

성대결절이 있는 성악도에서의 음성분석학적 특징

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 이비인후과학교실
진성민 · 김대영 · 김남훈 · 권기환 · 이경철 · 이용배

= Abstract =

Acoustic Characteristics of the Vocal Major Students with Vocal Nodule

Sung Min Jin, M.D., Dae Young Kim, M.D., Nam Hoon Kim, M.D.,
Khee Hwan Kwon, M.D., Kyung Chul Lee, M.D., Yong Bae Lee, M.D.
*Department of Otolaryngology, Kangbuk Samsung Hospital, School of Medicine,
Sungkyunkwan University, Seoul, Korea*

Objectives : The purpose of this study was to systematically analyze and compare the acoustic characteristics of vocal major students with vocal nodule when singing.

Materials and Methods : Ten sopranos with vocal nodule, who have never been treated due to voice problems, were the subject group. Twenty healthy sopranos major students were the control group for this study. The vocal nodule was confirmed by stroboscopy and the acoustic and electroglottographic analysis was conducted on both groups. Additionally, an inquiry on usual voice problems during speaking and singing were performed on each of the groups.

Results : The vowel /a/ was spoken and sung by sopranos of each group. There were no significant differences in Fo, jitter, shimmer, NHR at speaking and singing in either group. We did not register any significant differences of closed quotient and speed quotient in electroglottography for both groups at singing, but speed quotient was increased in subject group at speaking($p < 0.05$). And the sopranos with nodule demonstrated voice fatigue(70%), strained and tired voice after long period of performance and conversation(60%) on inquiry.

Conclusions : Although they had a vocal nodule, this group, who had a long period of voice training, did not present any differences in acoustic and electroglottographic problems during short performance, but, the vocalists noticed delicate voice problems after a long performance. We conclude that the voice training teacher and laryngologist must initiate voice management and speech therapy for vocal nodule, even if there is no specific abnormality in acoustic analysis.

KEY WORDS : Vocal major student · Vocal nodule · Acoustic analysis · Electroglottography.

서 론

성대결절은 애성을 호소하는 환자에게서 가장 빈도가 높은 질환중의 하나로 만성 기계적 자극에 의한 성

대의 조직 반응이며, 일반적으로 성대의 레인케서 층중 특정 부위에 발생한 염증 반응으로 알려져 있으며,¹⁾ 호발 부위는 성대의 전방 1/3 변연부(free margin) 즉 막성 성대 진동의 중심 부위이다.²⁾ 성대결절의 유발 원인으로서는 음성남용이 가장 중요하며, 이는 본 질환이

직업적 특성과 밀접한 연관이 있음을 나타낸다.

최근 음성학 분야의 발전으로 성대 결절의 음향학적 특징이 알려지고 있으며, 또한 각종 직업적 음성과 사용군에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.³⁻⁶⁾ 전문적으로 음성을 사용해야 하는 직업적인 성악가들은 어려서부터 오랜 기간 동안 특별한 발성훈련을 받고, 또한 평상시에도 최고의 음성 상태를 유지하기 위하여 엄격한 생활자세를 유지하도록 노력한다. 이러한 성악가들의 성대결절은 일반인들과 다른 증상과 음성학적 결과를 나타낼 것으로 생각되며, 본 연구는 성대결절이 있는 서양음악을 전공한 성악도들의 발성시 음향학적 특징과 문제점을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

음악대학교 성악과에서 소프라노를 전공하는 학생으로, 음성장애로 인하여 치료를 받은 과거력이 없으면서 성대화상술 검사상 성대결절이 확인된 18세부터 25세 사이의 여학생 10명을 대상으로 하고, 성대결절이 없는 성악도 20명을 대조군으로 하여 평소 발성상의 문제점과 연주시의 문제점에 대한 설문조사와 최장발성지속시간(Maximum phonation time, MPT)을 이용한 공기역학적 검사, 정상 대화시의 /아/발성 및 256Hz에 맞춘 연주시의 /아/발성에 대한 음성분석 및 성대 자체의 접촉 상태를 알기 위하여 전기성문과검사(Electroglottography)를 시행하였다.

