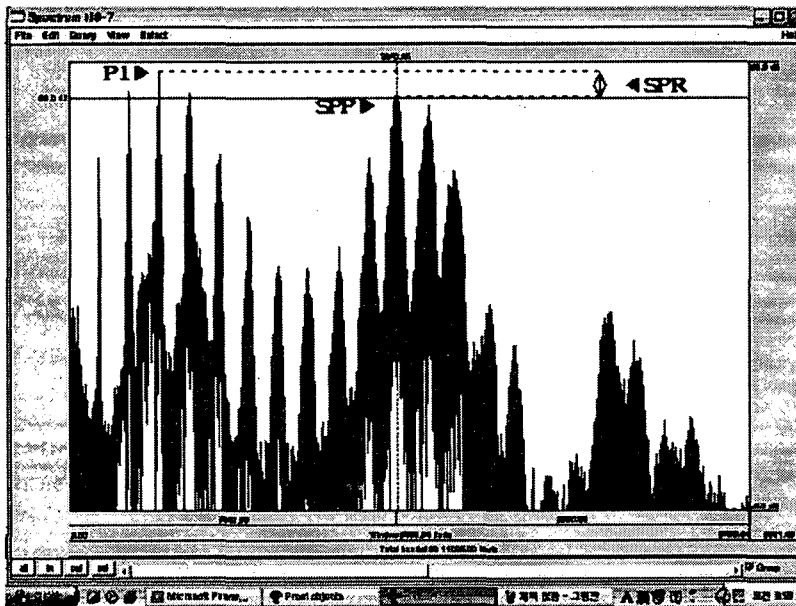


그림 1. Singing Power Ratio(SPR)

Omori et. al (1996)의 연구에서 성악가 집단의 SPR이 비성악가 집단의 SPR보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, 성악가 집단 내에서 가창 시 SPR이 발화 시보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 또한 지각적 평가(ringing quality)와 SPR 사이에 통계적으로 유의한 정적 상관관계가 있었다. 이와 같이 SPR은 양적인 파라미터로서, 단순히 singer's formant의 존재 여부를 밝히는 것이 아니라 고주파수대의 harmonic peak의 에너지 비율 정도에 따라 ringing quality를 객관적으로 평가하는 것이다.

본 연구에서는 성악 전공 학생들의 가창 시 ringing quality와 SPR, SPP 사이의 선형적인 관계가 형성되는지를 살펴봄으로써, 성악가의 음성 특징을 보다 객관적으로 규명하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구는 영남대학교 음악대학에 재학 중인 성악 전공 학생(3, 4 학년) 41 명을 대상으로 하였다. 대상자 특성은 표 1에 제시하였다.

표 1. 대상자 특성

성별(명)		성역(명)			연령(세)		교육기간(년)	
남	여	바리톤	테너	소프라노	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
18	23	7	11	23	22.1	2.6	5.9	2.1

2.2 연구 절차

2.2.1 자료 수집

녹음은 소음이 없는 무반향실에서 SONY 마이크를 삼성 노트북에 44 kHz의 표본 속도로 직접 입력하였다.

가창 시 발성법으로 단모음 /a/를 연장 발성하도록 하여 각 대상자별 3 회씩 녹음하였다. 총 123 개(41<총 대상자수> × 3<샘플 수>)의 샘플을 수집하여 분석하였다.

2.2.2 음성 분석

분석기기는 Windows용 Praat(version 4.2.01)의 To Spectrum(fft)을 사용하였다. 측정된 음향학적 파라미터는 표 2와 같다.

표 2. 음향학적 파라미터와 분석 방법

매개 변수	분석 방법
SPP*	To Spectrum (fft)
P1**	
SPR***	

* SPP(Singing Power Peak): 2-4 kHz 사이에 가장 큰 harmonics peak.

