



입술 트릴의 방법에 따른 음향학적 및 전기성문과형검사 측정치 비교*

A comparison of acoustic & electroglottographic measures according to voiced lip trill methods

이 승 진 · 이 광 용 · 임 재 열 · 최 홍 식**

Lee, Seung Jin · Lee, Kwang Yong · Lim, Jae-Yol · Choi, Hong-Shik

Abstract

The purpose of the current study was to compare selected acoustic and electroglottographic measures (closed quotient, pitch, and loudness) among vowel phonation, traditional voiced lip trill (VLT_T), modified voiced lip trill methods (VLT_M). A total of 21 participants without voice complaints produced 4-second long samples using each phonation method. Results indicated that mean closed quotient of VLT_M was higher than that of vowel phonation and VLT_T, while its range and standard deviation measures were higher than those of vowel phonation. Mean, range, standard deviation, maximum of pitch measures of VLT_M were higher than those of vowel phonation. Lastly, mean and maximum loudness of the VLT_M were higher than VLT_T. In conclusion, the current data indicate the possibility to use the VLT_M as a training method for singing or a strategy to facilitate generalization effect of voice therapy. Current results also reflect the necessity for further study pertaining to the long-term effect of the VLT_M training method. Clinical implications are discussed.

Keywords: voiced lip trill, modified voiced lip trill, semi-occluded vocal tract exercise, electroglottography

1. 서론

반폐쇄성도훈련법(semi-occluded vocal tract exercises, 이하 SOVTE)이란 다양한 방법으로 성도를 부분적으로 폐쇄한 상태에서 발성하는 방법으로서, 음성 또는 가창 클리닉에서 성대에 발성으로 인한 음성 외상이 일어날 가능성을 감소시키기 위한 음성 혹은 발성치료 기법으로 널리 이용되어 오고 있다(Dargin *et al.*, 2016; Guzman *et al.*, 2016). 대표적인 예로는 LaxVox, 빨대 발성(straw phonation), 입술 트릴(lip trill), 혀 트릴(tongue trill), 입 위에 손 올리기(hand-over-mouth), 허밍(humming) 등이 있으며, 둘 이상의 방법을 조합하여 이용하기도 한다(Amarante Andrade *et al.*, 2016). 개별 기법에 따른 차이가 있으나, 이러한

부분적 폐쇄는 대개 구강 전반부 혹은 입술 부근에서 이루어지며, 입술과 혀 등의 조음기관을 이용하여 성도의 부분적 폐쇄를 발생시키게 되는데, 빨대 등의 도구를 이용하여 성도의 길이를 증가시키는 방법이 병행되기도 한다(Guzman *et al.*, 2013a; Menezes *et al.*, 2011; Paes *et al.*, 2013).

발성 방법에 따른 성대접촉의 변화는 성문하압(subglottic pressure)과 성문상압(supraglottic pressure)의 기압차인 통성문압(transglottal pressure)에 의하여 성대접촉률(closed quotient, 이하 CQ)이 변한다는 이론에 의해 설명될 수 있다. 즉, 성문상압은 성문 상부 및 구강의 상태, 모양, 개방정도 등에 영향을 받으며, 이것이 다시 성문하압과의 차이에 의해 발성 자체에 영향을 주게 된다는 이론이다(남도현 & 최홍식, 2007; Titze, 1996). 이러한 관

* 이 논문은 제 2 저자의 석사학위논문의 내용을 수정 및 보완한 것임.

** 연세대학교 의과대학, hschoi@yuhs.ac, 교신저자

Received 1 November 2017 ; Revised 30 November 2017; Accepted 1 December 2017

점에서 볼 때 SOVTE를 이용한 발성을 할 때에는 음향학적인 임피던스(impedance)가 증가하고(Story *et al.*, 2000), 성문에서 발생하는 음원과 성도와와의 상호작용이 증가하는데(Titze, 2006), 이는 다시 말하자면 발성 역치 조건(phonation threshold condition)에 가까운 상태에서 발성을 수행할 수 있다는 의미이다(Robieux *et al.*, 2015).

이와 같은 원리를 통해 SOVTE의 하나인 발성 입술 트릴(voiced lip trill, 이하 VLT)의 원리 또한 설명된다. VLT 시에는 폐에서 나오는 공기를 에너지원으로 서로 다른 두 개의 진동체(성대와 입술)를 진동시키게 되어 구강내압의 저주파수대 진동(oscillation)이 발생하고, 이는 다시 통성문압의 변화를 야기한다(Amarante Andrade *et al.*, 2016; Dargin *et al.*, 2016). 이와 더불어, 구강을 폐쇄함으로써 성문상압이 증가하고, 이러한 성문상압 증가로 인하여 통상적으로 VLT 시에는 CQ가 감소하며(Amarante Andrade *et al.*, 2016), 이러한 감소 경향은 전문적인 가창 훈련받지 않은 대상자에게서 보다 두드러진다(Gaskill & Erickson, 2008).