설문조사는 성악도들의 평소 대화시의 음성의 유형과 연주시 발성의 문제점에 대한 질문을 하여 이에 대한 분석을 시행하였다.

성대화상술검사는 피검자가 편안하게 앉은 자세에서 정상 발성시와 연주시 발성시의 성대 운동과 해부학적 이상여부를 CCD Camera(Panasonic[®])와 Television Monitor(SONY[®])에 연결된 flexible nasopharyngoscopy를 사용하여 기록하였으며 모든 기록은 Video-Cassette recorder(Panasonic[®])를 이용하여 녹화 및 재생하였다.

공기역학적 검사는 음성생성능력을 양적으로 표현하여 주는 최장발성지속시간(Maximum phonation time, MPT)을 측정하였고, 이때 피검자는 편안한 자세에서 최대흡기 후 편안한 발성으로 /아/ 모음을 가능한 한 지속적으로 길게 발성케하여 그 발성의 지속시간을

3회 측정하고 그 중 가장 큰 값을 채택하였다.

음향분석학적 검사는 편안한 자세에서 편안한 목소리로 최소 3초 이상의 연속된 /아/ 모음소리를 세 번 내도록 하고 그 중 가장 안정된 발성을 나타낸 것과 256Hz의 소리굽쇠에 맞추어 발성한 연주시의 /아/ 모음소리를 택하여 SHURE사 Model SM 48 unidirectional ; dynamic microphone을 통하여 컴퓨터에 입력한 후 분석되었다. 음성분석은 Kay사의 CSL 시스템의 vocing alalysis를 사용하였고 Hardware는 CSL model 4300B와 Kay사에서 제공된 486DX 33MHz 컴퓨터를 사용하였다.

전기성문과검사는 두 개의 전극을 갑상연골 부위의 피부에 각각 부착시키고, 마이크로폰을 입의 전방 5cm 부위에 대고 가장 편안한 크기의 목소리로 보통 크기의 /아/발성을 시킨 상태와 256Hz의 소리굽쇠에 맞추어 발성한 연주시의 /아/ 모음을 Kay사의 Electroglyph model 4338을 이용하여 Closed quotient(CQ)와 Speed quotient(SQ)를 측정하여 분석하였다.

통계학적 검증은 통계분석패키지인 Statistical packages for Social Science(SPSS) 중 independent t-test를 이용하여 각 결과치를 비교하였고 유의수준은 95%로 하여 검정하였다.

결 과

음악대학교 성악과에서 성악을 전공하는 성악도중 성대화상술 검사상 성대 결절이 확인된 대상군 10명의 평균 연령은 21.2세 이었고 성대 결절이 없는 대조군 20명의 평균 연령은 23.3세 이었다.

평소 발성상의 문제점에 대한 설문조사에서 성대 결절이 있는 성악도들은, 고음 발성의 어려움(40%), 저음 발성의 어려움(20%), 큰소리나 조용한 목소리를 내기 어려워지는 현상(50%), 장기간 연주나 대화후에 발성하기가 어려워지는 현상(60%), 목을 쥐어 찢는 듯한 목소리(50%), 거친 목소리(50%), 그리고 발성시 힘이 많이 들고 쉽게 목이 피로해지는 현상(70%) 등을 호소하였으며, 이는 성대결절이 없는 대조군의 각각 15%, 5%, 15%, 10%, 0%, 5%, 20% 보다 많은 것으로 나타났다(Table 1).

일반 대화시의 /아/ 모음 발성에 대한 음향학적 분석에서 대상군은 기본 진동수가 218.2Hz, jitter가 0.

