

## 서양 음악을 전공으로 하는 성악인의 음향학적 분석

이화여자대학교 의과대학 이비인후과학교실  
정 성 민

= Abstract =

### Acoustic Analysis of Classically Trained Western Singers

Sung Min Chung, M.D.

*Department of Otolaryngology, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea*

**Background and Objectives** : Classical singers are capable of masking abnormalities due to their high level of training and may present with apparent technical deficits rather than with obvious dysfunction. Therefore, some variations from expected normal laryngeal behavior may be present in trained classical singers. Consequently it is important for otolaryngologist to obtain a baseline assessment of their laryngeal function.

**Materials and Methods** : Acoustic measurement including stroboscopy from 50 classically trained singers was done for this study, which was compared with the data from 20 untrained adults.

**Results and Conclusion** : This study showed that 50-healthy asymptomatic classical singers revealed an incidence of 50% abnormal stroboscopic findings, but their acoustic data was within normal limit despite the abnormal laryngeal findings. Therefore the author recommends that the classical singers need objective voice analysis and their baseline data should be used for the accurate diagnosis of the cause of voice dysfunction in classical singer whose baseline laryngeal behavior may be unusual.

**KEY WORDS** : Classical singer · Acoustic analysis.

## 서 론

서양음악을 전공으로 하는 성악인들은 잘 공명된 넓은 성역을 가진 큰 소리가 나오도록 성대의 적절한 긴장, 호흡법 및 발성자세, 그리고 공명강의 적절한 조절 방법등을 훈련받게 된다. 따라서 이들은 발성에 관계된 기관을 사용하여 운동하는 전문 운동 선수로 비교될 수 있다. 이들 전문 성악인은 호흡기관이나 후두 공명강에 이상이 발생되더라도 초기에는 이것을 기교적으로 보

상하여 은폐시키거나 단순히 기교부족으로 취급하여 분명한 병변이나 기능이상을 놓치는 경우가 있다.<sup>1)</sup> 그러므로 이들 전문 성악인들의 음성학적인 정상 기준치는 일반인들과 구별하여 작성되고 판단되어야 한다고 본다. 이에 저자는 음성장애를 호소하지 않는 전문 성악인들을 후두스트로보스코피로 성대 병변의 유무를 확인하고, 이들의 음성을 음향학적으로 분석하고 그 결과를 일반 정상인과 비교해 볼 때 동시에 성악인들 간에 성대 병변 유무에 따른 결과에 대해서도 비교 분석해 보았다. 이러한 결과를 토대로 전문 성악인들의 음성

상태 및 성대 병변에 대한 기초자료를 작성함으로써 이들 성악인들이 음성 및 성대 상태를 잘 관리하고, 조기에 치료할 수 있도록 하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상

서양음악을 전공으로 하는 10대에서 30대 사이의 남녀 성악인 50명(남자 18명, 여자 32명)을 대상으로 하였다. 이들은 3년 이상 성악 훈련을 받은 성악과에 재학중인 대학생, 대학원생 그리고 전문 성악인들이었으며, 이들은 과거력상 후두질환의 병력이 없었으며 현재력상 음성 장애를 호소하지 않고 있었다. 일반 대조군은 성악훈련을 받지 않았으며 기왕력상 음성장애가 없고 후두스트로보스코피상 정상상태를 가진 성인 남녀 각각 10명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 후두 스트로보스코피 검사

모든 검사는 경성 후두경(Kay Elemetrics, Model 9105, USA)을 통하여 카메라(CCD camera, Kay Elemetrics, Model 9111, USA)와 컴퓨터(Computer, Multimedia system, Kay Elemetrics, Model 9140, USA)에 후두스트로보스코피(Rhino-laryngeal Stroboscope, Kay Elemetrics, Model 9100, USA)을 사용하여 기록하였고, 모든 기록은 S-VHS Model 9132를 사용하여 녹화 및 재생하였다.

