

남성성악가의 Vocal Register Transition (Passaggio) 시 공기역학적 변화와 EGG의 변화 연구

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소

남도현 · 최성희 · 최재남 · 최홍식

= Abstract =

Analysis of Phonatory Aerodynamic & E.G.G during Passaggio of the Trained Male Singers

Do Hyun Nam, MD, Seong Hee Choi, MD, Jae Nam Choi, MD and Hong Shik Choi, MD

*Department of Otorhinolaryngology, The Institute of Logopedics & Phoniatrics,
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

Vocal Register Transition(Passaggio) is one of the most important vocal technique for classically trained male singers(tenor). Passaggio is that it bridges the chest register to head register without a noticeable voice break. Vocalist gets the feeling that voice is not locked a particular register.

The purpose of this study was to clarify the difference between easy(B₃) tone and non passaggio(F#₄) & passaggio(F#₄). We selected 6 trained singers(tenor), who had more than 12.6 years of experience and were well trained in passaggio technique. Simultaneous measurement was performed frequency(F₀), mean flow rate(MFR), intensity(I), and subglottal pressure(Psub) using a phonatory function analyzer(Nagashima) and Closed Quotient(CQ), Jitter, Shimmer, NHR using a Electro-glottography (EGG) of Lx. Speech Studio(Laryngograph Ltd, London, UK) and vocal efficiency was calculated by Carroll's method. For the tenor, target tone /a/ was measured in three conditions : 1) easy phonation : B₃, 2) high tone without passaggio : F#₄, 3) high tone with passaggio : F#₄.

The results revealed that F₀ of the target tones between non-passaggio group and passaggio group were not significantly different though higher is F₀, higher is subglottal pressure. And also CQ, MFR, Psub were increased in passaggio than nonpassaggio but these values were not statistically different.

This study concluded that passaggio is the vocal technique to make the same quality of tone between chest register and head register in tenor.

KEY WORDS : Passaggio · F₀ · Closed Quotient · Mean flow rate · Intensity · Subglottal pressure.

서 론

오래 전부터 성악가들은 노래 부르기의 대한 판단을 경험과 청각에 의존하여 판단을 하고 그 판단된 청각적인 느낌을 추상적인 개념의 언어로 표현하였다. 추상적인 개념의 표현들은 오랜 세월이 흐르면서 성악가와 성악교사들 사이

에 발생방법에 대한 언어로서 통용된다. 그들이 사용하던 언어들은 오랜 세월이 지나면서 발생용어로 자리 잡게 되어 현재까지 사용되고있다.

이탈리아에서 약 400여년 전부터 내려오는 발생법인 벨 칸토(Bel Canto) 발생법 중에는 여러 가지 언어학적으로나 음악적으로 추상적인 개념의 발생 테크닉들이 사용되고 있는데 그 중 가장 중요한 테크닉 중 하나가 passaggio이다. passaggio는 이탈리아 벨칸토 발생에서만 사용되다가 현재는 이탈리아인들 뿐만 아니라 거의 모든 나라의 성악 발생법에서 사용되고 있다. passaggio의 원래 단어의 의미는 경과음, 통과 등의 뜻을 가지고 있으며 음성학에서는 성구전환 또는 Vocal Register Transition이라 불려지고

논문접수일 : 2004년 5월 18일

심사완료일 : 2004년 5월 29일

책임저자 : 최홍식, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소
전화 : (02) 3497-3461 · 전송 : (02) 3463-4750

E-mail : hschoi@yumc.yonsei.ac.kr

있고, 현재는 passaggio란 용어는 고유명사로 쓰여지고 있으며 여러 개의 다른 성구를 연결하는 발성적 테크닉을 말한다. 최초로 성구에 대하여 언급한 Lodovico Zacconi (1555~1627) Pratica di musica에서 그는 누구에게나 저음과 고음에서 서로 다른 두개의 성구가 있는데 그것을 흉성구(Chest Register)와 두성구(Head Register)라 하였다(그러나 이때의 두성은 현재의 가성(Falsetto)에 해당한다). 18세기에는 하나의 성구가 더 있다는 주장이 나타나면서 19세기에는 성구를 중성구(Middle Register)를 추가하여 셋으로 구분하게 된다.¹⁾