** P1: 0-2 kHz 사이에 가장 큰 harmonics peak.

*** SPR(Singing Power Ratio): P 1에 대한 SPP의 비율

2.2.3 지각적 평가

언어치료를 전공으로 하는 대학원생 4 명과 성악 전공 교수 1 명에게 성악 전공 학생들의 음성 샘플을 들려주며, ringing(울림)의 정도를 7 점 척도로 평가하도록 하였다. 정확한 평가와 내적 타당도를 높이기 위하여 평가에 앞서 평가자들에게 듣기 훈련을 실시하였다. 그 방법은 성악 전공 학생들의 음성 샘플 중 무작위 순으로 선별된 20 개의 음성 샘플을 모든 평가자들이 동일한 시간과 장소에서 청취한 후 각각의 샘플마다 등급을 매기고 등급에 대한 일치도와 불일치를 토의하는 것이었다.

지각 평가 결과 평가자간 신뢰도는 크론바하 알파값이 0.918로써 통계적으로 유의하게 나타났다.

2.2.4 데이터 처리

음향학적 측정치와 지각적 평가 점수 사이의 상관관계를 살펴보기 위하여 SPSS 10.0의 Pearson의 상관계수를 사용하였고, 음향학적 측정치와 지각적 평가 점수 사이의 선형적인 관계를 살펴보기 위하여 SPSS 10.0의 중회귀분석을 사용하였다.

3. 연구 결과 및 고찰

3.1 지각 평가 점수와 SPR, SPP 사이의 상관

3.1.1 지각 평가 점수와 SPR, SPP 측정치

41 명의 성악 전공 학생의 가창 시 음성의 SPR, SPP 측정치와 지각 평가 점수는 표 3과 같다.

표 3. 지각 평가 점수와 SPR, SPP 측정치

	평균	표준편차	N
SPR	-16.5551	7.0427	41
SPP	44.8839	10.8003	41
RINGING	3.46	1.76	41

3.1.2 지각 평가 점수와 SPR, SPP 사이의 상관관계

41 명의 성악 전공 학생의 가창 시 음성의 SPR, SPP 측정치와 지각 평가 점수 사이의 상관 계수는 표 4와 같다.

표 4. 지각 평가 점수와 SPR, SPP 사이의 상관관계

		SPR	SPP
RINGING	Pearson 상관계수	.932**	.657**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000
	제곱합 및 교차곱	462.807	500.266
	공분산	11.570	12.507
	N	41	41

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

3.2 지각 평가 점수와 SPR, SPP 사이의 회귀분석

3.2.1 모형 요약

독립 변수인 SPR, SPP로 구성된 회귀식이 ringing quality의 총 변동의 87.1%를 설명하였다. 따라서 회귀식의 설명력은 상당히 높다고 볼 수 있다.

표 5. 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차	통계량 변화량				
					R 제곱 변화량	F 변화량	자유도 1	자유도 2	유의확률 F 변화량
1	.933	.871	.865	.65	.871	128.669	2	38	.000

a 예측값: (상수), SPP, SPR

3.2.2 중회귀분석 분산분석

회귀식의 통계적 유의성을 검정하는 F통계량 값은 128.669이고, 이에 대한 유의도가 0.000이다. 따라서 Sig. F=0.000<a=0.05이므로 SPR, SPP로 구성된 회귀식은 통계적으로 유의하다고 볼 수 있었다.

표 6. 중회귀분석 분산분석

모형	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률	
1	선형회귀분석	108.215	2	54.108	128.669	.000 ^a
	잔차	15.980	38	.421		
	합계	124.195	40			

a 예측값: (상수), SPP, SPR

b 종속변수: RINGING

3.2.3 중회귀분석 회귀계수 및 회귀식

중회귀식은 $\hat{Y} = 8.021 + 0.246X1 - 1.094E-02X2$ 로 나타낼 수 있다.