796%, shimmer가 0.266dB, 잡음대 조파비는 13.128로 각각 228.525Hz, 0.646%, 0.351dB, 12.888로 나타난 대조군에 비하여 기본진동수는 감소하고, jitter와 잡음대 조파비는 증가하고, shimmer는 감소하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 256Hz의 소리굽쇠에 맞춘 연주시의 /아/ 발성에 대한 분석에서도 jitter, shimmer, 잡음대 조파비가 대상군에서 0.723%, 0.155dB, 9.602였으며 대조군에서는 0.602%, 0.124dB, 11.272로 나타났으나 역시 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

최장 발성 지속시간을 이용한 공기역학적 검사에서 대상군과 대조군이 각각 18.2초, 19.4초로 성대결절이 없는 군에서 약간 길게 측정되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 2).

양군간의 대화시 /아/모음 발성에 대한 Electroglot-

Table 1. Voice problems of singing in subject group

	Subject group	Control group
Loss of H-note	40%	15%
Loss of L-note	20%	5%
Loss of loud voice	10%	10%
Loss of quiet voice	40%	5%
Dysphonia after long period of performance and conversation	60%	10%
Stained voice	50%	0%
Hoarseness	50%	5%
Effortful & tired voice	70%	20%

Table 2. Acoustic measures from speaking & singing, and MPT

	Speaking		Singing	
	Subject group	Control group	Subject group	Control group
Fo(Hz)	218.194	228.525	255.164	256.562
Jitt(%)	0.796	0.646	0.723	0.502
Shim(dB)	0.266	0.351	0.155	0.124
NHR	13.128	12.888	9.602	11.272
MPT	18.2	19.4		

Fo : fundamental frequency, Jitt : jitter, Shim : shimmer, NHR : noise to harmocnic ratio, MPT : maximum phonation time p>0.05

Table 3. Electroglottographic analysis

	Speaking		Singing	
	Subject group	Control group	Subject group	Control group
Closed quotient	0.43	0.42	0.42	0.41
Speed quotient	3.29*	2.59	2.54	2.65

*p<0.05

ttography 분석에서 대상군의 CQ와 SQ는 0.43과 3.29로 대조군의 0.42와 2.59에 비하여 모두 길게 측정되었으며, 이중 대상군에서 증가된 SQ가 통계적으로 유의하였다(p<0.05). 256Hz turning folk(C1, C4)에 맞춘 /아/ 모음 발성시 시행한 Electroglottography 분석에서는 CQ가 대상군에서 0.42, 대조군에서 0.41로 나타났고, SQ가 대상군과 대조군에서 각각 2.54와 2.65로 대조군에서 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 3).

고 찰

일반적으로 성대 결절은 음성의 과용 혹은 오용에 따른 후두의 기계적 자극에 의하여 발생되어 애성이 주 증상으로 나타나고 이물감, 등의 증상을 나타낸다.⁷⁾ 직업적으로 목소리를 사용해야하는 사람들의 경우 성대 결절이 생길 기회가 더 많으며 특히 성악가들은 오랜 기간 동안의 발성훈련으로 이러한 성대결절에 대하여 보다 민감하게 느끼게 되며, 이러한 성악가들이 성대결절이 생기는 원인은 역시 성대의 과사용이 중요한 원인이 된다.⁸⁾ 그 외에 이들이 흡기시 횡격막이나 외늑간근을 이용하고, 호기시는 복근, 내늑간근 그리고 배근(back muscle)이나 흉근(chest muscle)을 이용해서 호흡을 하며, 이때 이러한 호흡지지시스템(breathing support system)의 부적절로 인하여 호흡이 부족할 때, 이에 대한 보상으로 후두근을 무리하게 이용하게

됨에 따르는 후두의 과기능(laryngeal hyperfunction)이 나타나고 결절이 발생하게 되는 것으로 생각된다.⁹⁾ 또한 Bronidnitz 등¹⁰⁾은 성대결절이 생기는 원인으로 정신적 요소를 강조하였는데, 특히 가수과 같이 음성을 많이 사용하는 사람들에 있어, 긴장, 근심, 부담감을 갖고 발성을 할 때 성대결절이 호발한다고 주장하였다.