현재 성구를 크게 나누면 진성구(Modal Register)와 가성구(Falsetto Register)로 구분할 수 있고 진성구(Modal Register)는 다시 흉성구(Chest Register), 중성구(Middle Register), 두성구(Head Register)로 구분할 수 있다. 여성의 경우 높은 고음인 D6 이상의 음역을 Flageolet이라는 성구로 구분하며, 이 성구를 Flute Register라 부르기도 한다. 성구의 사전적 의미는 발성기관의 조정에 의하여 생성되는 하나의 목소리 범위이며, 성구란 같은 후두의 위치에서 동일한 방법으로 소리를 낼 때 같은 음질의 소리를 낼 수 있는 음의 구역을 말한다.²⁾

훈련 받지 않은 일반인이 고음으로 올라가면 동일한 소리로 나오지 않고 흉성구에서 가성구로 급격한 성구의 변화의 현상을 보게 된다. 이러한 음성의 급격한 변화를 보이는 현상(pitch break)은 남녀 구분 없이 300~350Hz 사이에 공통적으로 나타나는데³⁾ 다만 남성보다 여성은 한 옥타브(octave) 높게 발성을 하므로 여성의 pitch break 현상은 저음부에서 중음부로 올라갈 때 급격한 변화를 보이는데 이때의 여성의 성구전환을 1st passaggio라 한다. 그러나 남성의 pitch break 현상은 고음부에서 나타나는데 이때의 성구전환을 2nd passaggio라 한다. passaggio란 여러 성구의 다른 음색을 하나의 성구에서 나는 음색과 같이 만드는 기술인데,²⁾ 특히 Tenor가 고음부로 올라가면서 음질의 변화나 소리의 끊김 현상을 없게 하여 주는 발성 테크닉인 것이다.

후두경을 발명한 Manuel Garcia는 “성대의 뒷부분이 피열연골(arytenoids)의 작용으로 인하여 성대가 전체적으로 접촉했을 때나, 성대가 벌어진 상태일 때나 성대의 접막은 똑같이 진동할 수 있다는 것을 알아야만 한다. 다만 첫 번째 경우엔 소리의 음질이 풍부하고 맑은 음색으로 나오고 두 번째 경우엔 목소리가 분명치 않은 특색을 가지고 있는 것을 볼 수 있다.”라고 설명하고 있다.⁴⁾ 이렇게 되면 저음부의 음색과 고음부의 음색이 차이를 크게 보이기 때문에

가장 시 좋은 목소리를 구사할 수 없게 된다. 고음을 낼 때 성대의 뒤를 벌려(posterior glottal chink) 성대의 접촉면적이 적게 되면 성대점막에 무리가 가는 것으로 생각된다. 또한 고음으로 갈수록 성문하압과 호기류 증가가 중요한 역할을 하는데, 성대의 접촉이 적어질 경우는 증가하는 호흡량과 압력에 비하여 음의 강도가 크게 변하지 않는다. 따라서 고음에서도 저음 발성 시와 같은 음색을 유지하기 위한 발성테크닉이 passaggio인 것이다.