#### 2) 음향 분석학적 검사

음성의 음향학적 측정은 Computerized Speech Lab(CSL, Kay Elemetrics, USA)중 Multi-Dimensional Voice Program(MDVP) Model 4305를 사용하였다. 측정은 환자에게 마이크를 입에서 약 10cm 가량 거리를 두도록 한 후 가능하면 평상시와 같은 높이와 크기로 약 3초간 "아" 모음소리를 지속적으로 발성하도록 하였으며 이를 2회 이상 실시하여 가장 편안한 목소리에 가까운 것을 선택하였다. MDVP중에서는 평균기본진동수(Average Fundamental Frequency, Fo), 평균기본진동수의 표준편차(Standard Deviation of Fo, STD), 기본진동변이(Fundamental Frequency Variation, vFo), Jitter, Pitch Perturbation Quotient(PPQ),

Shimmer, Amplitude Perturbation Quotient(APQ), 잡음대 조파비(Noise to Harmonic Ratio, NHR)등의 매개변수를 측정하였고 이들 결과를 남녀 성악기들의 성종 및 후두스트로보스코피 소견에 따라 비교하였다. 또한 성악가들의 결과를 성악훈련을 받지 않은 일반 성인 남녀의 결과와도 비교하여 보았다.

### 3) 통계

통계학적 검증은 통계 분석 패키지인 Statistical Analysis System(SAS)중 Mann-whitney test를 이용하여 각 결과의 평균, 표준편차를 비교하였고 유의 수준을 95%로 하였다.

## 결 과

검사를 시행한 성악인들의 성종별 분포는 알토 1명, 메조소프라노 4명, 소프라노 27명, 바리톤 9명, 테너 9명이었다. 음성장애를 호소하지 않은 성악인에서 여자 32명중 13명(41%)만이 정상 성대 소견이었고, 19명(59%)에서 성대 병변을 나타내고 있었다. 남자 성악인 18명 역시 음성 장애가 없더라도 9명(50%)에서 성대 병변을 관찰할 수 있었다(Table 1). 성대 질환별 성종 분포를 보면 여자의 경우 알토는 1명뿐이었으나 정상성대 소견을 보이고 있었고, 메조 소프라노 4명중 3명이 정상이고 1명이 성대의 국소 비후 소견을 보였다. 그러나 소프라노 27명중 9명만이 정상 성대를 가지고 있었고 18명이 성대 병변을 나타내고 있었다(Table 1). 남자 성악인에서는 바리톤 9명중 5명이 정상 성대소견을 나타내었고 4명이 성대 병변이 있었으며, 테너 9명중에서도 4명만이 정상 성대였고 5명에서 성대 병변이 발견되었다(Table 1). 최장발성 지속시간은 여자의 경우 일반 정상인은  $15.53 \pm 3.56$ 초, 정상 성대를 가진 성악인은  $20.81 \pm 7.86$ 초로 일반 정상인에 비해 통계학적으로 유의있게 증가되어 있었고, 성대 결절이 있는 성악인은  $16.58 \pm 2.84$ 초, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은  $15.91 \pm 2.64$ 초, 성대 후열공이 있는 성악인은  $20.10 \pm 0.57$ 초, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은  $19.28 \pm 3.65$ 초로 성대 병변이 있더라도 일반인에 비해 증가되어 있었다.

평균 기본진동수는 일반 정상인은  $204.52 \pm 27.06$ Hz, 정상 성대를 가진 성악인은  $220.97 \pm 23.86$ Hz, 성대 결

**Table 1.** Laryngovideoscopic findings in classical singers without complaining present dysphonia

		Normal vocal folds	Vocal nodule	Vocal fold thickening	Posterior gap	Incomplete closure	Total
Female	Alto	1					1
	Mezzo-soprano	3		1			4
	Soprano	9	5	6	2	5	27
	Subtotal(%)	13(41)	5(16)	7(22)	2(6)	5(15)	32(100)
Male	Bariton	5		2	2		9
	Tenor	4		2	3		9
	Subtotal(%)	9(50)		4(22)	5(28)		18(100)
Total(%)		22(44)	5(10)	11(22)	7(14)	5(10)	50(100)