VLT는 대개 직업적으로 가창을 하는 가수 등의 직업적 음성 사용자들의 경우 흔히 음성의 단순 위밍업 용도로 사용되곤 한다. 이는 부드러운 성대접촉을 통한 발성과 동시에 이루어지는 입술 트릴이 구강 주변부 근육들의 긴장을 풀어주고, 입 안과 입 밖에서 만들어지는 진동이 호흡의 압력과 공기의 흐름을 느끼게 하는 역할도 하며, 음도의 적절한 변화를 수반할 경우 성대의 길이 조절 내지는 스트레칭을 통한 발성 근육 이완에도 도움이 될 수 있기 때문이다(Maxfield *et al.*, 2015). 그러나, 본격적인 의미에서 엘리트 음성 사용자의 발성을 개선시키는 용도로 수행하는 발성훈련 방법으로 활용되어 왔다고 보기에는 어렵다.

이와 같이 발성 근육의 이완을 도모하는 전통적인 VLT(traditional voiced lip trill, 이하 VLT_T)와는 달리, 일부 연구에서는 다양한 변이형들을 통해 추가적인 효과를 탐색하였다. 가령, 한 연구에서는 높은 강도로 VLT를 수행하였을 경우 CQ가 모음 발성에 비해 증가함을 보고하였다(Cordeiro *et al.*, 2012). 이는 발성 시 음량의 증가가 VLT 시 낮은 성대접촉을 보완하여 성대를 온전히 접촉하면서도 SOVTE의 특성을 유지할 수 있는 가창 훈련 수단이 될 수 있는 가능성을 시사한다. 이는 가창 훈련의 가장 중요한 목표 중 하나가 음원이라 할 수 있는 성대음과 필터라 할 수 있는 성도의 상호작용을 증가시키므로써 발성의 효율성과 경제성을 향상시키는 것이라는 점과 무관하지 않다(Cordeiro *et al.*, 2012; Titze, 2006).

이러한 맥락에서 제시된 응용 발성 입술 트릴(modified voiced lip trill technique, 이하 VLT_M)은 음량을 증가시키고, 입술 접촉을 촉진(facilitation)시키는 형태이다(이광용, 2017). 즉, 입술 끝보다 약간 밑에서 엄지와 검지를 이용하여 살짝 누르면서 들어올려 이완된 상태에서의 입술 접촉을 촉진시키고, 입술 트릴 시 복압을 높여 음량을 키워 소리를 유지하는 형태이다. 이 때, 후두의 위치는 하강시키도록 유도한다. 후두가 하강하면 성대가 두꺼워짐에 따라 성대의 진동부위인 덮개(cover)의 긴장도가 낮아지고, 중앙부의 성대접촉을 촉진한다(Titze, 1993). 음의 강도

가 커진다는 것은 성문하압이 높아지고, 성대의 중앙부 압박(medial compression)도 증가했다는 것인데, 이와 같은 높은 강도를 유지하면서도 호흡의 에너지는 성대와 입술이라는 두 개의 진동체로 분산되어 성대의 과도한 접촉을 막을 수 있는 형태라고 할 수 있다. 아울러, 다양한 음도 변화를 동반하여 수행할 수 있다.

이와 같은 응용된 형태가 가창 훈련에 보다 효과적일 수 있고, 이에 대해 더욱 연구되어야 하는 이유는 다음과 같다. 첫째, 다른 SOVTE와 마찬가지로 음성 외상의 가능성을 줄일 수 있다. 보통의 가창연습 과정에서 음도, 음량을 증가시키거나, 가창의 방식을 조절하는 과정에서 무리한 성대 내전이나 성문의 후방 틈(posterior glottal chink)을 동반하는 음성 오용(misuse)으로 폴립이나 결절 등 성대점막의 이상이 흔히 생기곤 한다(남도현, 2007). 기초 연습 과정에서 이러한 문제의 발생을 줄이려면, 성대의 과도한 긴장 없이 적당한, 혹은 경우에 따라 높은 정도의 성대 접촉(성대내전)을 유지하는 상황을 유도하여야 하고, 상당한 정도의 호흡 압력의 조절을 하는 훈련이 필수적이다. VLT_M의 원리상 이와 같은 호흡 및 성대접촉의 조절 훈련을 수행할 때 스스로 모니터링이 비교적 용이하며, 목표로 한 높은 강도, 음도, 또는 호흡 조절에 실패했을 경우에도 별도의 보호 장치 없이도 성대에 무리를 주거나 상하게 할 수 있는 위험요소를 줄일 수 있다. 입술 트릴은 또한 도구 없이 시행이 가능하며, 혀 트릴과 같은 일부 SOVTE에 비해 난이도가 비교적 낮은 장점이 있다. 한 연구에서는 20 명의 대상자 중 5 명의 경우 여러 번 시도 하였음에도 끝내 혀 트릴을 수행하지 못하였다고 보고한 점을 볼 때, 이러한 장점은 더욱 두드러진다(Maxfield *et al.*, 2015).

