음도 고정 시 강도 변화에 따른 일반인과 성악인 발성의 전기성문파형 검사 특성의 비교

연세대학교 대학원
의학과
김 한 수

음도 고정 시 강도 변화에 따른 일반인과 성악인 발성의 전기성문파형 검사 특성의 비교

지도교수 최 홍 식

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2003년 6월 일

연세대학교 대학원

의학과

김 한 수

김한수의 석사학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2003년 6월 일

감사의 글

막상 이렇게 학위 논문의 ‘감사의 글’을 쓰는 이 순간에 떠오르는 생각은 이 글을 쓸 수 있는 자격을 얻는 다는 것이 결코 쉽지 않은 일이며 많은 분들의 도움이 없었다면 절대로 올 수 없는 자리라는 것입니다.

먼저 저를 ‘음성’이란 분야로 이끌어 주시고 연구의 시작부터 끝까지 관심을 아끼지 않으셨던 최홍식 교수님, 바쁘신 와중에도 기꺼이 심사를 해주신 김광문 교수님, 김영호 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 마치 자신의 연구처럼 열심히 실험을 함께 해준 의과대학 송기재 군과 음성언어의학연구소의 최성희 선생님, 이성은 선생님께도 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 아마도 이 세 분들의 절대적인 도움이 없었다면 이 논문은 완성되기 힘들었을 것입니다. 또한 기꺼이 실험 대상이 되어준 다솜회 친구들과 남도현 교수님, 한국예술종합학교 성악과 학생들에게도 이 글을 빌어 감사를 표합니다. 아직도 감사드릴 분들이 많이 남아있습니다만 지면을 핑계로 미처 다 적지 못하고 마음으로 대신 하려함을 송구스럽게 생각합니다.

이 논문은 끝이 아닌 새로운 시작점이라 생각하며, 앞으로 저 자신의 부족한 점을 깨닫고 여러 선생님들의 지도 하에 공부를 계획하는 시금석으로 삼을 것을 다짐해 봅니다.

마지막으로 학위 논문을 마친 이 기쁨을 이제까지 저를 위해 묵묵히 기도로 후원해주신 부모님, 장인 장모님, 그리고 사랑하는 저의 아내 현정과 함께 하고 싶으며 이 모든 기쁨과 영광을 하나님께 돌립니다.

저자 씀

차례

그림 차례

표 차례

국문요약

음도 고정 시 강도 변화에 따른
일반인과 성악인 발성의 전기성문파형 검사 특성의 비교

연구 배경 및 목적: 음성을 만드는데 가장 중요한 요소를 크게 나눈다면 하나는 소리의 에너지원이라 할 수 있는 **호흡**이고 다른 하나는 **성대 접촉**에 의한 **성대의 진동**이다. 성악인은 일반인에 비해 노래를 잘 부르는데, 어떤 점에서 일반인과 다른지 많은 연구가 되어 있지않다. 따라서 성악인과 일반인의 발성에 있어서 차이점을 전기성문파형검사와 공기역학적검사를 통해 호흡과 성대진동의 관점에서 알아보고자 한다.
연구 방법: 서양음악을 전공하는 10 대에서 30 대 사이의 남녀 성악인 각 10 명과 일반인 각 10 명을 대상으로 하였다. 피검자에게 pitch pipe 를 이용해 /G/음을 들려준 후 발성연습을 하여 일정한 음정을 유지한 상태에서 70dB 에서 80dB 으로 약 10dB 정도 음강도를 변화시킬 수 있도록 훈련을 시켰다. 이후 경부에 Lx speech studio 의 전기성문파형검사 전극을 부착하고 Phonatory function analyzer 의 마스크를 입에 부착시킨 후 발성을 하여 동시에 두 검사를 시행하였다. 각 피검자마다 한 조건에서 3 회를 측정하여 얻은 평균값을 분석에 이용하였다. 통계학적 검증은 SPSS(Statistical Package for the Social Science)중 independent t-test 를 이용하여 각 결과의 평균, 표준편차를 비교하였고 유의 수준은 95%로 하였다.
결과: 모든 군에서 평균적으로 평균호기류율과 성문하압은 고강도 조건에서 증가하였으나 성악인군과 일반인군 사이에 통계적 차이는 없었다. 성문폐쇄율은 남자 성악인 군에서 일반인 군에 비해 통계적으로 의미 있게 증가하였으나(일반인 남자: 51.31±3.70%, 성악가 남자: 55.52±6.07%, p = .039), 여자 성악인 군에서는 오히려 감소하였다. 발성의 안정도를 나타내는 shimmer는 고강도 조건에서 모두 감소하였다(p < .001).

결론: 성악인은 일반인에 비해 효율적인 발성을 하며 이는 공기역학적 요소(평균호기류율과 성문하압)의 개선 뿐 아니라 성대의 접촉을 증가시켜 성대 진동이 향상되기 때문으로 생각된다.

핵심 되는 말 : 성악인, 전기성문파형검사, 공기역학적검사, 음도, 강도, 평균호기류율, 성문하압, 성문폐쇄율

음도 고정 시 강도 변화에 따른
일반인과 성악인 발성의 전기성문파형 검사 특성의 비교

<지도교수 **최 홍 식**>

연세대학교 대학원 의학과

김 한 수

I. 서론

발성의 원리를 보면, 폐에서 발생한 호기류가 음성의 에너지원으로 작용하여 적당히 닫힌 성문을 통과하면서 성대를 진동시켜 먼저 후두원음(glottal sound)을 생성한다. 이 후두원음이 하인두, 구인두, 비인두, 구강등의 성도(vocal tract)를 지나면서 여러 가지 주파수의 모임으로 변형이 되는 공명(resonance)이 일어나고, 혀와 입술의 운동으로 최종적으로 조음(articulation)이 이루어져 우리가 귀로 듣는 음성이 되는 것이다[1]. 이 가운데 음성을 만드는데 가장 중요한 요소 두 가지를 든다면, 하나는 소리의 에너지원이라 할 수 있는 **호흡**이고 다른 하나는 **성대 접촉**에 의한 **성대의 진동**이다. 이 과정을 물리학적으로 설명하면, 성대의 내전에 의해서 폐쇄된 성문에 폐로부터의 호기가 도달하면 성문하압(subglottic pressure)과 성대의 탄력 및 베르누이 효과(Bernoulli effect)가 서로 작용하여 성문은 수동적으로 개폐운동을 시작하게 되며 그 결과로 호기류는 단속되어 소밀파(refraction and compression)인 후두원음(glottal sound)이 생성된다. 즉 성문하압이 발성의 에너지원이 되는 것이다[2]. 따라서 발성에 관한 연구를 하기 위해서는 성문하압, 호기류등을 알 수 있는

공기역학적검사(aerodynamic study) 장치와 성대의 접촉 및 진동 양상을 볼 수 있는 성문파형검사 장치가 필수적이다.

일반적으로 공기역학적검사에 널리 사용되는 Phonatory function analyzer (Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan)은 기류저지법을 이용한 간접적인 검사방법으로 발성시의 성문하압(subglottic pressure)과 평균호기류율(Mean flow rate, MFR), 음압(Sound pressure) 및 기본주파수(Fundamental frequency)를 동시에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다(Fig 1).