Passaggio의 개념 자체는 매우 추상적이지만 청각적으로 판단할 경우 몇 가지 특징을 가지고 있다. 흉성과 두성의 음질이 급격히 변하지 않으며, 목소리가 약간 깊어지는 듯이 들리며 소리가 강화되고 목소리가 좁아지는 현상이 나타난다. 그러나 실력이 좋고 경력이 많은 성악가일수록 passaggio 부분에서의 음질의 변화가 적고 성구의 변화가 거의 없다. 이때의 인후부의 변화를 보면 후두는 아래로 약간 하강하고, 가성대와 후두실의 사이의 공간이 확장되며 후두개는 위로 열리고 공명강은 넓어지며 혀의 뒷부분이 약간 낮아지고 연구개는 passaggio를 하지 않을 때 보다 조금 내려온다고 한다.²⁾

이에 본 저자들은 성악가들이 이러한 발성 테크닉을 사용 시 기본주파수(F0 : Fundamental Frequency), 음의 강도(Intensity), 성대접촉률(CQ : Closed Quotient), 주파수 변동률(Jitter), 진폭 변동률(Shimmer), 잡음 대 배음 비율(NHR : Noise to Harmonic Ratio), 평균호기류를(MFR : mean Flow Rate), 성문하압(Psub : Subglottal pressure), 음성효율(Vocal efficiency)⁵⁾ 등의 변화를 측정하여 음향학적 특징을 비교하여 보고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상

선정된 실험군은 음악대학 성악과를 졸업하고 현재 활동 중인 성악가로 평균성악 경력 12.6년인 Tenor를 대상으로 하였다. 이들의 평균 연령은 30.9세로 예전에 음성질환 병력이 없고 폐 질환이 없는 사람들로써 후두 내시경검사를 통해 현재 음성 질환이 없고, 성문폐쇄가 성대 전체에 걸쳐 이루어지고 있고, 정상적인 발성을 하는 사람으로 6명을 실험군으로 선정하였다. 성악을 공부하는 사람 누구나 passaggio를 구사할 수 있는 것은 아니므로 어느 정도의 성악경력을 가지고 있는 사람 중 passaggio를 구사할 수 있는 지 여부를 청취한 후 실험군을 선정하였다.

2. 연구방법

1) 측정도구

(1) 전기성문파형검사(Eletroglottography)

Lx. Speech Studio(Larygogrph Ltd, London, UK)의 SPEAD(Speech Pattern Element Acquisition and Display) 프로그램을 이용하여 공기역학적검사기의 기류저지셔터가 눌리지기 직전의 구간에서 성대의 전체 진동주기 중 성대의 접촉시간의 비율인 상대접촉률(CQ : Close Quotient), 주파수변동률(Jitter), 진폭변동률(Shimmer), 잡음 대 배음 비율(NHR : Noise to Harmonic Ratio)을 측정하면서 공기역학적 검사를 동시에 실시하였다.

(2) 공기역학적검사

공기역학적검사적 검사는 phonatory function analyzer (nagashima Ltd, Model PS 77H, Tokyo, Japen)를 사용하여 검사기구에 부착된 마스크에 입을 밀착시켜 공기가 새지 않도록 한다음 ‘아’ 모음을 연장발성 할 때 기본주파수(F0 : Foundmental Frequency), 음의 강도(Intensity), 평균 호기류율(MFR:Mean Flow Rate)을 측정하고 검사기구의 기류차단 장치를 이용하여 성분하압(Psub : Subglottal pressure)을 측정하였다.

또한 phonatory function analyzer 통한 기본주파수의 측정과 Lx. Speech Studio에서의 기본주파수의 측정치는 차이가 없었다고 보고하고 있는데 이번 기본주파수의 측정은 phonatory function analyzer에서 검사한 수치를 사용하였다.

2) 측정방법

(1) Easy 음의 측정 : 편안한 음 B₃(246.9Hz)의 “아” 모음 측정

실험자를 앉은 자세로 코로 공기가 새지 않도록 코를 손으로 막은 다음 공기역학적검사 측정기구에 부착된 마스크에 구강부분을 밀착시킨 후 후두주위를 알코올로 닦은 다음 Lx. Speech Studio의 E.G.G 밴드를 경부 주위에 부착하고 피실험자가 pitch pipe를 붙여서 B₃(246Hz)음을 선정한 후 같은 높이의 소리로 편안하게 “아” 모음을 길게 낸 소리를 측정하였다.