VLT가 이와 같이 서로 다른 세부적인 방법에 의해 수행될 수 있음에도 불구하고, 세부적인 사항을 조절하여 더욱 좋은 발성을 유도할 수 있는 훈련들에 대한 체계적이고 과학적인 관점에서의 검증은 아직 부족하다(Cordeiro *et al.*, 2012; Maxfield *et al.*, 2015). 이러한 검증을 위해서는, 이를테면 우선적으로는 이러한 서로 다른 방법에 의한 발성을 수행할 때의 성대 접촉의 양상을 수량화하여 비교하는 연구가 필요하다. 나아가, 이를 응용한 특정 발성 훈련 전후 앞서 언급한 EGG를 통해 CQ나 관련 변수를 측정한다면 이러한 조절능력을 강화하기 위한 훈련법들이 실제 발성 기전에 어떠한 긍정적인 영향을 미치는지 검증할 수 있다(Amarante Andrade *et al.*, 2016; Gaskill & Erickson, 2010). 간접적인 측정방법들과 더불어, 이러한 훈련 방법을 이용한 발성 시 횡격막 등의 호흡기관이나 성도, 성대 접촉 패턴의 변화에 대하여 비디오투시조영검사(videofluoroscopy), 후두 스트로보스코피(laryngeal stroboscopy), CT 등 영상기법을 통해 확인해야 할 필요성이 있을 것으로 본다(Guzman *et al.*, 2013b). 또한, 궁극적으로는 장기적인 추적검사를 통한 연구를 통하여 이와 같은 발성 훈련법이 가져오는 변화를 과학적으로 검증할 수 있는 토대를 마련하는 데 기여하리라 여겨진다.

따라서, 본 연구에서는 편안하게 모음 발성을 할 때, 또한 기초발성 연습법인 VLT_T를 수행할 때, 그리고 이를 수정한 VLT_M을 수행할 때 측정된 각각의 CQ, 음도, 그리고 음량 관련 변수들

을 비교하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

연구문제에 적합하다고 여겨지는 통계방법인 일원 반복측정 분산분석을 위한 표본 수를 $G^*power(Faul et al., 2009)$ 를 통해 계산한 결과, 21명(측정횟수 3회, effect size=.3 Power=.9)이 선정되었다. 이에, 연구대상은 만 19세 이상의 지역사회 거주 중인 한국어 모국어 화자로 입술 트릴과 성대진동을 통한 발성을 동시에 수행할 수 있는 가장 전공자로서, 기존에 VLT_M을 이용한 발성 훈련을 시행한 경험이 없는 대상자 21명(남 13명, 여 8명)으로 하였다. 대상자의 연령은 남성 20.46±1.56세, 여성 20.88±1.80세로 성별 집단 간 차이는 없었다($t=-.556, p=.585$). 이때, 흡연력이나 음성과 관련된 수 있는 신경학적/질병관련 이슈가 보고되지 않았고, 검사 시점을 기준으로 최근 3개월간 음성문제를 주소로 이비인후과를 방문한 경험이 보고되지 않았으며, 검사 시점에서 임상적으로 관련성이 있는 음성 문제를 호소하지 않는 자로 한정하였다. 마지막으로, 모음 발성 시 청지각적으로 GRBAS scale(Hirano, 1981)의 G 항목에서 정상 범주의 측정치를 보이는 자로 제한하였다.

2.2. 평가 절차

평가 절차는 사전 면담과 세 가지 방법에 따른 발성 과제에 대한 음성 녹음으로 나누어 진행하였다. 먼저 사전 면담을 통하여 개인정보 및 직업, 환자의 음성 문제와 밀접한 관련이 있는 음성장애 과거력 또는 음성장애 치료력을 수집하였다.

음성녹음은 음성검사 및 치료 경력 3년 이상인 1인의 1급 언어재활사(1 저자, 언어병리학박사)가 서울 소재 한 대학병원의 조용한 음성검사실에서 시행하였으며, 환경소음은 사운드레벨미터(Volcraft Datalogger 322, Conrad Electronic, Germany)를 이용하여 50dB 이하로 유지되도록 하였다. 음성녹음 시 대상자는 의자에 편안하게 앉은 자세에서 마이크와 일정거리를 유지한 후, EGG의 두 전극을 양측 갑상연골에 위치하도록 하여 벨크로로 고정시켰다. 먼저 EGG 착용으로 인한 불편함이 없는지 환자에게 질문하여 확인하고, 가급적 자세를 유지하도록 안내한 후, 순서에 의한 효과를 고려하여, 아래의 세 가지 상이한 방법에 의한 발성을 무작위 순서로 산출하도록 하여 녹음하였다.