Fig. 1. Phonatory function analyzer

이 방법은 기관내 천자 법처럼 성문하압을 직접 측정하는 것은 아니고 지속 발성중의 어떤 짧은 시점의 호기압을 측정하는 것이다. 폐로부터 나온 호기는 하기도의 기류저항을 거쳐 성문하에 도달하게 되므로 기류저지법에 의해 측정되는 호기압이 성문하압과 완전히 일치하지는 않는다. 그러나 Bonhuys 등의[3] 보고에 의하면 정상인의 경우 폐포부터 성문하까지의 저항은 무시하여도 좋을 만큼 작은 양이므로 하기도의 기류저항에 변화가 없는 한 폐에서 방출되는 호기압으로 성문하압을 대치하여 사용 가능하다고 하였다. 기류저지법은 직접적인

방법은 아니나 비침습적이며 동시에 여러 검사를 간단히 시행할 수 있는 간편한 검사법으로 현재 많은 기관에서 사용되고 있다.

발성 시 성대의 진동 및 접촉 양상을 관찰하는 방법으로는 초고속 영화촬영(ultra high speed cinematography), 후두스트로스코피(Laryngeal stroboscopy), 전기성문파형검사(Electroglottography)등이 있다[4,5,6]. 초고속영화촬영은 실시간으로 촬영된 사진을 통해 성대 진동시의 모습을 볼 수 있는 장점이 있으나, 장비가 매우 고가이고 많은 공간을 차지하여 사용에 제한이 있으며, 성대 진동을 객관적인 그래프로 나타낼 수 없는 단점이 있다. 후두스트로보스코피는 비교적 간편하게 사용할 수 있는 매우 유용한 검사이나, 실제의 성대진동 숫자에 비해 매우 감소된 숫자의 성대진동을 관찰하는 것이므로, 발성시의 성대운동에 대한 생리학적인 검사방법으로는 적절치 못하며 초고속영화촬영처럼 객관적인 그래프의 제시가 미흡하다. 반면 전기성문파형검사는 갑상연골 양측 피부에 부착시킨 전극을 통해 전기의 저항(impedance)을 측정하는 것으로써, 성대가 열려있을 때에는 전기가 통하지 않으므로 전기 저항이 커지고, 성대가 닫히면 전기 저항이 작아지는 원리를 이용하여 특정한 그래프(성문파형)를 얻게 된다. 전기성문파형기기는 지난 30 년간 5 가지 정도의 모델이 개발되어 연구되어 왔는데 진동파형이 발성 시의 실제 성대 진동과 어떤 연관관계가 있는지 규명하지 못하여 주목을 받지 못하다가 1970 년대 후반 초고속 영화촬영법과 후두스트로보스코피와 함께 성대의 진동을 객관화할 수 있는 방법이 개발되면서 발전을 이루게 되었다[7]. 전기성문파형은 원리에서도 알 수 있는 것처럼, 성대진동의 폐쇄기의 상태를 특징적으로 반영하게 되며 결국 성대접촉 면적의 변환을 나타낸다고 할 수 있다[6]. 이 때 얻어지는 정보 중 가장 일반적인 것이 검사자가 주관적으로 파형의 모습을 보는 것이고, 보다 객관적인 정보를 얻기 위해서 진동

파형의 각 부위에서 시간별, 진폭별 변화를 계수화 시키는 방법이 사용되었다[8]. 전기성문파형 검사에서 일반적으로 사용되는 수치로는 전체 성대주기 중 폐쇄기의 시간 비율인 **성문폐쇄율**(closed quotient, CQ, Qx), 폐쇄기 중 성대 접촉면적이 증가하는 시간과 성대접촉면적이 감소하는 시간의 비율인 **성대접촉속도율**(speed quotient, SQ), 주파수의 섭동 정도(shrot-term frequency perturbation)를 의미하는 **jitter**, 진폭의 섭동 정도(short-term amplitude perturbation)을 의미하는 **shimmer**, 배음(harmonic)에 대한 잡음의 정도를 의미하는 **HNR**(Harmonic-Noise Ratio)등이 있다. 본 실험에서 사용할 Lx Speech Studio(Laryngograph Ltd, London, UK)는 2000 년 영국에서 개발된 제품으로 window 환경에서 작동하는 소프트웨어와 기존의 전기성문파형검사기를 결합한 기기로 일정하게 발성이 이루어진 특정 구간을 분석하여, 위에서 언급한 객관적인 수치들을 비교적 쉽게 산출해 낸다(Fig. 2).

Fig. 2. Lx Speech Studio

이와 같이 음성검사를 위한 기기들이 발전함에 따라 많은 연구가 이루어져 왔다. 최(1994)등은 [6] 정상성인에서 주파수와 강도를 달리한 조건 하에서 전기성문파형검사를 시행한 결과 강도가 증가할수록 성문폐쇄율, 성문접촉속도율, 성문접촉속도지수는 모두 증가하였고, 주파수가 증가할수록 성문폐쇄율은 거의 변화가 없거나 약간 증가하였던 반면 성문접촉속도율과 성문접촉속도지수는 감소하였고 jitter, shimmer 는 특이성을 갖지 못 하였다고 보고하였다. 또, 문(1999)등이[9] 기류저지법을 이용하여 일반 성인을 대상으로 측정한 결과를 보면, 호흡방법의 변화에 따라 성문하압의 큰 변화 없이도 평균호기류율, 기본주파수, 강도, 최대발성지속시간의 증가가 가능하며 음향학적으로도 jitter, shimmer, HNR 도 변하여 발성의 규칙성이 회복된다고 하였다. 일반 정상인 뿐 아니라 성악인을 대상으로 하는 연구도 활발히 이루어졌다. 기존의 연구에 의하면, 성악인은 같은 폐압에서도 호기류율을 일반인들보다 3-4 배 이상 변화시킬 수 있으며 이것으로 음의 크기를 10-12dB 정도 변화 시킬 수 있음이 밝혀져 있다[10]. 국내의 경우, 정(1998)이 [11] 기류저지법을 이용하여 성악인과 일반 정상인을 비교한 연구를 보면, 성악인의 음의 높이와 음의 강도는 통계적으로 의미 있게 정상인에 비해 증가되어 있었고, 호기류율과 호기압도 통계적인 의미는 없었지만 평균적으로 정상인들에 비해 증가된 소견을 보였다고 보고하였다. 즉, 성악인은 일반인에 비해 호흡을 좀 더 효율적으로 사용하고 있음을 시사한다고 할 수 있다.

이처럼 성악인이 일반인에 비하여 더 풍성하고 웅장한 소리를 내는 데는 단순히 호흡의 증가뿐만 아니라 성대 접촉의 변화가 관계할 것은 명확한 일이며 두 요소 사이에 밀접한 연관이 있음도 의심의 여지가 없다. 하지만 기존의 연구 중 호흡과 성대 접촉 중 어느 것이 더 주요한 차이를 유발하는 지에 대한 연구는 많지 않다. 또 손(1997)의 [12]

연구를 보면 발성 시 음도 및 강도의 변화가 음성분석검사에 미치는 영향은 지대한 것으로 되어있어, 이러한 것을 고려한 연구가 필수적이다. 이에 성대 접촉의 변화를 유발할 수 있는 음도(주파수, frequency)를 고정한 후, 음의 크기(강도)만을 변화 시키면서 전기성문파형검사와 공기역학적 검사를 진행하여 음의 강도 변화에 따른 성대접촉 및 호흡의 상관관계를 분석하고, 성악인에서의 성대접촉의 양상이 일반인과 어떻게 다른지 알아보고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

성악인 군은 서양음악을 전공으로 하는 10 대에서 30 대 사이의 남/여 성악인 각 10 명씩을 대상으로 하였다. 이들은 성악과에 재학중인 대학생, 대학원생, 그리고 전문 성악인들로 구성하였으며, 후두 질환의 병력이 없으며 간접후두내시경 상 특이 소견이 없고 현재 음성장애를 호소하지 않는 자들로 하였다. 일반인 군은 성악 훈련을 받지 않았으며 과거력 상 음성장애가 없고 간접후두내시경상 정상성대를 가진 남/여 각 10 명으로 성악인 군과 비슷한 연령대로 구성하였다.