(2) Non-passaggio음의 측정 : F[#]₄(369.8Hz)에서 passaggio를 하지 않은 “아” 모음 측정

편안한 음을 낼 때와 같은 방법으로 pitch pipe로 붙여서 F[#]₄ 음을 정한 뒤 passaggio를 하지 않은 소리를(non-passaggio)로 “아” 모음을 내게 하여 측정하였다.

(3) Passaggio음의 측정 : F[#]₄(369.8Hz)에서 passaggio를 한 “아” 모음 측정

Non-passaggio 같은 방법으로 pitch pipe로 붙여서 F[#]₄ 음을 정한 뒤 passaggio한 소리를 “아” 모음을 내게 하여 측정하였다.

1, 2, 3검사 모두 여러 번의 연습을 한 후 선정 음의 기본주파수(B₃, F[#]₄)에 가장 근접한 측정치 각각 2회를 선정하여 분석하였다.

3) 음성효율의 계산

음성효율의 계산은 Carroll이 제시한 방법을 사용하여 계산하였다.

(VE : Vocal efficiency)

$$\frac{\text{Acoustic power, watt}}{\text{Aerodynamic power, watt}} = \frac{4 \times 3.14 \times R^2 \times \text{Sound intensity}}{\text{air flow late} \times \text{sub glottal pressure}}$$

(R은 측정시의 반지름 : 통상 0.3m에 해당함)

4) 통계분석

SPSS(version 11.5) ANOVA repeated measure를 시행하였으며 유의 수준은 95%로 하였다.

결 과

기본주파수는 호흡압력의 변화에도 불구하고 실험군에 제시한 기준음과 거의 차이가 없었다. Passaggio할 때와 non-passaggio시 기본 주파수의 변화는 거의 없었다. 청각적으로는 같은 음으로 판단되며 음의 강도가 증가하고 성문하압, 평균호기류율이 증가하면 기본주파수가 증가한다는 보고가 있으나 본 연구에서는 아주 조금 증가하였으나 통계적으로는 의미가 없었고 같은 기본주파수로 판단할 수 있었다.

음의 강도는 easy 발성(79.8±3.3Hz)에 비하여 non-passaggio(88.8±1.8Hz)와 passaggio(90.9±2.2Hz)가 높아 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다. 그러나 같은 음도에서 non-passaggio와 passaggio를 비교시, passaggio에서 음의 강도가 약간 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

평균호기류율은 easy(182.8±27.8ml/sec) 보다 non-passaggio(179.6±30ml/sec)에서 고음으로 올라갔음에도 불구하고 약간 감소하는 경향을 보였으나 아주 미미한 차이를 보여 거의 같은 평균호기류율로 보여지며, passaggio(214.3±38.6L/sec)에서는 조금 더 증가 하였으나 통계

Table 1. Vocal register transition (passaggio) in tenor

	단 위	Easy	Non-passaggio	Passaggio
No. of patients		6	6	6
F0	Hz	241.7 ± 6.3*†	365.5 ± 12.9	369.4 ± 5.5
Intensity	dB	79.8 ± 3.3*†	88.8 ± 1.8	90.9 ± 2.2
MFR	ml/sec	182.8 ± 27.8	179.6 ± 30.0	214.3 ± 38.6
Psub	mmH ₂ O	71.8 ± 12.9	102.6 ± 15.9	106.3 ± 35.4
CQ	%	60.2 ± 1.4	58.5 ± 4.1	59.8 ± 5.3
Jitter	%	1.0 ± 1.2	0.9 ± 1.4	2.7 ± 2.5
Shimmer	%	4.2 ± 1.3	4.0 ± 3.8	1.9 ± 2.2
NHR	%	31.0 ± 4.4	34.8 ± 3.7	26.2 ± 7.8

* : p<0.05 Easy vs non- passaggio, † : p<0.05 Easy vs passaggio

Table 2. Vocal efficiency

Subject	Easy	Non passaggio	Passaggio
6	7.18 ± 1.73	7.05 ± 3.19	4.97 ± 2.68

적으로는 유의한 차이가 없었다.