2.2.1. 모음 연장

먼저 모음 /아/를 편안한 음도와 크기로 가급적 일정하게 4초 이상 발성하도록 하여 4초 길이의 샘플을 녹음하였다. 검사자가 사전에 1회 모델링을 제공하였다.

2.2.2. VLT_T을 이용한 발성

입술을 붙인 후 입술 트릴을 시행하며, 동시에 편안하게 발성을 하도록 하였다. 이때, 모음연장 시 확립된 음도와 크기를 유지하면서 가급적 일정하게 산출하도록 하여 4초 샘플을 녹음하였

다. 검사자가 1회 모델링을 제공하였다.

2.2.3. VLT_M을 이용한 발성

VLT_M은 자세 준비→기본 연습→일정 음도 발성의 단계로 진행하였다.

① 자세 준비: 양쪽 발바닥 전체에 골고루 무게의 중심을 싣고 균형을 잡은 후 척추를 곧게 펴는 것을 자세 준비의 원칙으로 한다. 다만 발성 방법 간 비교를 위한 본 실험 연구에서는 의자에 앉은 자세로 시행하였다. 고개는 들거나 거북목이 되지 않도록 한다(<그림 1>의 (a)). 호흡은 흉복식 호흡을 통해 충분한 공기를 들이마신다. 이완된 상태에서의 입술 접촉을 촉진하기 위해 입술 양끝보다 약간 하부에서 엄지와 검지 또는 중지를 이용하여 안면을 살짝 누르면서 거상한다(<그림 1>의 (b)). 그 후, 입술 트릴 시 소리가 커지는 후두의 위치와 호기 시 호기근의 사용 상태를 유도한다. 이 때, 하악을 살짝 떨어뜨려 이를 꼭 다물지 않도록 한다.

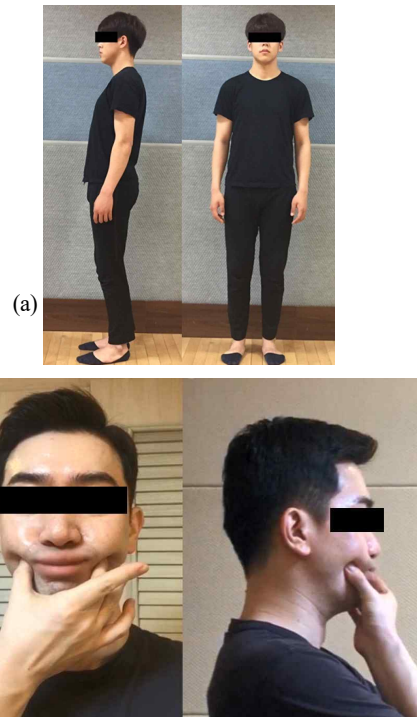


그림 1. 응용 발성 입술 트릴의 준비 자세 및 기본 연습 자세 예시
Figure 1. Examples of (a) postural preparation and (b) posture of basic training for modified voiced lip trill training

② 기본연습: 음역은 시작음을 여성은 낮은 A~D까지로, 남성은 C~F까지로 한정하였다. 기본 5도 스케일로 상행 시 5도 도 약하며, 도약 시 약 1~2 초간의 시간을 가지며 서서히 복잡을 높이며 발성 입술 트릴의 음량이 커진 상태를 유지하도록 유도하였다. 그 후, 다시 하행 시 5도 음정 스케일로 내려오도록 하였다. 이때, 가장 중요한 것은 음정 하행 시 트릴의 소리의 크기가 유지되도록 복잡을 유지하는 것이다. 그림 2는 이러한 과정을

(a) Real-time EGG와 (b) Real-time pitch로 나타낸 것이며, (a)에서는 CQ(초록색)가, (b)에서는 음량(회색)이 비교적 잘 유지되는 것이 확인된다.