2. 연구방법

가. 전기성문파형검사 (Electroglottography)

Lx Speech Studio(Laryngograph Ltd., London, UK)의 SPEAD(Speech Pattern Element Acquisition and Display) 프로그램을 이용하였다. 공기역학적 검사의 기류저지셔터가 눌러지기 직전의 안정된 발성구간 중 약 200ms 를 분석구간으로 지정한 후, Voice Profile Analysis 를 하여 기본주파수(Fx), 성문폐쇄율(Qx), Jitter, Shimmer 를 측정하였다(Fig. 3).

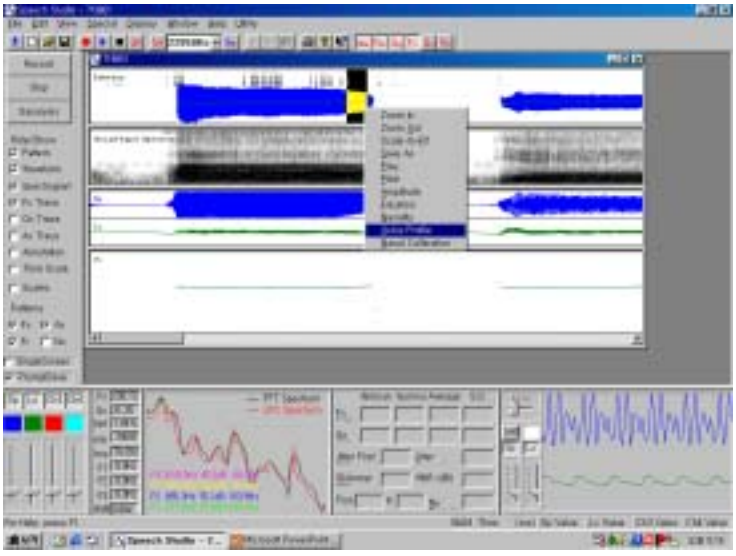

Fig. 3. Lx Speech Studio 를 이용한 음성분석. SPEAD 는 4 개의 채널에서 Speech pattern element display, speech spectogram, fundamental frequency contours, Lx contact quotient contours 의 analoque waveform 을 실시간으로 나타낼 수 있다.

나. 공기역학적 검사

Phonatory function analyzer(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan)를 이용하였다. 호흡이 새어나가지 않도록 마스크를 사용하며 안정된 발성이 2 초 이상 지속된 후 기류 저지 셔터를 눌러 기본주파수(fundamental frequnecy), 성문하압(subglottic pressure), 평균호기류율(mean flow rate, MFR), 음의 강도(intensity)를 측정하였다(Fig. 4).

최대발성지속시간(maximal phonation time, MPT) 은 초시계를 이용하여 편안한 자세에서 충분히 흡기한 후 편안한 발성으로 “아’ 모음을 가능한 길게 지속하게 하여 이를 3 회 측정한 후 가장 큰 값을 채택하였다.

Fig. 4. 기류저지검사법

다. 검사 진행

피검자에게 pitch pipe(Fig. 5)를 이용해 /G/ 음을 들려준 후 여러 번 발성연습을 하여 일정한 음정을 유지한 상태에서 70dB 에서 80dB 으로 약 10dB 정도 음강도를 변화시킬 수 있도록 훈련을 시켰다. 피검자가 원활한 발성을 할 수 있게 되면, 경부에 Lx speech studio 의 전기성문파형검사 전극을 부착하고 Phonatory function analyzer 의 마스크에 입을 부착시킨 후 발성을 하여 동시에 두 검사를 시행하였다. 안정된 발성이 2 초 이상 지속되면 기류저지 셔터를 눌러 검사를 종료하였고, 각 피검자에게서 한 조건에서 3 회를 측정하여 평균값을 분석에 이용하였다.

Fig. 5. Pitch pipe

라. 통계

각 피검자에서 3 회 이상 반복 측정하여 나온 개인별 평균값을 이용하였다. 이 때 전기성문파형 검사와 공기역학적 검사에서 나온 기본주파수와 음강도를 서로 비교하여 너무 큰 차이가 나는 것은 측정값으로 택하지 않았다. 기본주파수의 분석에는 전기성문파형 검사에서 측정된 값을 이용하였다. 통계학적 검증은 SPSS(Statistical Package for the Social Science)중 반복측정 이원분산분석을 이용하여 실험조건의 유의성을 입증하였고, 각 군의 비교는 independent t-test 를 이용하여 각 결과의 평균, 표준편차를 구하였고 유의 수준은 95%로 하였다.

III. 결과

평균 연령은 일반인 남자 28.7 세(24-31 세), 일반인 여자 24.4 세(20-29 세), 성악인 남자 23.1 세(19-29 세), 성악인 여자 21 세(19-23 세)였다. 경력은 성악인 남자는 평균 6.1 년(1-10 년)으로 성악과 대학생 3 명, 대학원생 이상 7 명 이였고, 음역은 테너가 4 명, 바리톤이 4 명, 베이스가 2 명이었다. 성악인 여자는 평균 5.9 년(1-10 년)으로 대학생 5 명 대학원생 이상 5 명으로 음역은 모두 소프라노였다.

1. 공기역학적 검사

가. 음도 (기본주파수, Fundamental frequency)

phonatory function analyzer 에서 측정되는 음도는 정수로 표시되며 지속발성 중 기류저지를 시행한 때의 변화기 출력의 간접적인 아날로그 기록이다. 따라서 이 번 연구에서는 좀더 정확한 전기성문파형검사인 Lx Speech Studio 에서 측정되는 음도를 분석에 이용하였으나, 두 검사 기기에서 측정된 음도 사이에는 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. 공기역학적검사 및 전기성문파형검사에서 측정된 음도의 비교(저강도)[1]

		Fundamental frequency	
		Phonatory Function Analyzer	Lx Speech studio
Male	NS	190.43±3.26	191.11±3.16*
	S	192.03±2.26	193.11±2.52*
Female	NS	388.23±5.87	389.61±5.23*
	S	390.23±3.00	389.62±6.80*

1.단위는 Hz 이고 값은 평균±표준오차로 나타냄.

* : 두 검사기기에서 산출된 수치간 비교, $p > .05$

즉 통계적으로 차이가 없으며 Lx Speech Studio 의 검사 값을 대표값으로 사용해도 됨을 알 수 있다.

N-S: Non singers, S: Singers.

나. 강도 (Intensity)

일반인 남자군의 경우 저강도 조건은 70.20dB, 고강도 조건은 80.00dB 로 평균 변화량은 9.80dB 였고, 성악인 남자군의 평균 변화량은 9.37dB 로 실험조건에 맞는 강도 변화가 이루어졌다. 여자의 경우에도 일반인 군의 평균 변화량은 10.70dB 이였으며, 성악인 군의 평균 변화량은 9.84dB 가 되어 모두 실험조건에 맞는 강도 변화가 이루어졌다. 또한 각 군간 동일 강도 내에서 통계적인 차이는 없었다(Table 2).