질이 있는 성악인 223.76±16.13Hz, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 225.68±21.09Hz, 성대 후열공이 있는 성악인은 202.12±0.15Hz, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 239.36±28.03Hz로 일반인에 비해 증가되어 있었다. 평균 기본진동수의 표준편차는 일반정상인은 3.50±1.87Hz, 정상 성대를 가진 성악인은 2.27±1.00Hz, 성대 결절을 가진 성악인은 2.01±0.19 Hz, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 2.53±0.79Hz, 성대 후열공이 있는 성악인은 2.62±0.25, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 4.03±3.18Hz로 일반적으로 성악인에서 일반인에 비해 감소되어 있었다. 기본진동수 변이는 일반 정상인은 1.71±0.88%, 정상 성대를 가진 성악인은 1.04±0.48%, 성대 결절을 가진 성악인은 0.91±0.12%, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 1.11±0.51%, 성대 후열공이 있는 성악인은 1.29±0.12%, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 1.72±1.44로 일반인보다 성악인에서 감소되어 있었다. Jitter율은 일반 정상인의 경우 1.20±0.76%, 정상 성대를 가진 성악인은 0.79±0.68%, 성대 결절이 있는 성악인은 0.63±0.17%, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 0.99±0.52%, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.95±0.59%, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 1.76±1.85%로 성악인에서 병변이 있더라도 일반인에 비해서는 감소되어 있었다.

Pitch Perturbation Quotient는 일반 정상인은 0.69±0.43%, 정상 성대를 가진 성악인은 0.39±0.29%, 성대 결절이 있는 성악인은 0.37±0.01%, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 0.58±0.30%, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.56±0.34%, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 0.99±1.07%로 특히 정상 성대를 가진 성악인은 일반인보다 통계적으로 유의 있게 감소되어 있었다.

Shimmer율은 일반정상인의 경우 3.50±1.28%였고, 정상성대를 가진 성악인은 2.01±0.60%였으며, 성대 결절이 있는 성악인은 1.86±0.04%, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 2.54±0.75%였고, 성대 후열공이 있는 성악인은 3.16±0.16%였고, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 3.02±1.69였다. Amplitude Perturbation Quotient는 일반정상인의 경우 2.46±0.86, 정상성대를 가진 성악인은 1.48±0.44%, 성대결절이 있는 성악인은 1.36±0.26%, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 1.86±0.53%, 성대 후열공이 있는 성악인은 2.37±0.23%, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 2.05±1.05%로 성악인에서 통계적으로 유의 있게 일반인보다 감소되어 있었고, 성대 후열공이 있는 성악인은 정상 성악인에 비해 통계적으로 유의 있게 증가되어 있었다. 잡음대 조파비는 일반 정상인은 0.12이었고 정상 성대를 가진 성악인은 0.11, 성대 결절이 있는 성악인은 0.10, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.15, 성대의 불완전 폐쇄가 있는 성악인은 0.13이었다(Table 2).

남자에 있어서 최장발성 지속시간은 일반 정상인은 17.60±5.11초 였고, 정상 성대를 가진 성악인은 21.44±5.52였으며, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 22.80±4.22초, 성대 후열공이 있는 성악인은 20.36±1.27초로 일반인에 비해 성악인에서 증가되어 있었다. 평균 기본진동수는 일반 정상인은 127.72±50.45Hz, 정상 성대를 가진 성악인은 127.39±28.90Hz, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 119.04±28.32Hz, 성대 후열공이 있는 성악인은 115.92±17.55Hz였다. 평균 기본진동수의 표준편차는 일반 정상인은 11.06±33.0Hz, 정상 성대를 가진 성악인은 1.08±0.24Hz, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악은 0.93±0.23Hz, 성대 후열공이 있는 성악인은 1.12±0.43Hz였다. 기본진

**Table 2.** Means and standard deviation for acoustic measures from phonated vowel /a/ sound of classically trained singers and normal adult in female

	MPT(sec) <sup>†</sup>	Fo(Hz) <sup>‡</sup>	STD(Hz) <sup>§</sup>	vFo(%) <sup>¶</sup>	Jitt(%) <sup>¶</sup>	PPQ(%) <sup>**</sup>	Shim(%) <sup>††</sup>	APQ(%) <sup>††</sup>	NHR <sup>§§</sup>
Normal adult	15.53±3.56	204.52±27.06	3.50±1.87	1.71±0.88	1.20±0.76	0.69±0.43	3.50±1.28	2.46±0.86	0.12±0.00
Classical singers									
Normal vocal folds	20.81±7.86*	220.97±23.86	2.27±1.00	1.04±0.48	0.79±0.68	0.39±0.29*	2.01±0.60	1.48±0.44*	0.11±0.00
Vocal nodule	16.58±2.84	223.76±16.13	2.01±0.19	0.91±0.12	0.63±0.17	0.37±0.01	1.86±0.40	1.36±0.26*	0.10±0.00
Vocal fold thickening	15.91±2.64	225.68±21.09	2.53±0.79*	1.11±0.51 <sup>†</sup>	0.99±0.52	0.58±0.30	2.54±0.75	1.86±0.53	0.15±0.00
Posterior gap	20.10±0.57	202.12±0.15	2.62±0.25	1.29±0.12	0.95±0.59	0.56±0.34	3.16±0.16 <sup>†</sup>	2.37±0.23 <sup>†</sup>	0.13±0.00 <sup>†</sup>
Incomplete closure	19.28±3.65	239.36±28.03	4.03±3.18*	1.72±1.44	1.76±1.85	0.99±1.07	3.02±1.69	2.05±1.05	0.11±0.00