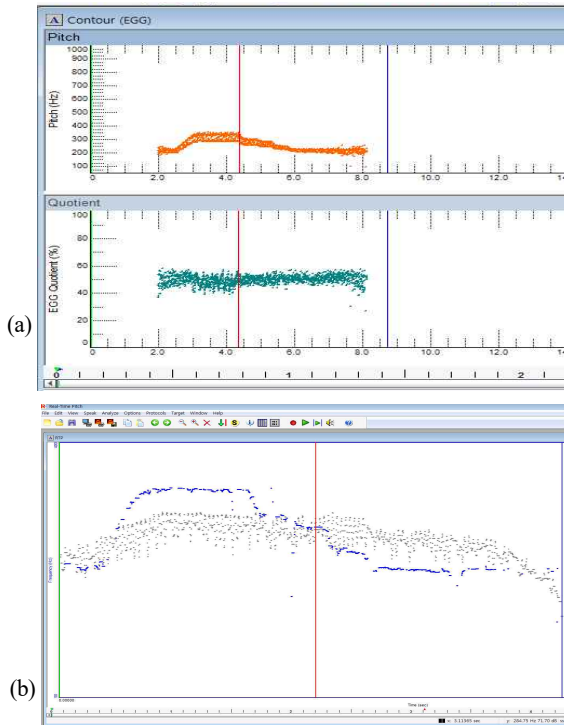


그림 2. 응용 발성 입술 트릴 기본연습 예시

Figure 2. An example of basic training for modified voiced lip trill training

③ 일정 음도 발성: 모음연장 및 VLT_T 시와 마찬가지로 다시 의자에 편안하게 앉은 자세에서 마이크와 일정거리를 유지한 후, EGG 전극을 고정시켰다. 그 후, 모음연장 시 확립된 음도와 기본연습 시 확립된 음량을 유지하면서 가급적 일정하게 4 초 이상 응용 입술 트릴과 동시에 발성하도록 하여 4 초 샘플을 녹음하였다. 사전에 검사자가 1 회 모델링을 제공하였다.

2.3. 도구

녹음 기자재로는 Computerized Speech Lab (Model 4150B; KayPENTAX, Lincoln Park, NJ, USA; 이하 CSL)의 하드웨어 및 동 제조사의 EGG 하드웨어, 그리고 CSL 소프트웨어의 모듈 프로그램인 Multi-dimensional Voice Program advanced version(이하 MDVP)이 이용되었으며, sampling rate 44.1 kHz로 녹음하였다. MDVP의 초기 세팅에서 채널은 2채널로 설정하여 채널1에는 음향학적 신호가, 채널 2에는 EGG 전극과 하드웨어를 거친 신호가 입력되도록 설정하였다(그림 3). 녹음 세션 동안 마이크는 대상자의 입술로부터 직선거리 5~10cm에 위치하도록 하며, 녹음하는 동안 고정된 상태로 유지하게 하였다.

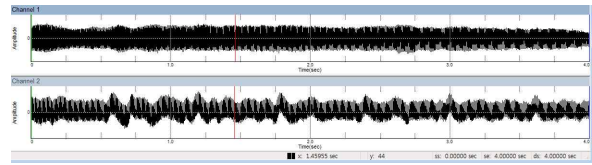


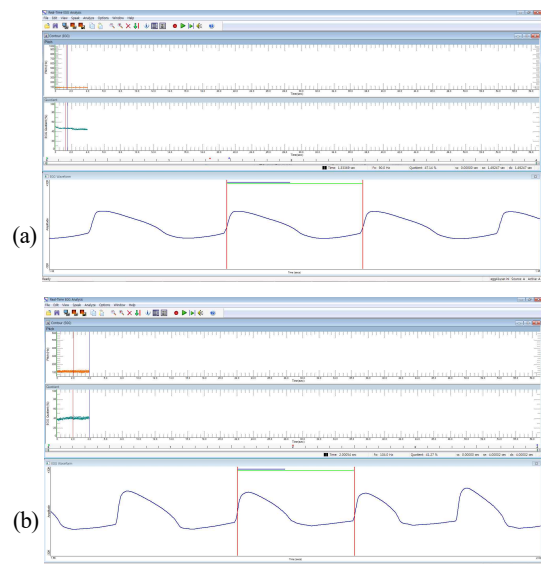
그림 3. MDVP를 이용한 2채널 모음 샘플 녹음 예시

Figure 3. An example of 2-channel vowel sample recording using the Multi-Dimensional Voice Program

2.4. 자료 분석

MDVP를 이용하여 녹음된 모음 샘플은 CSL의 분석프로그램인 Real-time EGG와 Real-time pitch를 이용하여 분석하였다. 분석을 위한 전처리 과정으로서 각 대상자에 대하여 4초 길이의 모음 샘플이 녹음 시 자동 트리밍되었다. 이 모음 샘플에 대하여 CQ의 평균, 범위, 최소값, 최대값, 표준편차를 % 단위로 Real-time EGG 분석을 통하여 측정하였다. 음도의 경우 성도를 거쳐 나온 음향학적 신호보다는 성대 수준에서 측정된 EGG 수치가 입술 트릴 시의 성대의 진동 속도 변화를 더욱 잘 반영하는 것으로 판단되었으므로, Real-time EGG를 이용하여 Hz 단위로 평균, 범위, 최소값, 최대값, 표준편차, 지터(jitter)를 측정하였다. 한편, Real-time EGG 프로그램에서는 음량 측정이 불가능하므로, 음량의 평균, 범위, 최소값, 최대값, 표준편차는 Real-time pitch 분석을 통하여 dB 단위로 측정하였다.