Table 2. 발성 조건에 따른 음강도의 변화[1]

		Intensity	
		LI	HI
Male	NS	70.20±1.27	80.00±1.31
	S	72.86±2.60	82.23±2.32
Female	NS	67.60±2.96	78.30±3.14
	S	68.86±3.30	78.70±2.83

1.단위는 dB 이고 그 값은 평균±표준오차로 나타냄.

N-S: Non singers, S: Singers.

LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

다. 평균호기류율 (Mean flow rate)

남자군의 경우 일반인 군은 저강도 조건에서 166.63㎖/sec, 고강도 조건에서 240.10㎖/sec 였으며, 성악인 군은 저강도 조건에서 157.86㎖/sec, 고강도 조건에서 267.46㎖/sec 로 고강도 조건에서 평균적으로 증가하였으나 통계적인 유의성은 없었다. 여자군의 경우에도 역시 고강도 조건에서 증가 하는 것을 볼 수 있었으나 역시 통계적인 유의성은 없었다(Table 3).

Table 3. 발성 조건에 따른 평균호기류율의 변화[1]

		MFR	
		LI	HI
Male	NS	166.63±48.77	240.10±53.99
	S	175.86±47.75	267.46±83.13
Female	NS	141.36±23.76	172.90±49.64
	S	170.76±52.31	224.23±66.13

1.단위는 ㎖/sec 이고 그 값은 평균±표준오차로 나타냄.

MFR: Mean Flow Rate.

N-S: Non singers, S: Singers.

LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

라. 성문하압 (Subglottic pressure, Psub)

성문하압은 저강도 조건에서 고강도 조건으로 변화 시 모든 군에서 통계적으로 유의하게 증가하였으나(p < .001) 같은 조건 하에서는 일반인 군과 성악인 군 사이에 통계적인 차이는 없었다(Table 4).

Table 4. 발성 조건에 따른 성문하압의 변화[1]

		Psub	
		LI	HI*
Male	NS	62.96±10.87	102.36±18.50
	S	59.16±26.77	113.56±48.65
Female	NS	74.00±31.67	104.73±38.88
	S	71.40±22.74	112.50±41.01

1.단위는 mmH_2O 이고 그 값은 평균±표준오차로 나타냄.

* 저강도 조건과 고강도 조건의 비교, p < .001

Psub: Subglottic pressure.

N-S: Non singers, S: Singers.

LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

마. 최대발성지속시간 (Maximal phonation time, sec)

최대발성지속시간은 성악인 군에서 일반인 군에 비해 모두 통계적으로 유의하게 증가되어 있었다(Table 5).

Table 5. 최대발성지속시간[1]

		MPT
Male	NS	21.59±2.05
	S	33.27±10.41*
Female	NS	15.71±2.57
	S	25.90±6.25†

1.단위는 sec 이고 그 값은 평균±표준오차로 나타냄.

* : 남자군내에서의 비교, p = .003

†: 여자군내에서의 비교 p < .001

MPT: Maximal phonation time.

N-S: Non singers, S: Singers.

2. 전기성문파형검사

가. 음도 (기본주파수, Fundamental frequency)

피치파이프(pitch pipe)로 /G/음을 듣고 발성을 했을 때, 남자군의 경우 저강도 조건에서 일반인 군의 평균 진동수는 191.11±3.16Hz, 성악인 군은 193.11±2.52Hz 였으며, 고강도 조건에서 일반인 군은 193.99±2.69Hz, 성악인 군은 193.80±2.44Hz 로 각 비교군 간, 또한 강도 변화 간 통계적으로 차이가 없었다. 여자군의 경우 저강도 조건에서 일반인 군은 389.61±5.23Hz, 성악인 군은 389.62±6.80Hz 였으며, 고강도 조건에서 일반인 군은 385.83±11.94Hz, 성악인 군은 389.47±4.81Hz 였다. 이 결과를 ‘반복측정 이원분산분석 법’을 이용하여 성별 및 성악 여부를 변수로 하여 강도조건 하에서 통계 분석한 결과 서로 차이가 없었다(Table 6). 즉, 음도는 실험조건에 맞게 강도 변화에도 불구하고 일정하게 유지되었음을 알 수 있다.

Table 6. 성별 및 성악여부를 고려한 강도조건에 따른 음도의 비교[1]

Source	FACTOR 1[2]	Sum of Squares	*df*	Mean Square	Sig.[3]
FACTOR 1	Linear	.155	1	.155	.928
FACTOR 1 × 성별	Linear	70.522	1	70.522	.059
FACTOR 1 × 성악	Linear	2.570	1	2.570	.712
FACTOR 1 × 성별 × 성악	Linear	42.125	1	42.125	.141
Error(FACTOR 1)	Linear	668.582	36	18.572	

1.SPSS의 Within-subjects contrast를 이용함.

2.Factor 1는 강도조건으로 하였음.

3.성별, 성악 경력 및 연관분석에서 강도조건에 따른 음도변화는 통계적으로 의미가 없다. 즉, 강도조건 변화에도 음도는 일정하게 유지되었다고 할 수 있다.

df: degree of freedom, 자유도.

나. 성문폐쇄율 (Closed Quotient, Qx)

남자의 경우 같은 군 내에서는 고강도 조건에서 통계적으로 의미있게 성문폐쇄율이 증가하였으며 일반인 군과 성악인 군을 비교할 때, 저강도 조건에서는 두 군간에 통계적으로 차이가 없었으나 고강도 조건에서는 성악인 군의 성문폐쇄율 증가가 통계적으로 유의하였다(P = .039). 여자의 결과를 보면, 저강도 조건과 고강도 조건 사이에 통계적 차이가 없었으며 남자 군과는 달리 오히려 고강도 조건에서 성악인 군의 성문폐쇄율이 감소하였다(Table 7).

Table 7. 발성 조건에 따른 성문폐쇄율의 변화[1]

		Closed Quotient (Qx)	
		LI	HI
Male	NS	47.04±7.43	51.31 ±3.70*
	S	48.17±3.99	55.52 ±6.07†‡
Female	NS	39.70±6.60	44.34 ±9.68
	S	44.72±9.22	42.01 ±11.67

1.단위는 %이고 그 값은 평균±표준오차로 나타냄.

* :일반인 남자군내 저강도 조건과 고강도 조건의 비교, p = .045

† :성악인 남자군내 저강도 조건과 고강도 조건의 비교, p = .007

‡ :일반인 남자군과 성악인 남자군의 고강도 조건내 비교, P = .039

N-S: Non singers, S: Singers.

LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

나. Jitter/Shimmer

음성의 안정도를 나타내는 jitter, shimmer 의 값은 다음과 같았다(Table 8). Jitter 는 강도 변화에 따라서 변화가 없었으나 shimmer 는 고강도 조건에서 모든 군에서 감소하였다.

Table 8. 발성조건에 따른 Jitter 및 shimmer[1]

		Jitter		Shimmer	
		LI	HI	LI	HI
Male	NS	.329±.15	.331±.13	11.10 ±5.98	5.46 ±3.39*
	S	.472±.49	.623±.43	8.45 ±4.37	5.09 ±2.95*
Female	NS	.511±.21	.428±.20	9.84 ±4.48	5.35 ±2.89*
	S	.456±.27	.321±.12	9.33 ±5.13	5.57 ±3.69*

1.단위는 %이고 그 값은 평균±표준오차로 나타냄.

* : shimmer 의 같은 군내 저강도 조건과 고강도 조건의 비교, $p < .05$

N-S: Non singers, S: Singers.

LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

IV. 고찰

이번 연구에서는 일정한 음도(주파수)를 유지한 상태에서 강도 조건에 따른 변화를 비교하고자 하였기에 검사를 수행하기 위해서는 피검자들로 하여금 목표한 음도 및 강도의 음을 내도록 유도하는 것이 중요하였다. 따라서 검사 시 음도의 경우에는 피치파이프로 청각적 단서를 제공하였고, 강도의 경우에는 기류저지법 검사에 나오는 수치로 시각적 피이드백을 제공하면서 검사 전에 수 차례 연습을 통하여 피검자가 음도와 강도에 익숙하도록 하였다.

이번 연구에서 사용한 /G/음은 일반적으로 사람들이 가장 편하게 발성할 수 있는 음으로 실제로 많은 가곡에서 가장 많이 나오는 음 중에 하나라고 한다. 검사 결과에서 보면 일반인과 성악인 군 모두에서 강도 변화와 상관 없이 남자는 /G3/음(196Hz)을 여자는 /G4/음(392Hz)을 비교적 정확하게 발성한 것을 알 수 있다(Fig. 6,7).

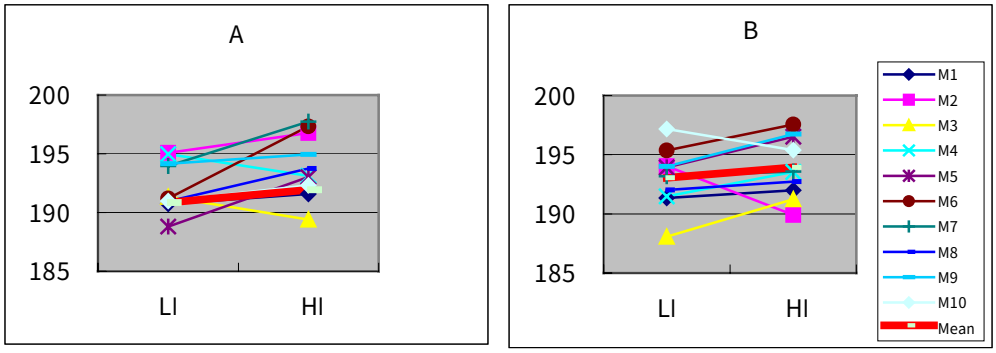

Fig. 6. 남자군의 음도 변화. 일반인 군(A) 및 성악가 군(B) 모두 저강도/고강도 조건에 상관없이 196 Hz 주변의 음을 낸 것을 알 수 있다. LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

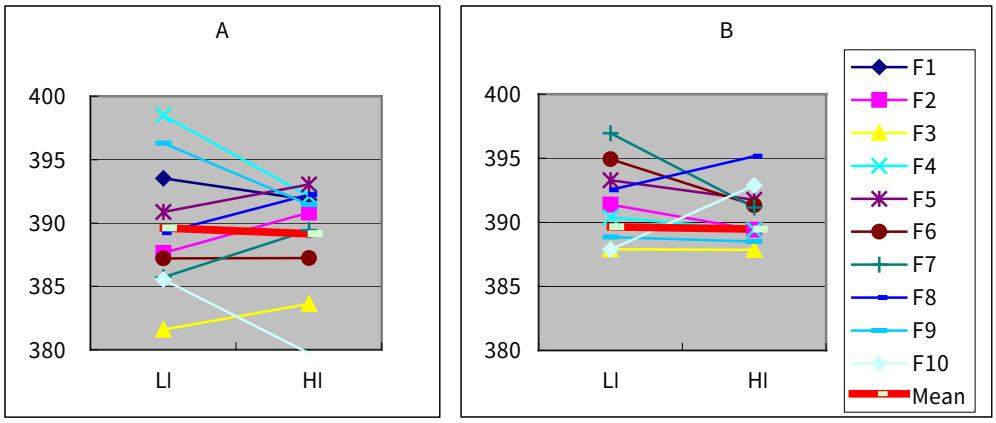

Fig. 7. 여자군의 음도 변화. 일반인 군(A) 및 성악가 군(B) 모두 저강도/고강도 조건에 상관없이 392 Hz 주변의 음을 낸 것을 알 수 있다. LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

발성의 크기는 저강도는 70dB, 고강도는 80dB 부근으로 정하였는데 이는 문(1996)의[13] 보고에서 이번 연구에 사용한 Phonatory function analyzer(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokoy, Japan)를 이용하여 측정한 한국인의 편안한 발성 크기가 남녀 모두 70dB 이였고 큰 발성은 80dB 이상이 가능하였으며, 음의 강도 변화폭은 성악인과 일반인.사이에 큰 차이가 없었기 때문이다. 결과는 지정 음도 및 강도를 벗어나는 데이터는 제외한 후 검사 조건에 합당한 수치가 나온 3 회를 합산하여 평균을 내어 산출했다. 목표음도의 허용기준은 남자군은 196±10Hz, 여자군은 392±10Hz 로 했으며, 목표강도의 허용기준은 저강도 조건은 70±5dB, 고강도 조건은 80±5dB 로 정하여 먼저 고강도 환경에서 검사를 진행한 후 고강도 평균 소리 크기에서 10dB 이 작은 소리를 목표 수치로 정하여 연습한 후에 저강도 검사를 시행하였다.

이러한 기준은 Gelfer[14]의 연구에서 한 조건 내에서 목표음의 변동 허용 기준을 ± 1semitone(반음), ±5dB 로 정한 것을 참고로 하였으며 남녀군 모두에서 실험조건을 만족하였다(Fig. 8).

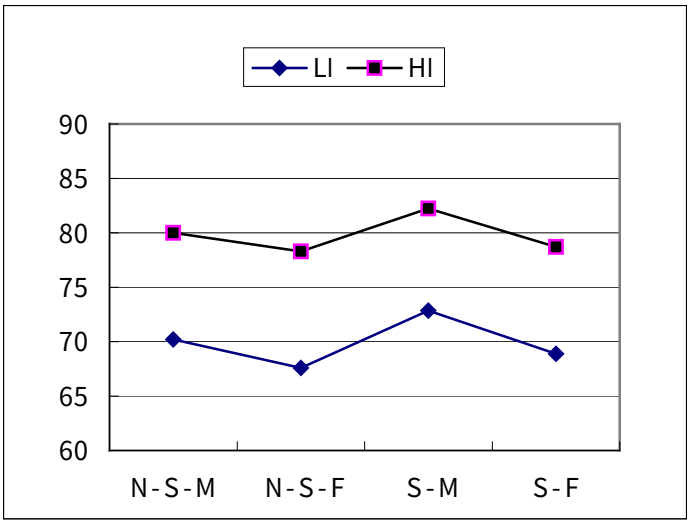

Fig. 8. 발성조건에 따른 음 강도의 변화. 저강도 조건은 70dB 로 고강도 조건은 80dB 로 하였으며 모든 군에서 10dB 전후로 증가하는 실험조건을 충족시키는 변화를 보여준다. N-S-M: Non singer male, N-S-F: Non singer female, S-M: Singer male, S-F: Singer female, LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

결과에서 보면 평균호기류율과 성문하압은 남녀 모두 일반인 군과 성악인 군 두 군 간에 통계적인 차이는 없었다. 하지만, 평균호기류율의 경우 성악인이 일반인에 비해 같은 강도에서 평균적으로 증가된 검사치를 나타냈으며 저강도 조건에서 고강도 조건으로 변화량 또한 더 큰 것을 볼 수가 있다(Table 3). 성문하압은 성악인 군에서 저강도 조건에서는 일반인 군에 비해 평균적으로 작으나 고강도 조건에서는 오히려 더 많이 증가하는 것을 알 수 있다(Table 4).