\*p<0.05 in the comparison between normal adults and classical singers

<sup>†</sup> p<0.05 in the comparison between classical singers with normal vocal folds and abnormal vocal folds

<sup>‡</sup> Maximum phonation time

<sup>§</sup> Average of fundamental frequency

<sup>||</sup> Standard deviation of Fo

<sup>¶</sup> Fundamental frequency variation

<sup>#</sup> Jitter percent

<sup>\*\*</sup> Pitch perturbation quotient

<sup>††</sup> Shimmer percent

<sup>‡‡</sup> Amplitude perturbation quotient

<sup>§§</sup> Noise to harmonic ratio

**Table 3.** Means and standard deviation for acoustic measures from phonated vowel /a/ sound of classically trained singers and normal adult in male

	MPT(sec) <sup>†</sup>	Fo(Hz) <sup>‡</sup>	STD(Hz) <sup>§</sup>	vFo(%) <sup>¶</sup>	Jitt(%) <sup>¶</sup>	PPQ(%) <sup>¶</sup>	Shim(%) <sup>**</sup>	APQ(%) <sup>††</sup>	NHR <sup>††</sup>
Normal adult	17.60±5.11	127.72±50.45	11.06±33.00	1.74±0.89	1.15±0.80	0.68±0.49	3.73±0.84	2.88±0.73	0.13±0.00
Classical singers									
Normal vocal folds	21.44±5.52	127.39±28.90	1.08±0.24	0.87±0.19	0.42±0.25	0.24±0.15*	2.47±1.21	1.92±0.78*	0.12±0.00
Vocal fold thickening	22.80±4.22	119.04±28.32	0.93±0.23	0.78±0.01	0.34±0.13*	0.20±0.01*	2.20±0.28	1.92±0.14*	0.14±0.00
Posterior gap	20.36±1.27	115.92±17.55	1.12±0.43	0.95±0.29	0.45±0.01*	0.25±0.00*	2.42±0.72	2.04±0.81	0.11±0.00

\*p<0.05 in the comparison between normal adults and classical singers

<sup>†</sup> Maximum phonation time

<sup>‡</sup> Average of fundamental frequency

<sup>§</sup> Standard deviation of Fo

<sup>¶</sup> Fundamental frequency variation

<sup>#</sup> Jitter percent

<sup>#</sup> Pitch perturbation quotient

<sup>\*\*</sup> Shimmer percent

<sup>††</sup> Amplitude perturbation quotient

<sup>‡‡</sup> Noise to harmonic ratio

동수 변이는 일반 정상인은 1.74±0.89%, 정상 성대를 가진 성악인은 0.87±0.19%, 성대의 국소 비후 소견을 가진 성악인은 0.78±0.01%, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.95±0.29%였다. Jitter율은 일반 정상인의 경우 1.15±0.80%, 정상성대를 가진 성악인은 0.42±0.25%, 성대의 국소 비후 소견을 가진 성악인은 0.34±0.13%, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.45±0.01%였다. Pitch Perturbation Quotient는 일반 정상인은 0.68±0.49%, 정상 성대를 가진 성악인은 0.24±0.15%, 성대의 국소 비후 소견을 가진 성악인은 0.20±0.01%, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.25±0.00%로 성악인에서 일반인보다 통계적으로 유의 있게 감소되어 있었다. Shimmer율은 일반 정상인의 경우 3.73±0.84%였고, 정상 성대를 가진 성악인은 2.47±1.21%였으며, 성대의 국소 비후 소견이 있는 성악인은 2.20±0.28%였고 성대 후열공이 있는 성악인은 2.42±0.72%였다. Amplitude Perturbation Quotient는 일반 정상인은 2.88±0.73%였고 정상성대를 가진 성악인은 1.92±0.78%였으며 성대의 국소 비후 소견을 가진 성악