성문하압은 easy (71.8 ± 12.8mmH₂O), non-passaggio (102mmH₂O ± 15.9mmH₂O), passaggio (106mmH₂O ± 35.4mmH₂O) 순으로 점점 증가하였으나 통계적으로는 차이를 보이지 않았다.

성대접촉율은 easy 발성에서는 60.2 ± 1.4%로 높게 나타났고 고음에서 non-passaggio 사용 시 58.5 ± 4.1%, passaggio 사용 시 59.8 ± 5.3%로 편안한 음도 상태에서 가장 높았고 고음에서 약간 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않았다.

주파수변동율(jitter)은 easy 발성(1.0 ± 1.2%), non-passaggio(0.9 ± 1.4%), passaggio(2.7 ± 2.5%)로 passaggio 발성 테크닉에서 가장 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

진폭변동율(shimmer)은 easy(4.2 ± 1.3%), non-passaggio(4.0 ± 3.8%), passaggio(1.9 ± 2.2%)로 passaggio 발성에서 가장 낮았으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

잡음 대 배음의 비율(NHR)은 easy(31.0 ± 4.4%), non-passaggio(34.8 ± 3.7%), passaggio(26.2 ± 7.8%)로 passaggio에서 가장 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

음성효율은 easy(7.18 ± 1.73), non-passaggio(7.05 ± 3.19), passaggio(4.97 ± 2.68)로 passaggio에서 가장 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

고 찰

흉성에서의 성대의 진동양상은 성대 하순(low lip)이 닫



Fig. 1. Aero-dynamic tests together with electroglottography.

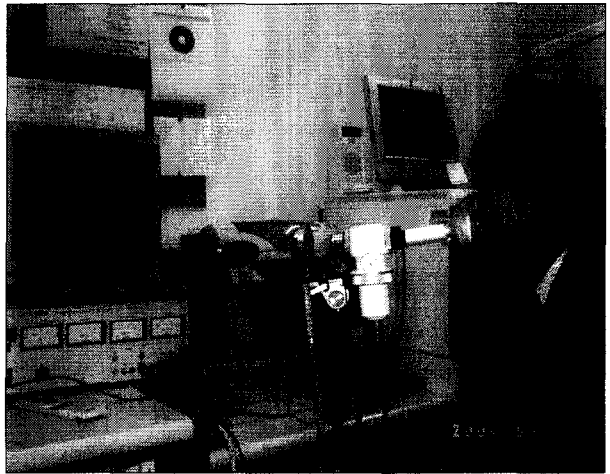


Fig. 2. Phonatory function analyzer(Nagashima) & Lx strobe.

히고 나서 상순(upper lip)이 닫히는 two mass oscillation의 진동파형을 이루고, 성대의 진동범위가 크고 성대가 전장(全長), 전폭(全幅), 전후(全厚)로 진동하며 배음이 풍부하고 소리가 강하다. 두성에서는 성대의 긴장근 중 윤상갑상근(CT : cricothyroid muscle)의 활동이 증가하면서 성대는 얇아지면서 상순만 진동하는 one mass oscillation 형태의 진동파형을 만들고, 흉성과 같은 호흡조건일 경우 성대의 운동범위가 좁고, 성대가 전장(全長), 반폭(半幅), 반후(半厚)로 진동하며 배음이 적고 소리가 약하다.⁽⁶⁾⁽⁷⁾ 사람에게 따라 차이는 있으나 일반적으로 흉성으로 고음을 올라가다 보면 pitch break현상이 나타난다. 이 pitch break 현상이 나타나면 목소리는 갈라지고 호흡이 급격히 증가하며 고음으로 올라가기가 힘들어진다. 이런 경우 pitch break의 조절을 하기위해 갑상피열근의(TA : Thyroarytenoid muscle)의 활동이 활발해져 증가된 내전을 상쇄하기 위해 성대돌기(vocal process)를 벌리는 방법을 하게 되는데, 이런 경우를 involuntary한 passaggio라 한다.⁽³⁾ 이