통상 서양음악을 전공한 성악인은 호흡 및 공명 방법에 대해 훈련을 받게 되고 원활한 호흡조절에 의해 성문하압을 다양하게 변화시켜가며 강도 및 음도를 조절하는 것으로 되어 있고[15], 그 능력 또한 일반인보다 뛰어나다고 한다[16]. 성문하압은 음성 조절의 첫 번째 중요한 인자로서 발성의 크기(강도)는 성문하압에 의해 주로 조절된다. 즉 성문하압이 높을수록 소리의 강도도 증가하고 기본 주파수도 증가한다. 그러나 성문하압은 성문의 내전력, 기본 주파수, 음형대주파수에 의해서도 영향을 받게 된다[17]. 성악인에서 폐압과 음압, 강도 사이의 연관성을 연구한 결과에 의하면 성악인은 같은 폐압에서도 호기류율을 일반인 보다 3-4 배 이상 변화시킬 수 있으며 이것으로 음의 크기를 10-12dB 정도 증가 시킬 수 있다고 한다 [10]. 이 번 연구 결과에서도 저강도 조건에서는 일반인 군이 성문하압은 더 높으나 평균호기류율은 상대적으로 적은 반면 고강도 조건에서는 성악인 군에서 성문하압 및 평균호기류율의 상승폭이 더 커 기존의 연구 결과를 뒷받침하고 있는 것을 알 수 있다.

일반적으로 성악인의 폐기능은 호흡훈련을 하기 때문에 일반인에 비해 더 좋다고 알려져 있지만, 기존의 연구에 의하면 저자마다 다르게 보고가 되고 있다. 즉 Gould(1973)는 [18] 성악가의 폐기능이 더 좋다고 보고한 반면, 다른 연구자들은 차이가 없다고

보고하고 있다[19]. 국내의 연구(남, 2001)를[20] 보면 일반적인 폐기능을 나타내는 FVC(forced vital capacity), FEV1(forced expiratory volume in 1 second), FEV1/FVC, FEF25-75%(forced expiratory flow), TLC(total lung capacity)등의 검사치는 성악인과 일반인 사이에 별 차이가 없지만 호흡 근육의 압력을 나타내는 검사, 즉 흡기에 주로 관여하고 횡격막 근육의 압력을 대변하는 최대 흡기압(MIP: Maximum inspiratory pressure)과 호기에 주로 관여하고 상복부 근육의 압력을 대변하는 최대 호기압(MEP: Maximum exspiratory pressure)은 성악인이 통계적으로 의미 있게 증가 되어 있다고 보고하였다. 즉, 성악인이 일반인에 비해 우수한 공기역학적 검사 결과를 보이는 것은 폐활량의 직접적 증가도 한 원인이 될 수 있으나 오랜 훈련을 통해 호흡 조절을 좀 더 효율적으로 할 수 있기 때문이라 생각된다. 이번 연구에서는 폐활량을 직접 측정하지는 않았으나 폐활량과 깊은 연관이 있는 변수인 최대발성지속시간(MPT)을 고려할 때 일반인과 성악인 사이에는 차이가 있을 것으로 생각된다(Table 5).

그러나 이번 연구에서는 예상과는 달리 성악인과 일반인의 평균호기류율과 성문하압에 통계적의의가 없는 것으로 나왔다. 아마도 그 이유는 첫째, 강도의 변화가 10dB 로 성악인의 우월한 호흡조절 능력을 드러낼 만큼 크지 않았고, 기준 강도가 비교적 편안한 크기였으며, 둘째, 피검자가 된 몇몇 성악가들의 경력이 짧아 일반인과 비슷한 수준의 발성을 했기 때문이라 생각된다. 하지만 이외에도 성악가들의 특수한 발성법에서 그 원인을 찾을 수도 있을 것으로 생각된다. 앞서도 언급 했지만, 발성의 강도는 성문하압 외에도 성대내전, 기본주파수, 음형대주파수에 의해서도 영향을 받는 것으로 되어있다 [17]. 이 가운데 성대내전에 의한 성대접촉의 정도가 중요한데 접촉의 정도에 따라서 호기의 흐름이 조절되기 때문이다. 즉 성악인들은

일반인들이 주로 사용하는 ‘pressed phonation’과는 달리 ‘flow phonation’구사하여 성문의 폐쇄기를 길게 함으로써(성문폐쇄율의 증가) 성문하압을 증가시키고 음압을 크게 하는 것으로 생각된다[21]. 실제로 본 연구 결과를 보더라도 남자 성악인의 고강도 조건 하의 성문폐쇄율이 일반인에 비해 통계적으로 유의하게 증가한 것을 알 수 있다. 즉. 음의 강도 변화에는 성문하압의 변화 뿐 아니라 성문의 내전을 통한 성대 접촉과 같은 다른 요소가 복합적으로 작용하며, 성악인의 경우 공기역학적으로 큰 변화가 없이도 성대 접촉을 증가시킴으로써 좀 더 효율적인 발성을 한다고 추론할 수가 있다. 기존의 문(1999)등의 연구에서 보면 편한 발성에서 보통호흡, 복식호흡, 복식호흡 및 공명발성으로 갈수록 성문하압이 크게 차이가 나지 않았음에도 불구하고 기본주파수, 강도, 평균호기류율이 통계적으로 유의 있게 증가하였고, 성문저항은 감소하여 성문내전력이 개선된다고 하였는데[9], 성악인들이 주로 사용하는 호흡법이 복식호흡 및 공명발성인 것을 볼 때 위 추론을 반증한다고 할 수 있다.

이외에도 성문폐쇄율에 영향을 미치는 요소는 여러 가지가 있는데, 그 중 가장 중요한 것은 발성 강도로, 발성 강도와 성문폐쇄율 사이에는 양의 상관관계가 있는 것으로 되어있다. 즉, 강도의 크기에 따라 성대의 진동주기의 비율에 차이가 발생하는데, 강도가 낮은 음일 때는 폐쇄기에 비해 개방기가 상대적으로 길며 강도가 증가할수록 폐쇄기의 비율이 커져 성문폐쇄율은 커지게 된다[22, 23]. 또한 음도(주파수)의 증가도 성문폐쇄율을 증가시키나 음도의 변화가 미치는 영향은 강도 변화에 비해 크지 않은 것으로 되어 있다[6]. 결과에서도 남성 성악인의 경우 강도 증가 시 모두 성문폐쇄율이 증가하였다. 그러나, 여성 성악인의 경우 성문폐쇄율의 변화는 다양하며 많은

피검자에서 고강도 조건에서 오히려 성문폐쇄율이 감소한 것을 볼 수 있다(Fig 9).