<그림 4>의 (a), (b), (c)는 각각 모음 /아/ 발성, VLT_T , VLT_M 을 이용한 발성 시 Real-time EGG를 이용하여 측정된 EGG 파형의 예시이다. 이때, 주황색 선은 EGG를 통해 측정된 음도를, 초록색 선은 CQ를, 파란색 선은 EGG 파형을 나타내며, 빨간색 세로 선은 EGG 파형의 한 주기의 시작과 끝을 나타낸다. 한 주기 내에서 전체 주기와 폐쇄 국면은 각각 연두색과 파란색 선으로 표시되어 있다. <그림 5>는 Real-time pitch를 이용한 음량 측정의 예시이다. 회색 실선은 음량을, 파란색 실선은 음향학적 신호에서 측정된 음도를 나타낸다.



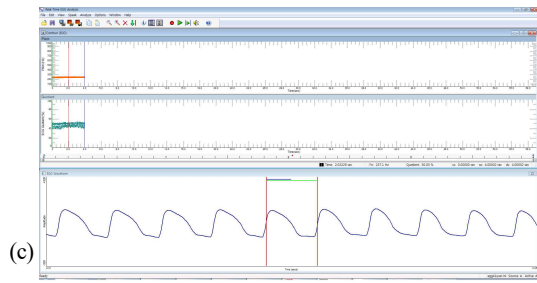


그림 4. 각 방법에 따른 발성 시 전기성문과형검사 분석 예시
Figure 4. Examples of electroglottographic analysis during producing (a) vowel /a/, (b) traditional voiced lip trill, and (c) modified voice lip trill

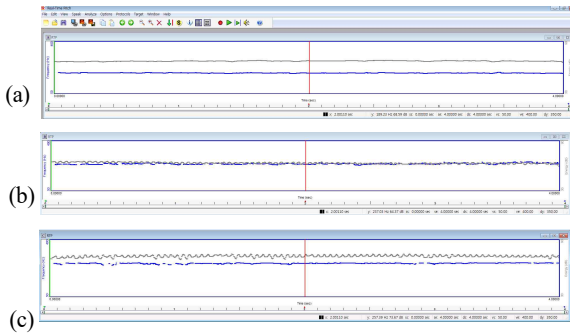


그림 5. 각 방법에 따른 발성 시 Real-time pitch를 이용한 음량 측정 예시
Figure 5. An example of loudness measurement using the Real-time pitch program during producing (a) vowel /a/, (b) traditional voiced lip trill, and (c) modified voice lip trill

2.5. 통계 분석

세 가지 발성 방법 간에 CQ, 음도, 음량 관련 측정치에 차이가 있는지 알아보기 위하여 일변량 반복측정 분산분석(one-way repeated measures of ANOVA, analysis of variance)을 구형성 가정을 만족하지 못할 경우 Greenhouse-Geisser 방법을 이용하였다. 사후검정으로는 본페로니(Bonferroni) 검정을 시행하였으며, 유의수준은 .05로 하였다. 통계 프로그램은 SPSS 23.0

software (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다.

3. 연구 결과

각 발성 방법에 따라 CQ, 음도, 음량 관련 변수들을 측정하여 비교한 결과가 <표 1>에 제시되어 있다. 비교 결과, 모든 CQ 및 음량 관련 변수에서 집단 간 차이가 있었으며, 음도 관련 변수 중에서는 평균, 범위, 최대값, 표준편차에서만 차이가 있었다.

3.1. CQ 비교

CQ 관련 변수들에 대하여 사후검정을 시행한 결과(<그림 6>), VLT_M의 평균 CQ가 모음($p=.038$)과 VLT_T($p<.001$)에 비해 높았으며, 모음의 평균 CQ가 VLT_T에 비해 높았다($p=.015$). 또한, VLT_M의 CQ 범위($p=.009$), 표준편차($p=.019$)가 모음 발성에 비해 컸으며, 최대값은 모음($p=.003$)과 VLT_T($p=.037$)에 비해 높았다. 모음의 CQ 최소값은 VLT_T에 비해 높았다($p=.001$).

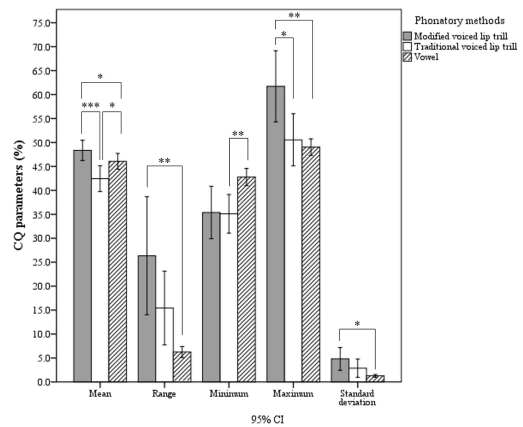


그림 6. 각 발성 방법에 따른 CQ 관련 변수 사후 비교
Figure 6. Post-hoc comparison of closed quotient measures among phonatory methods

표 1. 각 발성방법에 따른 CQ, 음도, 음량 관련 측정치 비교

Table 1. A comparison of closed quotient, pitch, and loudness measures among three phonatory methods