때의 음성은 약해지고 힘이 없는 소리가 되며 호흡의 낭비가 심하고 불분명한 목소리를 가진다. 이렇게되면 저음부의 음색과 고음부의 음색이 차이를 크게 보이기 때문에 가창 시 좋은 목소리를 구사할 수 없게된다. 고음을 낼 때 성대의 뒤를 벌려 posterior chink가 생기고 성대의 접촉면적이 적게되어 성대점막에도 무리가 가는 것으로 생각된다. 보통 고음으로 갈수록 성문하압과 호기류의 증가가 중요한 역할을 한다. 그러나 성대의 접촉이 적어질 경우, 증가하는 호흡량과 압력에 비하여 음의 강도는 증가하지 않으며 빈약한 소리를 내게된다. 이러한 문제점을 해결하는 발성테크닉이 passaggio인 것이다.

본 연구에서 성대의 접촉률은 다른 연구에 비하여 성대접촉률이 비교적 높게 나타났는데 남성성악가의 경우 훈련기간이 길수록 성대접촉률이 높게 나타난다고 보고하고 있다.⁸⁾ Sundberg 등은 바리톤을 대상으로 한 연구에서는 성대접촉률은 낮은 음도일 때 보다 높은 음도에서 높은 경향을 보인다고 보고하여⁹⁾ 이번 연구와는 차이를 보였으나, 이러한 결과는 바리톤과 테너의 음역이 달라서 차이가 나는 것으로 생각된다. 중간정도 높이의 음인 easy 발성 시 성대접촉률은 $60.2 \pm 1\%$ 로 높은 접촉률을 보이다가 고음에서의 non passaggio는 $58.5 \pm 4.1\%$ 로 약간 감소하였고 반면에 passaggio시 다시 성대접촉률($59.8 \pm 5.3\%$)이 증가하였다. 이 결과는 passaggio발성 테크닉시 성대접촉률이 다시 증가하면서 호흡의 접촉률에 가까워지고 음색은 호흡의 소리와 비슷하게 되는 것으로 보여진다. 그러나 성대접촉률이 통계적으로 유의한 차이가 없게 나타난 것은 성대접촉률의 큰 변화는 음질의 큰 변화를 의미하므로 passaggio시 성대접촉률이 약간 증가하는 것이 당연하리라 생각된다. 이번 연구에서 통계적으로 의미 있게 나타난 것은 음의 강도였는데, Orlikoff 등의 연구에서는 성대접촉율에 영향을 미치는 요소는 여러 가지가 있는데 그 중 가장 중요한 것은 발성의 강도이며 성대접촉율과는 양의 상관관계가 있다고 하였다. 즉 발성강도의 크기에 따라 성대의 진동주기의 비율에 차이가 발생하는데, 강도가 낮은 음에서는 폐쇄기에 비해 개방기가 상대적으로 길며 강도가 증가할수록 폐쇄기의 비율이 커져서 성대접촉율은 커지게 된다고 보고하고 있으며, 주파수의 증가도 성대접촉율을 증가시키나 주파수의 변화가 미치는 영향은 강도의 변화에 비해 크지 않은 것으로 되어있다.¹⁰⁾ Sundberg는 성악가들은 한 옥타브정도 기본주파수가 증가할 때 음의 강도가 8~9dB 정도 증가한다고 하였다. 이번 연구에서는 특히 passaggio에서 $90.9 \pm 2.2\text{dB}$ 로 매우 높게 나타났다. 이것은 성대접촉율, 평균호기류율, 성문하압이 같이 증가한 것 때문이라 생각되며 선