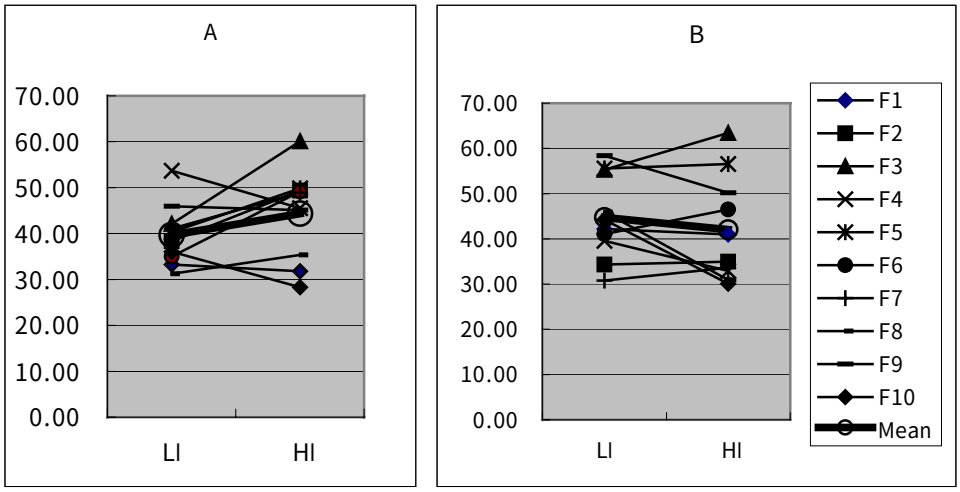

Fig. 9. 발성조건에 따른 여자군의 성문폐쇄율(Qx)의 변화. 일반인군(A)과 성악가 군(B) 사이에는 통계적 차이가 없었으며 평균적으로 고강도 조건에서 성악인 군의 성문폐쇄율이 오히려 감소하였다. 또한 각 개체 사이에도 일관성이 없음을 볼 수있다. N-S: Non singers, S: Singers, LI: Low intensity-저강도, HI: High intensity-고강도.

이와 같은 남녀간의 차이는 왜 발생하는 것일까? Howard 등(1995)의[24,25] 연구에 의하면 피검자들의 음성 전공/훈련 기간과 성문폐쇄율 사이에는 특수한 함수적 관계가 있는 것으로 되어있다. 즉, 남성 성악인의 경우 기본주파수에 상관없이 성악 훈련의 기간이 증가할수록 성문폐쇄율이 증가하는 양의 상관관계가 있으나, 여성 성악인의 경우에는 일반적으로 낮은 음도에서는 양의 상관관계를, 높은 음도에서는 음의 상관관계를 나타내는 것으로 되어있다. 하지만 이 또한 훈련의 기간이 길어 지면 음도에 상관 없이 모두 양의 상관관계를 나타낸다고 하였다(Fig. 10).

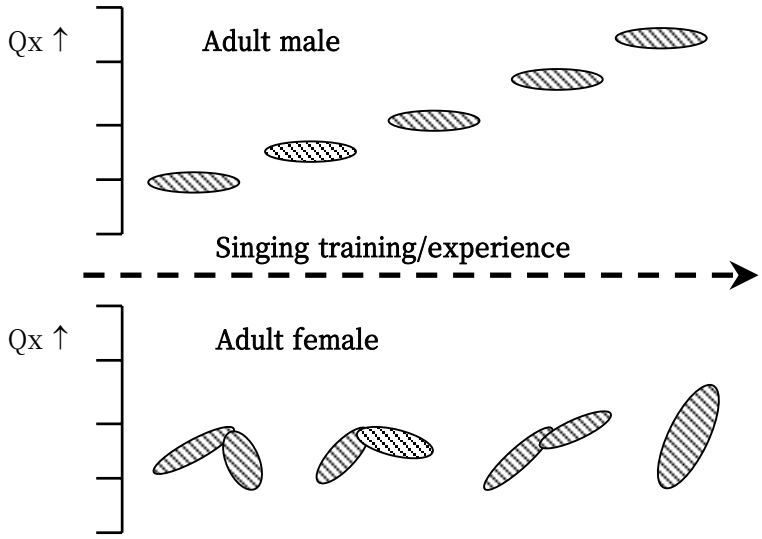

Fig. 10. 성악 경력에 따른 scattergram. 남성 성악인은 기본주파수에 상관없이 훈련기간과 성문폐쇄율은 양의 상관 관계를 가지나 여성 성악인은 음도에 따라서 다르다. 하지만 훈련의 기간이 길어지면 음도에 상관 없이 모두 양의 상관관계를 나타낸다(Howard 의 논문; J Voice 1995;9:163-172.에서 따옴). Qx: Closed quotient.

이처럼 여성의 경우 일정한 음도를 경계로 성문폐쇄율이 변하게 되는데 Howard 는 이 경계음역이 약 400Hz 에 해당한다고 하였다. 여성의 이런 특이한 현상은 아마도 성구(vocal register)와 관계가 있을 것으로 생각된다. 일반적으로 말할 때의 성구(speaking register)는 진성구(modal register)와 가성구(falsetto register)로 구분하고, 노래할 때의 성구(singing register)는 흉성구(chest register), 두성구(head register), 가성구(falsetto register)로 구분하며 혹은 흉성구와 두성구 사이에 중성구(middle register)를 두기도 한다[26]. 성구의 정의는 다양한데 일반적으로 음이 점차로 변함에 따라 같은 기전 하에서 낼 수 있는 연속된 음렬을 말한다. 따라서 한 성구에서 다른

성구로 바뀔 때는 현저한 이행음이 나타나게 되는데 이 부위를 '**성구변환**'(voice transition, 혹은 register break points)이라고 한다[27]. 여자의 경우 흉성에서 두성으로의 성구 변화는 약 400Hz 부위에서 나타나게 되며 이 음을 경계로 어떤 성구로 발성을 하느냐에 따라서 성문폐쇄율의 값은 많은 변화를 가지게 된다[25]. 즉, 여성에서 기준음으로 사용한 /G4/음의 주파수가 392Hz 로서 바로 이 이행대에 속하게 되어 피검자 마다 매우 다양한 성문폐쇄율 값이 나왔던 이유로 생각된다. 따라서 좀 더 높은 음을 기준음으로 사용하고 경력이 풍부한 여성 성악가를 대상으로 했다면 남성 성악가의 결과와 동일하게 강도 증가 시 성문폐쇄율이 증가하는 결과를 얻을 수 있었을 것으로 생각된다.

발성의 안정성을 나타내는 지표인 jitter ,shimmer 를 보면 shimmer 만이 고강도 조건에서 모든 군에서 통계적으로 유의하게 감소되었다. 일반적으로 한 피검자에서도 발성의 조건에 따라 발성의 안정성은 일정치 않은 것으로 되어 있는데, jitter, vF0(fundamental frequency variation), shimmer, vAm(peak amplitude variation)는 일반적으로 강도 및 음도가 크고 높은 경우에 안정적이며,또 음도 및 강도가 모두 발성의 안정도에 영향을 주지만, 음도보다는 강도의 변화 정도가 발성의 안정도에 미치는 영향이 더 크다[12]. 강도가 발성의 안정에 영향을 미치는 원인은 성대 진동 주기의 변화와 관계가 있는 것으로 생각된다. 앞서도 언급했지만, 강도가 작을수록 진동주기 중 폐쇄기 보다 개방기가 증가하게 되며, 개방기는 폐쇄기보다 성문하압이나 와류, 성대근육의 긴장에 의한 떨림이 많으므로 섭동이 커지게 되는 것이다. 따라서 성문폐쇄율과 jitter 및 shimmer 사이에는 음의 상관관계가 있으리라 추측되는데 이는 앞으로의 연구에서 다루어져야 할 좋은 주제로 생각된다.