성대결절이 있는 성악가들이 느끼는 증상들은 성대결절이 있는 일반인들이 느끼는 애성과는 다른 본인들이 발성시에 느끼는 주관적인 증상을 호소하게 되는데, 부드러운 고음발성의 소실(loss of the ability to sing high notes softly), 발성시작의 연장(delayed phonatory onset, particularly with high, soft, singing), 음의 거칠기의 증가(increased breathiness(air escape), roughness, and harshness), 음지속의 감소(reduced vocal endurance), 연주를 위한 노력을 증가시켜야한다는 느낌(a sensation of increased effort for singing), 연주를 위한 warm-ups의 연장(a need for longer warm-ups), 음역이 고르지 못함(day-to-day variability of vocal capabilities, which is greater than expected for the singer's level of vocal training) 등의 민감한 증상으로 병원을 방문한다.¹¹⁾ 본 연구의 설문지 조사에서도 성대결절이 있는 성악도들이 고음이나 저음 발성의 어려움, 큰소리나 조용한 목소리를 내기 어려워지는 현상, 장기간 연주나 대화 후에 발성하기가 어려워지는 현상 등을 성대결절이 없는 성악도들에 비하여 보다 빈번하게 호소하고 있음을 알 수 있었다.

성대결절 등의 병변에 의해 후두조절기능의 감소가 있는 경우 음향분석학적 검사는 jitter, shimmer, noise to harmonic ratio 등이 증가하며,¹²⁾ 또한 결절이 있는 경우의 최장발성지속시간은 대부분이 정상이하로 감소하게 된다.¹³⁾¹⁴⁾ 그리고 성대의 접촉상태를 알 수 있는 전기성문과검사에서는 성대 결절이 있는 경우, 성대 접촉 면적이 감소되어 성문개방으로 이행하는 시기에 특징적인 편평파(flat segment of wave)가 나타나며, 이로 인하여 CQ와 SQ가 정상치에 비하여 증가하게 된다.¹⁵⁾

그러나, 수년간 서양고전음악에 대한 발성훈련을 받아온 성악도들에 대하여 시행한 본 연구의 음향분석학적 검사에서는 대화시와 연주시에 성대결절이 없는 성악도들과의 의미있는 차이를 관찰할 수 없었으며, 최장

발성지속시간도 양군간의 차이를 나타내지 않았다. 전기성문과검사서 대화시의 /아/발성에 대한 SQ는 성대결절이 있는 대상군에서 유의하게 증가하였고, 연주시에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 대화시 성대점막의 움직임은 일반인들의 경우와 차이가 없이 이루어지기 때문에 결절이 있는 대상군의 경우 의미 있게 증가된 SQ값을 보이나, 연주시에는 보다 효과적으로 발성을 하기 위한 오랜 기간의 훈련에 의하여 결절에 의한 영향을 최소화시키면서 발성을 하게 되기 때문에 성악도들간에 성대 결절의 유무에 따른 차이를 보이지 않는 것으로 생각된다. CQ의 경우도 대화시나 연주시 SQ의 결과와 동일하게 해석할 수 있으나 본 결과에서는 이들의 증감이 통계적 유의성을 보이지는 못했다. 이처럼 성대결절이 있는 성악도들이 결절이 없는 성악도에 비하여 일관되게 불량한 음성분석 결과를 보이지 않은 이유는, 이들의 성대결절이 음성의 과용이나 오용, 호흡지지시스템(breathing support system)의 부적절 및 정신적 긴장 등의 영향으로 발생하기는 하지만 직업적 성악가가 되기 위하여 오랜 기간 동안의 효과적인 발성 훈련과 맑고 시원한 소리를 만들어내는 발성으로 결절의 영향을 최소화하고, 결절의 영향을 받지 않는 부위를 최대한 이용하여 발성을 하게 되기 때문으로 생각된다. 그러나 본 연구는 단기간의 발성에 대한 측정으로보여지는 결과이며, 장시간의 대화나 연주후의 측정이 이루어 진다면 성악도 들에 있어 성대 결절의 유무에 따른 음향학적 차이는 보다 분명하게 관찰될 수 있을 것으로 예상된다.