Parameters		Phonatory methods			F	p-value
		VLT _M	VLT _T	Vowel /a/		
CQ (%)	Mean	48.348 ± 4.661	42.454 ± 5.935	46.067 ± 3.642	15.353	<.001***
	Range	26.349 ± 27.079	15.440 ± 16.961	6.247 ± 2.515	6.486	.009**
	Minimum	35.380 ± 12.033	35.108 ± 8.865	42.790 ± 3.920	5.363	.016*
	Maximum	61.730 ± 16.327	50.549 ± 11.971	49.036 ± 3.802	8.738	.002**
	SD	4.805 ± 5.246	2.880 ± 4.184	1.285 ± 0.641	4.253	.034*
Pitch (Hz)	Mean	171.860 ± 52.988	162.040 ± 52.536	140.147 ± 51.113	28.862	<.001***
	Range	94.105 ± 136.824	40.315 ± 46.199	6.538 ± 2.669	5.689	.022*
	Minimum	150.161 ± 62.102	145.250 ± 52.226	136.935 ± 50.414	1.787	.187
	Maximum	244.267 ± 109.025	185.566 ± 62.152	143.472 ± 52.194	10.527	.003**
	SD	16.209 ± 22.201	9.047 ± 15.023	1.144 ± 0.444	4.768	.027*
Loudness (dB)	Jitter	5.169 ± 9.485	2.790 ± 4.592	0.252 ± 0.085	3.436	.065
	Mean	68.209 ± 3.509	63.923 ± 2.876	66.418 ± 4.792	6.847	.007**
	Range	5.560 ± 2.155	6.385 ± 2.430	3.220 ± 1.060	17.636	<.001***
	Minimum	65.364 ± 3.381	60.870 ± 3.166	64.861 ± 5.054	8.042	.001**
	Maximum	70.922 ± 3.847	67.257 ± 3.643	68.081 ± 4.780	4.715	.015*
	SD	1.151 ± 0.500	1.286 ± 0.497	0.709 ± 0.248	11.634	<.001***

Values are presented as M±SD. VLT_T = traditional voiced lip trill training; VLT_M = modified voiced lip trill training; CQ = closed quotient; SD = standard deviation. * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

3.2. 음도 비교

음도 관련 변수들에 대하여 사후검정을 시행한 결과(<그림 7>), 두 가지 VLT의 평균 음도(VLT_M: $p < .001$, VLT_T: $p = .001$), 음도 범위(VLT_M: $p = .025$, VLT_T: $p = .008$), 최대 음도(VLT_M: $p = .003$, VLT_T: $p < .001$) 측정치가 모음 발성에 비해 높았다. VLT_M의 음도 표준편차는 모음에 비해 컸다($p = .017$).

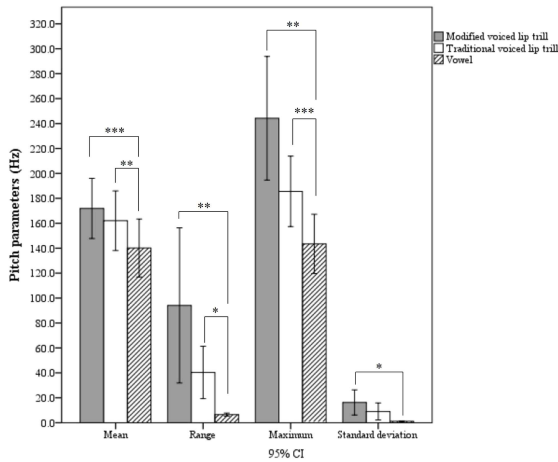


그림 7. 각 발성 방법에 따른 음도 관련 변수 사후 비교

Figure 7. Post-hoc comparison of pitch measures among phonatory methods

3.3. 음량 비교

음량 관련 변수들에 대하여 사후검정을 시행한 결과(<그림 8>), VLT_M의 평균($p = .001$) 및 최대($p = .009$) 음량이 VLT_T에 비해 높았다. 모음의 음량 범위(VLT_T: $p < .001$, VLT_M: $p < .001$)와 표준편차(VLT_T의 경우 $p < .001$, VLT_M의 경우 $p = .003$)는 두 가지 방식의 VLT에 비해 작았다. VLT_T의 최소 음량은 모음($p = .006$)과 VLT_M($p = .001$)에 비해 작았다.