행연구와 같은 결과를 보였다.¹¹⁾

Murry 등의 보고에 의하면 평균호기류율은 성구의 종류와 성대접촉율에 따라 호기류율이 영향을 받는다고 하였고,¹²⁾ Birch 음역이 넓은 사람이 음역이 좁은 사람에 비해 공기를 적게 사용한다고 하였다. 그 이유는 성대의 길이가 영향을 미친 것으로 예상하였으며 거의 대부분의 사람들은 모음이 달라도 공기 소모가 거의 비슷하였다고 보고하였다.¹³⁾

평균호기류율의 평균치는 89~141ml/sec 정도이고 200ml/sec 이상이거나 40ml/sec 이하는 비정상적으로 간주하고, 반회후두신경마비(recurrent laryngeal nerve paralysis), 성대구중(sulcus vocalis), 후두염(laryngitis), 성대결절(vocal nodule), 폴립(vocal polyp), 라인케서 부종(Reinke's edema)의 질병이 있을 경우 평균호기류율이 크게 나타나며, 경련성 발성장애(spasmodic dysphonia)에서는 정상보다 감소한다고 한다.¹⁴⁾

이번 연구에서는 평균호기류율은 $182.8 \pm 27.8\text{ml/sec}$ 에서 $214.3 \pm 38.6\text{ml/sec}$ 로 일반 평균치 보다 높게 나타났는데, 그 이유는 평균호기류율은 저주파보다는 고주파에서 음의 강도에 보다 밀접한 연관이 있는데, 음의 높이가 높고, 음의 강도가 아주 강하게 나타난 것이 공기량의 평균호기류율의 증가로 나타난 것으로 예상된다.

성문하압은 발성 시 중요한 변수이다. 정상 발성 시 평균 50~100mmH₂O이며 후두암(glottic cancer)이나 반회후두신경마비, 기능적 음성장애(functional voice disorders) 시 상당히 증가한다고 한다. 성문하압은 음의 강도와 정비례하며 음의 강도는 성문하압의 4제곱에 비례한다고 한다.¹⁴⁾

또한 큰소리를 만들기 위해 높은 성문하압을 사용하면 큰소리를 생산할 뿐 아니라 음도도 증가하는 경향을 보인다고 보고하고 있으나, 본 연구에서는 성문하압의 증가에도 불구하고 음도는 변화가 없었으며 이는 성악인들은 오랜 훈련과 성대근과 성문하압의 적당한 조절에 의해 가능한 것으로 생각된다. 성문하압의 증가는 성대접촉율을 증가시키며, 대부분 높은 성문하압은 55% 정도의 성대접촉율을 보인다고 한다.⁹⁾ 그리고 성악가는 같은 호흡압력을 사용하면 서도 일반인보다 10~12dB 정도 크게 음의 강도를 나타낸다고 하였다. 성악가는 일반인보다 같은 호흡압력으로 3~4배 정도의 시간을 달성할 수 있다고 보고하고 있는데 이는 성문하압으로 성대가 진동할 때 성대점막에서 에너지의 손실이 적어 성대진폭이 더 큰 것이 하나의 이유라고 하였다.¹⁵⁾ 본 연구에서도 평균 $71.8 \pm 12.9\text{mmH}_2\text{O}$ 에서 $106.3 \pm 35.4\text{mmH}_2\text{O}$ 로 높은 성문하압을 보였으며 음의 강도가 크게 강화되어 같은 결과를 보였다.

큰 목소리를 낼 경우 음도의 증가 뿐만 아니라 성대원음

에 여러 가지 변화가 나타난다고 하였는데,¹⁶⁾ 이번 연구에서 주파수 변동률과 진폭변동률은 easy와 non-passaggio에서는 차이가 별로 없었고 passaggio에서는 약간의 차이를 나타내었으나 정상범위 내의 변화였다.