결 론

오랜 기간 동안 서양음악에 대한 발성교육을 받은 성악도들은 단기간 발성에 의한 음향학적 소견이나 성대진동효율에서 성대결절의 유무에 따른 차이점은 없으나, 성대결절이 있는 성악도의 경우 주로 장기간의 연주나 대화시에 문제점을 호소하게 되는 것으로 생각된다. 따라서 성대결절이 있는 성악도들에서 연주시 특별한 문제점이 발견되지 않더라도 성악지도 교사나 이비인후과 의사는 성대결절에 대한 치료 및 음성관리를 적극적으로 시행하여야 할 것으로 생각된다.

References

- 1) Kim GR, Kim KM, Lee KJ : *Phoniatrial evaluation of laryngeal disorders. Acta Phonit Lat.* 1985 ; 7 : 349
- 2) Strong MS, Vaughan CW : *Vocal nodule & polyp the role of surgical Tx. Laryngoscope.* 1971 ; 81 : 911-923
- 3) Jin SM : *Objective measures of voice production in telephone operators. J Korean Logo Phon.* 1997 ; 8 : 38-43
- 4) Jin SM, Park SO, Kang HK, Lee KC, Lee YB, Kim BH : *Acoustic and stroboscopic characteristics in clergies. J Korean Logo Phon.* 1998 ; 9 : 47-52
- 5) Jin SM, Park SO, Lee JW, Lee KC, Lee YB : *Acoustic and stroboscopic characteristics in teachers, clergies and telephone operators. J Korean Logo Phon.* 1998 ; 9 : 53-58
- 6) Jin SM, Kim DY, Ban JH, Lee SH, Song YK, Kwon KH, et al : *Problems of strobovideolaryngoscopic findings and usual voice management of vocal major students, and acoustic characteristics of singing voice. J Korean Logo Phon.* 1999 ; 10 : 43-49
- 7) Jung HW, Lee YS, Park JY, Kwak SI, Seo JI : *Clinico-statistical analysis of the laryngeal polyp and nodule. Korean J Otolaryngol.* 1992 ; 35 : 394-402
- 8) Sataloff RT : *Professional singers : the science and art of clinical care. Am J Otolaryngol.* 1981 ; 2 : 251-266
- 9) Sataloff RT : *The human voice. SCIENTIFIC AMERICAN.* 1992 ; 12 : 2-9
- 10) Brodnits FS : *Goals and results and limitation of vocal rehabilitation, Arch Otolaryngol.* 1963 ; 77 : 148
- 11) Postma GN, Courey MS, Ossoff RH : *The professional voice. In : Cummings CW, Fredrickson JM, Harcker LA, Krause CJ, Schuller DE, editors. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2nd ed. St. Louis : Mosby Year Book, 1993 : 2055-2072*
- 12) Murry T, Doherty ET : *Selected acoustic characteristics of pathologic and normal speakers. J Speech Hear Res.* 1980 ; 23 : 361-369
- 13) Lee KJ, Chung TY, Oh HK, Kim KM, Hong WP, Kim GR : *Phoniatrial evaluation of various laryngeal disorders. Korean J Otolaryngol.* 1983 ; 26 : 650-661
- 14) Shigemori Y : *Some tests related to the air usage during phonation. J Otolaryngol Jpn.* 1977 ; 23 : 138
- 15) Choi HS, Kim GR, Kim KM, Kim KS, Cho GJ : *Clinical application of electroglottography. Korean J Otolaryngol.* 1990 ; 33 : 537-547