인은 1.92±0.14%였고, 성대 후열공이 있는 성악인은 2.04±0.81%로 성악인에서 통계적으로 유의 있게 감소되어 있었다. 잡음대 조파비는 일반 정상인은 0.13, 정상 성대를 가진 성악인은 0.12, 성대의 국소 비후 소견을 가진 성악인은 0.14, 성대 후열공이 있는 성악인은 0.11이었다(Table 3).

## 고 찰

음향학적 분석은 성대에 의해서 만들어진 음성 상태를 측정하는 한 방법으로 지금 현재 음성 실험실에서나 임상적으로 가장 많이 중요하게 이용되고 있는 음성 검사이다. 그러나 국내외적으로 각 음성 실험실이나 이비인후과간에 공통적으로 사용 될 수 있는 측정치의 기준이 아직까지는 없는 실정으로 각 실험실이나 병원에서는 각각 사용하고 있는 장비로 나름대로의 정상 기준치를 정하여 음성 분석에 이용하고 있을 뿐이다. 국내에서도 IBM C Speech(A/D, D/A Card) DT 2821<sup>2)</sup>을 이용하거나 Dr. Speech Science Program<sup>3)</sup>, CSL

4300B(Kay elemetrics Corp)의 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program)<sup>45)</sup>등을 이용하여 정상 성인 남녀의 기준치를 정한다음 그 결과를 후두 질환이 있는 사람들과 비교 분석한 보고들이 있다.

그러나 아직까지 국내에서는 호흡방법과 공명방법에 대해 훈련받은 서양 음악을 전공으로 하는 성악인에 대해 따로 측정된 기준치는 없는 상태로 일반 정상인의 기준치와 비교하여 음향분석을 시행하고 있는 실정이다. 고도의 발성 교육을 받은 전문 성악인의 경우 호흡 기관이나 후두 공명강에 어떤 이상이 발생되더라도 초기에는 이것을 기교적으로 보상하여 은폐시키거나 단순히 기교 부족으로 취급하여 분명한 병변이나 기능 이상을 놓치는 경우가 있으며,<sup>1)</sup> 실제로 성대 병변이 있더라도 과도한 성문하압을 감소시키면서 “flow phonation”에 의해 노래하게 되므로 맑은 음색으로 노래하는 경우를 볼 수 있다.<sup>5)</sup>

따라서 본 연구에서는 음성 장애를 호소하지 않는 전문 성악인의 성대를 먼저 후두스트로보스코피로 관찰하고 그 결과를 음향분석학적 검사 결과와 비교하여 보았으며 또한 후두스트로보스코피상 정상 성대를 가지고 음성 장애를 호소하지 않고 성악 훈련을 받지 않은 일반 정상인의 결과와도 비교하여 보았다. 본 연구에서 성대의 후두스트로보스코피 소견은 Hirano등<sup>6)</sup>이 제안한 주관적 평가의 표준화 방법이 성대 상태에 대한 자세한 정보를 주기는 하지만 주관적 오류가 많을 수 있기 때문에, 성대 접막의 병변 상태를 정확히 진단하기 위한 방법뿐만 사용하였으며, 성대소견을 성대 결절, 성대의 국소 비후 소견, 성대 후열공, 성대의 불완전 폐쇄 등으로 분류 비교하였다. 그 결과 음성 장애를 호소하지 않는 남녀 성악인 50명중 여자 성악인의 경우 19명(59%)에서 성대 병변이 있었으며, 남자의 경우는 9명(50%)에서 성대 병변이 발견되었다. 이는 Elias등<sup>7)</sup>이 65명의 건강하고 음성 장애 증상이 없는 전문 성악인을 후두스트로보스코피로 검사한 결과 58%에서 비정상 성대 소견을 발견하였다는 보고와도 일치하고 있다. 여자 성악인 특히 소프라노에서 성대 병변의 발생률이 높고, 성대의 불완전 폐쇄가 5명이나 있는 것은 무리한 고음 발성에 의한 것으로 사료되었다.