이 번 연구를 통해 발성에는 호흡운동과 후두의 공기 흐름을 효과적으로 단속하는 성대진동의 조화가 중요하며 성악인은 오랜 훈련을 통해 호흡조절 및 성대접촉 능력이 강화되어 일반인과는 다른 풍성한 소리를 낼 수 있게 됨을 알 수 있었다. 하지만 본 연구는 하나의 단일 음도인 /G/음 내에서 강도조건 변화에 따른 결과를 본 것으로, 앞으로 성구변환을 고려한 다양한 음도 조건에서의 실험 및 본 연구 설정과 반대로 고정 강도 내에서 음도 조건 변화에 따른 연구가 진행된다면 성악인의 발성 특징을 이해하는데 좀 더 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

Ⅴ. 결론

성악인의 발성이 일반인과 다른 점을 알아보기 위해 서양음악을 전공하는 남녀 성악인 각 10명과 일반인 각 10명을 대상으로 /G/음으로 음도를 고정한 상태에서 10dB정도의 강도 변화를 주면서 전기성문파형검사와 공기역학적검사 시행하였다. 모든 군에서 평균적으로 평균호기류율과 성문하압이 고강도 조건에서 증가하였다. 성문폐쇄율은 남자 성악인군에서 일반인군에 비해 통계적으로 의미 있게 증가하였으나 여자 군에서는 다양한 결과를 보였는데 이는 성구변환과 관계가 있을 것으로 생각되었다.

이러한 결과는 성악인은 일반인에 비해 효율적인 발성을 하며 이는 공기역학적으로 호기류율과 성문하압을 증가시킬 뿐 아니라 적절한 수준으로 성문의 접촉을 증가시키기 때문으로 생각된다. 앞으로 성구변환을 고려하여 다양한 음도에서 강도 변화에 따른 연구가 필요하며, 강도 고정 후 음도 변화에 따른 공기역학적검사 및 전기성문파형검사도 성악인의 발성을 이해하는데 많은 도움을 주리라 생각된다.

IV. 참고문헌

[1] Chung SM. Vocal efficiency measures in classically trained singers. J Korean Logo Phon 1998;9:43-6.

[2] Suh JS, Song SY, Kwon OC, Kim JW, Lee HK, Jeong OR. Mean value of aerodynamic study in normal Korean. J Korean Soc Logo Phon 1997;8:27-32.

[3] Bouhuys A, Proctor D, Mead J. Kinetic aspect of singing. J Appl Phusiol 1996;21:483-96.

[4] Baer T, Loefqvist A, McGarr NS. Laryngeal vibration: A comparison between high-speed filming and glottographic technique. J Acoust Soc Am 1983;73:1304-80.

[5] Moore GP. High speed photography in laryngeal research . Can J Otolaryngol 1975;4:793-9.

[6] Choi HS, Cho JI, Kim KM, Park SS. Electroglottographic analysis of voice in normal adults. Korean J Otolaryngol 1994;37:1017-25.

[7] Pederson MF. Electroglottography compared with synchronized stroboscopy in normal persons. Folia Phoniatr 1977.29.191-219.

[8] Hanson DG, Gerratt BR, Karin RR, Berke GS. Glottographic measures of vocal fold vibration: An examination of laryngeal paralysis. Laryngoscope 1988;98:541-9.

[9] Moon YI, Chung SM, Kim MJ, Kim YJ. Areodynamic and acoustic analysis of respiration and phonation methods in normal adults. Korean J Otolaryngol 1999;42:756-61.

[10] Titze I, Sundberg J. Vocal intensity in speakers and singers. J Acoust Soc Am 1992;91:2936-46.

[11] Chung SM. Aerodynamic study in Korean western classical singer. J Korean Logo Phon 1998;9:109-13.

[12] Son YI, Yun YS, Kwon JK, Chu KC. The effect of frequency and intensity of /a/ phonation on the result of acoustic analysis. J Korean Soc Logo Phon 1997;8:12-7.

[13] Moon YI. Aerodynamic test in phonation using the airway interruption method – a study of Korean normative data. Korean J Otolaryngol 1996;39:1087-92.

[14] Gelfer MP.Fundamental frequency, intensity and vowel selection: Effect on measures of phonatory stability. J Speech Hearing Research 1995;38:1189-1198.

[15] Sundberg J, Jwarsson J, Holm Billstrom AM. Significance of mechanoreceptors in the subglottic mucosa for subglottal pressure control in singers. J Voice 1995;9:20-6.

[16] Nam DH, Anh CM, Choi HS. Maximal inspiratory pressure, maximal expiratory pressure and maximum phonation time in singers, untrained normal person and patients with vocal cord disease. J Korean Soc Logo Phon 2002;13:117-23.

[17] Gramming P, Sundberg J. Spectrum factors relevant to phonetogram measurement. J Acoust Soc Am 1988;83:2352-60.

[18] Gould WJ, Dkamura H. Static lung volumes in singers. Ann Otol Rhinol Laryngol 1973;82:89-95

[19] Schorr-Lesnick B, Teirstein AS, Brown LK, Miller A. Pulmonary function in singers and wind-instrument player. Chest 1985;88:201-5.

[20] Nam DH, Anh CM, Lim SE, Kang SW, Choi HS. Difference in

respiratory function and vocal aerodynamics between professional sopranos and female subjects without vocal training. J Korean Soc Logo Phon 2001;12:121-5.

[21] Sundberg J, Titze I, Scherer R. Phonatory control in male singing: A study of the effects of subglottal pressure, fundamental frequency and mode of phonation on the voice source. J voice 1993;7:15-22.

[22] Glaze L, Bless D, Susser R. Acoustic analysis of vowel and loudness difference in childrens voice. J voice 1990;4:37-44.

[23] Orlikoff Rf, Kahane JC. Influence of mean sound pressure level of jitter and shimmer measures. J voice 1991;5(2):113-119.

[24] Howard DM, Lindsey GA, Allen B. Towards the quantification of vocal efficiency. J Voice 1990;4:205-12.

[25] Howard DM. Variation of electrolayrngographically derived closes quotient for trained and untrained adult female singers. J Voice 1995;9:163-172.

[26] Nam DH, Ahn CM, Choi SH, Hong JH, Lee SE, Choi HS. Analysis of voice parameters variation during passaggio of the trained male singers. Kor J Speech Sciences 2002;9(4):15-24.

[27] 문영일.음성과 언어: 청우 ; 1994

Abstract

Electroglottographical characteristics of trained singers and untrained controls under varying intensity at a constant vocal pitch

Han Soo Kim

Department of Medicine

The Graduate School, Yonsei university

(Directed by professor Hong-Shik Choi)

Background and Objectives: The most important two factors of the voice production are the respiratory function which is the power source of voice and the glottic closure that transform the air flow into sound signals. The purpose of this study was to investigate the differences between trained singers and untrained controls under varying intensity at a constant vocal pitch by simultaneous using the airway interruption method and electroglottography(EGG).

Materials and Methods: Under two different intensity condition at a constant vocal pitch(/G/), 20(Male 10, Female 10) trained singers were studied. Mean flow rate(MFR), subglottic pressure(Psub) and intensity were measured with aerodynamic test using the Phonatory function analyzer(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan). Closed quotients, jitter and shimmer were also investigated by electroglottography using Lx speech studio(Laryngograph Ltd, London, UK). These data were compared with that of normal controls.

Results: MFR and Psub were increased on high intensity condition in all subject groups but there was no statistically significance. Statistically significant increasing of Qx. were observed in male

trained singers on high intensity condition(untrained male: 51.31±3.70%, trained male: 55.52±6.07%, p = .039). Shimmer percent, one of the phonatory stability parameters, was also decreased statistically in all subject groups(p < .001).

Conclusion: The trained singers' phonation was more efficient than untrained singers. The result means that the trained singers can increase the loudness with little changing of mean flow rate, subglottic pressure but more increasing of glottic closed quotients.

Key words: trained singers, electroglottography, aerodynamic study, frequency, intensity, mean flow rate, subglottic pressure, closed quotients