표 7. 중회귀분석 회귀계수

모형	비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률	B에 대한 95% 신뢰구간		
	B	표준오차	베타			하한값	상한값	
1	(상수)	8.021	.932		8.608	.000	6.135	9.907
	SPR	.246	.022	.982	11.392	.000	.202	.289
	SPP	-1.094E-02	.014	-.067	-.778	.441	-.039	.018

a 종속변수: RINGING

4. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 성악 전공 학생들의 가창 시 음성의 지각적 평가 점수(ringing quality)와 SPR (r=0.932, p<0.01), SPP (r=0.657, p<0.01) 사이에 유의한 정적 상관이 있었다. 이러한 결과는 Omori et. al (1996)의 연구에서 지각적 평가(ringing quality)와 SPR 사이에 통계적으로 유의한 정적 상관(r=0.429, p<0.01)이 있었던 결과와 일치한다. 또한 Omori et. al (1996)의 연구 결

과에 비하여 본 연구에서 보다 강한 상관이 있는 것으로 나타났다($r=0.429$, $p<0.01$). 즉, 성악가의 ringing quality와 SPR 사이에는 유의한 정적 상관이 있었다.

Omori et. al (1996)의 연구에서는 성악가의 ringing quality를 설명하는 데 있어서 SPR이 적절한 파라미터임을 상관 분석을 통하여 입증하였다. 그러나 본 연구에서 ringing quality와 SPR사이의 보다 구체적인 관계를 살펴보기 위하여 회귀 분석을 실시한 결과 회귀식 $\hat{Y} = 8.021 + 0.246X1 - 1.094E-02X2$ 로 나타낼 수 있었다. 이 회귀식은 독립 변수인 SPR (X1), SPP (X2)로 구성된 ringing quality의 총 변동의 87.1%를 설명할 수 있었다. 그러나 SPP의 회귀 계수는 통계적으로 유의도가 낮아서(유의확률 $0.441 > 0.05$) 회귀 계수로서의 의미가 없다고 할 수 있다. 따라서 성악가의 ringing quality는 SPR로 객관적으로 제시될 수 있다.

그러나, 성악가들의 ringing quality와 같은 음성 특징은 호흡, 발성, 공명의 복잡하고 다차원적인 측면에서 이루어진다. 따라서 성악가들의 음성 특징을 보다 명확하게 설명하기 위해서는 음향학적, 지각적, 생리학적 측면에서의 조명이 이루어져야 할 것이다. 따라서 추후 성악가들의 ringing quality를 객관적으로 설명할 수 있는, 기타 다양한 파라미터를 규명하는 연구가 필요하리라고 본다. 더불어 전문 성악인의 SPR과 ringing quality와의 관계 및 성악을 공부하는 학생 중에서도 저학년 학생을 대상으로 한 실험도 필요하리라고 본다. 왜냐하면 이 연구에 참여한 3·4학년은 어느 정도 숙련된 창법을 구사한다는 전제 하에, 저학년 학생의 SPR은 3·4학년 학생에 비하여 낮고, 직업적 성악가들의 SPR은 매우 높게 산출된다면 성악가들의 ringing quality를 향상시키는 데에 SPR은 매우 개관적인 척도가 될 수 있을 것이기 때문이다.

참 고 문 헌

- Seidner, W., Schutte, H., Wendler, J., & Rauhut, A. 1983. Dependence of the high singing formant on pitch and vowel in different voice types. *Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference*. Stockholm, Sweden.
- Sundberg, J. 1987. *The science of the singing voice*. De Kalb, Illinois: Northern Illinois University Press.
- Omori, K., Kacker, A., Carroll, L. M., Riley, W. D., & Blaugrund, S. M. 1996. Singing power ratio: Quantitative evaluation of singing voice quality. *Journal of Voice* 10(3), 228-235.

접수일자: 2004. 11. 01

게재결정: 2004. 11. 29

▲ 조성미

대구광역시 남구 대명동 2288 (우: 705-033)

대구대학교 재활과학대학 언어치료학과 정옥란 교수 연구실

Tel: +82-53-650-8274, Fax: +82-53-629-0692

E-mail: 1004speech@naver.com

▲ 정옥란

대구광역시 남구 대명동 2288 (우: 705-033)

대구대학교 재활과학대학 언어치료학과 정옥란 교수 연구실

Tel: +82-53-650-8274, Fax: +82-53-629-0692

E-mail: oj@daegu.ac.kr

▲ 이상욱

경기도 성남시 분당구 서현동 225-2 (우: 463-774)

분당제생병원 이비인후과 발성치료사

Tel: +82-31-779-0277, Fax: +82-31-779-0265

E-mail: ruffokr@hotmail.com