따라서 본 연구에서는 음향 분석시 정상 성대를 가진 성악인과 성대 병변이 있는 성악인들의 결과를 따로 분석하고 또한 이들 결과를 정상 성대를 가진 일반인들

의 결과와도 비교해 보았다. 최장발성 지속시간은 남녀 성악인 모두 성대 병변에 관계없이 일반인들보다 증가되어 있었고, 특히 정상 성대를 가진 여자 성악인들은 일반인에 비해 통계적으로 유의 있게 증가되어 있었다. 그러나 성악인들간의 비교에서 성대 병변이 있더라도 정상 성대를 가진 성악인에 비해 최장발성 지속시간이 통계적으로 유의 있게 감소된 경우는 없었다. 이러한 결과로 성악인들은 훈련에 의해 후두 근육을 강하게 만들어 성문하압을 잘 조절하여 호기류율을 일반인들보다 3~4배 이상 변화시킬 수 있기 때문에<sup>9)</sup> 성대 병변이 있어서 성대가 잘 폐쇄되지 않아 호기의 남용이 있더라도 발성 지속 시간이 크게 감소되지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 평균기본진동수는 남자 성악인은 성대 병변에 상관없이 일반 정상인과 큰 차이가 없었으나 여자 성악인의 경우 일반적으로 일반인에 비해 기본진동수가 증가되어 있는 경향이 있었고 특히 성대의 국소 비후가 있거나 성대의 불완전 폐쇄가 있었던 경우에 통계적으로 유의 있게 증가되어 있었다. 일반적으로 기본진동수는 성대의 긴장도가 증가되거나, 성문하압이 증가되고, 진동하는 성대의 길이가 짧아졌을 때 증가되고 성대 질량이 증가되었을 때 감소하는데, 성악인들은 발성훈련에 의해 후두근육의 긴장도가 증가되어 있기 때문에 기본진동수가 일반인들보다 증가되어 있는 것으로 생각되며, 성대 병변이 있음에도 불구하고 기본진동수가 일반인에 비해 통계적으로 유의 있게 증가되어 있는 것은 성악인들이 발성훈련에 의해 초기 병변을 은폐시키기 위해 기교적으로 보상하는 것으로 생각되며 따라서 이와 같은 이유로 성악인들에서 초기에는 성대의 병변이 있더라도 음성장애가 노출되지 않을 수는 있으나 지나친 보상작용에 의해 성대의 긴장이 지속되어 보상의 한계를 넘게되면 성대 병변에 의한 음성 장애가 발현되므로 초기에 성대 상태를 정확하게 진단하여 성대의 지나친 긴장을 이완시킬 수 있는 발성 훈련이 필요하다고 사료된다.

또한 남녀 성악인 모두에서 기본진동수의 표준편차나 기본 주파수의 변이가 일반 정상인보다 감소되어 있었고 특히 여자 성악인에서 정상 성대를 가진 경우는 물론 성대 결절이 있는 성악인에서도 통계적으로 유의 있게 감소되어 있었고 남자 성악인 역시 성대 병변에 상관없이 모두 통계적으로 유의 있게 일반 정상인보다 감소되어 있었다. 이러한 결과는 성악인들이 일반인에 비해 기본진동수가 매우 안정되어 있음을 보여주고 있