음성효율은 통계적으로는 의미가 없으나 passaggio에서 음성효율이 떨어지는 결과를 보였는데 음의 강도의 증가한 것에 비해 성문하압과 평균호기류율이 증가가 많은 것 때문이라 생각된다.

결 론

발성테크닉인 passaggio를 하면 두성에서 성대의 접촉률이 증가하고 이때 평균호기류율, 성문하압 등이 증가하여 흉성과 비슷한 음색이 되며 음의 강도는 증가하는 것으로 생각된다. 그러나 음의 강도 이외의 다른 검사에서 통계적 의미가 없게 나타난 것은 음성의 급격한 변화는 오히려 흉성과 두성의 급격한 음색의 차이를 보이게 되므로 좋은 발성이라 할 수 없을 것으로 생각된다. 또한 음성효율을 높게 하려면 적당하게 성문하압과 평균 호기류율의 증가시켜야 한다.

중심 단어 : 성구전환 · 성대접촉률 · 평균호기류율 · 음의 강도 · 성문하압.

REFERENCES

1) Richard Miller. *Structure of singing*. Oberlin College Conservatory of

- Music*:1983.
- 2) Mario De Santis. *Franco Fussi: La Parola e Il Canto. Tecniche, Problemi, Rimedi nei professionisti della voce*. Padova, Italia: Piccin: 1993
 - 3) Titze IR. *Principles of Voice production*. Prentice Hall.
 - 4) Stark J. *Bell Canto*. University of Toronto Press Incorporated: 1999.
 - 5) Caroll LM, Staloff RT, Heuer RJ, Spiegel JR, Radionoff SL, Cohn JR. *Respiratory and Glottal efficiency measures in normal classical trained singers*. *J Voice* 1996;10:139-45.
 - 6) Hirano M, Vennard W, Ohala J. *Regulation of register, pith and intensity of voice*. *Folia Phoniatr* 1970;22:1-20.
 - 7) Roubeau B, Chevrie-Muller C, Arabia-Guidet C. *Elletroglottographic study of changes of voice register*. *Folia Phoniatr* 1987;36:280-9
 - 8) Howard DM. *Variation of electrolaryngographically derived closed quotient for trained and untrained adult female singers*. *J Voice* 1995; 9:163-72.
 - 9) Sundberg J, Hogset C. *Voice source differences between falsetto and modal registers in counter tenors and baritones*. *Log Phon Vocol*. 2001;26:26-36.
 - 10) Orlikoff RF, Kahane JC. *Influence of mean sound of pressure level of jitter and shimmer measures*. *J Voice* 1991;4:37-44.
 - 11) Sundberg J, Titze I, Schurer R. *Phonatory control in male singing: A study of effect of subglottal pressure, fundamental frequency and mode of phonation on the voice source*. *J Voice* 1993;7:15-29.
 - 12) Murry T, Xu JJ, Woodson GE. *Glottal configuration associated with fundamental frequency and vocal register*. *J Voice* 1998;12:44-9.
 - 13) Birch P, Gumoes B, Stavvad H, Prytz S, Bjorkner E, Sundberg J. *Velum Behavior in Professional Classic Operatic Singing*. *J voice* 2002;16 (1):61-71.
 - 14) 김영호. 음성검사법. 공기역학적 검사 (Aero-dynamic Study). 대한음성언어의학회. 제 2 회 학술대회 심포지움:1994.
 - 15) Titze IR, Sundberg J. *Vocal intensity in speakers and singers: Acoust Soc Am*:1992. p.91.
 - 16) Gramming P, Sundberg J, Ternstrom S, Leanderson R, Perkins W. *Relationships between changes in voice pitch and loudness: J Voice* 1988;2:118-26.