다고 생각된다. 성대의 각 진동마다 기본진동수의 시간 및 진폭이 불규칙한 경우 음성이 거칠어지게 되는데, 각 진동의 주기마다 시간의 불규칙성을 의미하는 jitter와 각 주기마다의 강도의 불규칙성을 의미하는 shimmer는 음성의 조조성(roughness) 정도를 객관적으로 표현하는데 이용된다. Jitter는 계산하는 방법에 따라 다양하게 측정될 수 있는데, 본 연구에서는 jitter율과 pitch perturbation quotient(PPQ)를 계산하였다. 그 결과 남녀 성악인 모두 성대 병변에 상관없이 모두 일반인에 비해 jitter율과 PPQ가 감소되어 있었고 특히 여자 성악인에서는 성대가 정상인 경우 PPQ가 일반인에 비해 통계적으로 유의하게 감소되어 있었다. 남자 성악인의 경우 성대 병변이 있더라도 jitter율, PPQ 모두 일반 정상인보다 통계적으로 유의하게 감소되어 있었다. 본 연구에서 일반 정상인의 jitter율은 남녀 모두 1.2% 정도로 되어 타 연구의 보고된 0.5~1.0%<sup>4)10)</sup>보다 약간 증가되어 있었으나 성악인의 경우는 이들의 정상 기준치보다도 낮은 수치를 나타내고 있었다. 이러한 결과는 성악인들은 후두근육의 근신경 조절 능력이 훈련에 의해 증가되어 있으므로 jitter율이 감소된다고 사료되며, 따라서 성악인들의 음성을 분석할 때는 성악인들의 정상 기준치를 따로 작성하여 참고하는 것이 필요하다고 생각된다. Shimmer값 역시 남녀 성악인 모두 일반 정상인에 비해 성대 병변에 관계없이 일반 정상인보다 통계적으로 유의하게 감소되어 있었다. 일반적으로 모든 검사에서 성대 병변이 있는 남녀 성악인이라도 그 결과가 정상 성대를 가진 성악인과 비교했을 때 통계적으로 유의한 큰 차이는 없었으나, shimmer값, APQ, NHR등은 여자에서 성대 후열공이 있는 경우 일반 정상인의 결과보다는 감소되어 있었으나 정상성대를 가진 성악인에 비해서는 통계적으로 유의하게 증가되어 있어 성악인들의 정상 기준치가 필요하다는 것을 또 한번 확인하였다.

## 요 약

1) 음성 장애를 호소하지 않는 성악인 50명중 여자는 59%, 남자는 50%에서 후두스트로보스코피상 성대 병변이 발견되었다.

2) 성종별로는 소프라노에서 가장 성대 병변의 발생률이 높았다(66.7%).

3) 최장발성 지속시간은 성악인의 경우 성대 병변에 관계없이 일반 정상인에 비해서 증가되어 있었으며 특히 정상 성대를 가진 여자 성악인에서는 일반인에 비해 통계적으로 유의하게 증가되어 있었다.

4) 기본진동수, 기본진동수 표준편차, 기본진동수변이들은 성악인이 일반인에 비해 안정되어 있었고, jitter, PPQ는 성악인이 성대 병변이 있더라도 일반인에 비해 감소되어 있었으며, 특히 남자 성악인에서는 통계적으로 유의하게 감소되어 있었고, Shimmer, APQ 역시 성악인이 성대 병변이 있더라도 일반인에 비해 통계적으로 유의하게 감소되어 있었다.

## References

- 1) Chung SM : *Vocal efficiency measures in classically trained western singers. J Korean Logo Phon. 1998 ; 9(1) : 43-46*
- 2) Choi HS, Chang MS, Lee JJ : *Acoustic measures from normal and vocal polyp patients. J Korean Logo Phon. 1994 ; 5(1) : 38-43*
- 3) Lee HS, Tae K, Jang KJ, et al : *Acoustic analysis of normal and vocal pathologic voice using Dr. speech science. J Korean Logo Phon. 1997 ; 8(2) : 166-172*
- 4) Nam SY, Nam EC, Lee KS : *Effect of aging and smoking an acoustic characteristics of voice. 1997 ; 40(8) : 1156-1161*
- 5) Moon YI, Chung SM, Kim MJ : *Aerodynamic and acoustic analysis of respiration and phonation methods in normal adults. Korean J Otolaryngol. 1999 ; 42 : 756-761*
- 6) Carroll LM, Sataloff RT, Heuer RT, et al : *Respiratory and glottal efficiency measures in normal classically trained singers. J Voice. 1996 ; 10(2) : 139-145*
- 7) Hirano M, Bless DM : *Videoendoscopic examination of the larynx. San Diego, California : Singular Publishing Group, Inc, 1993*
- 8) Elias ME, Sataloff RT, Roser DC, et al : *Normal stroboscovideolaryngoscopy : Variability in healthy singers. J Voice. 1967 ; 11(1) : 104-107*
- 9) Titze I, Sunberg J : *Vocal intensity in speakers and singers. J Acoust Soc Am. 1992 ; 91 : 2936-2946*
- 10) Hollien H, Miichel J, Doherty ET : *A method for analyzing vocal jitter in sustained phonation. J Phonetics. 1973 ; 1 : 85-91*