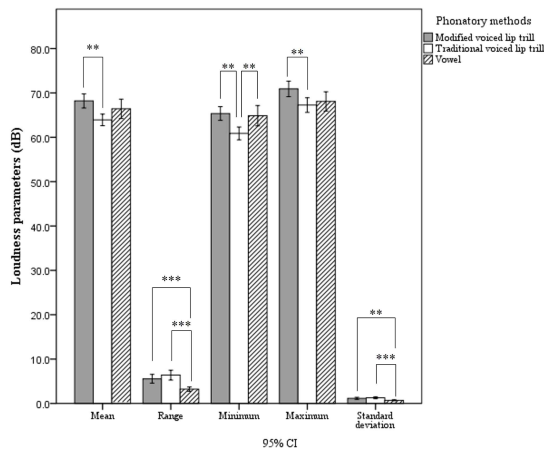


그림 8. 각 발성 방법에 따른 음량 관련 변수 사후 비교

Figure 8. Post-hoc comparison of loudness measures among phonatory methods

4. 논의 및 결론

본 연구에서는 서로 다른 방식의 VLT를 수행할 때 측정된 CQ, 음도, 그리고 음량 관련 측정치를 비교함으로써, 전문적 음성사용자를 위한 발성 훈련법으로서의 VLT_M의 효과를 검증하기 위한 토대를 마련하고자 하였다.

먼저 CQ 관련 변수들에 대하여 살펴보면, 평균 CQ는 VLT_M 모음, VLT_T의 순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 통상적인 VLT 시 CQ 감소를 보고한 선행연구와 일맥상통하며(Amarante Andrade *et al.*, 2016; Gaskill & Erickson, 2008), 아울러 전통적인 VLT에 비해 VLT_M을 이용한 발성 훈련을 수행할 때 성대 접촉을 증진시킬 수 있다는 본 연구의 가설을 지지한다. 더불어, VLT_M의 CQ 범위, 최대값, 표준편차가 모음 발성에 비해 컸는데, 이 또한 선행연구와 일치하는 결과이다(Amarante Andrade *et al.*, 2016). 이는 단순히 음량을 크게 한 것이 아니라, VLT라고 하는 SOVTE의 한 방식을 유지함으로써 성대의 무리한 접촉을 배제하고, 성대근이 이완된 상태에서 불필요한 성문의 틈(glottal gap)이 생기는 것을 방지할 수 있다는 것을 나타낸다고 볼 수 있다(Titze, 1993). 종합적으로 이러한 결과들을 고려해 본다면, 본 연구에서 중점적으로 살펴본 VLT_M이 전문적인 가창 훈련에 활용될 수 있는 가능성을 시사한다고 본다.

다음으로 음도 관련 변수들에 대하여 살펴보면, 두 가지 VLT의 평균 음도, 음도 범위 및 최대 음도 측정치가 모음 발성에 비해 높았다. 이러한 결과는 VLT 자체의 특성에 기인한 것으로 보인다(Dargin *et al.*, 2016). 즉, 두 개의 진동체를 이용한 발성이므로, 구강내압의 진동으로 인해 발성의 변이성이 커져 음도 자체의 범위가 커진 것이라고 볼 수 있다(Amarante Andrade *et al.*, 2016). 다만, 표준편차의 경우 모음과 차이가 없었는데, VLT_T에서 이러한 차이가 관찰되지 않은 점은, 성대근 및 발성 관련 근육들의 이완된 상태를 지향하는 VLT_T와는 달리(Maxfield *et al.*, 2015) 복압을 상승시켜 음량의 상승을 피하는 VLT_M에서 음도의 변화 폭이 더욱 커진 데 기인한 것으로 해석할 수도 있다.

마지막으로 음량 관련 변수들에 대하여 살펴보면, VLT_M의 평균, 최대 및 최소 음량이 VLT_T에 비해 높았는데, 이는 이완된 발성을 지향하는 VLT_T보다 큰 음량으로 발성하도록 한 VLT_M의 발성 방법이 정확하게 적용된 결과라고 볼 수 있다. 또한, 모음의 음량 범위와 표준편차는 두 가지 방식의 VLT에 비해 작았다. 이 또한 음도 관련 변수들에서와 마찬가지로 SOVTE의 특성이 반영된 결과로 보인다(Amarante Andrade *et al.*, 2016; Dargin *et al.*, 2016). 즉, 단순히 모음 발성을 할 때 좀더 음량이 일정하고 변이성이 적은 음량을 산출하게 되는 것이다.

이러한 결과를 토대로 볼 때, VLT_M은 추후 일반 음성 사용자의 과기능적 음성장애에 대한 적용 가능성 또한 연구 가치가 있으리라고 본다. VLT는 음성장애 환자의 음성 치료 기법의 하나로 이용되어 왔는데(Cordeiro *et al.*, 2012; Gaskill & Erickson, 2008; Guzman *et al.*, 2013a), VLT_T의 경우 성대의 과한 접촉을 막을 수 있는 장점은 있으나, 다양한 음도 및 크기 변화를 수반하는 정상 시의 자연스러운 발성과는 차이가 크므로 일반화에 다

소 어려움이 있을 수 있다. 이에, 본 연구에서 제안된 VLT_M을 그 중간 단계의 훈련 방식을 활용함으로써, 일반화를 촉진할 수 있는 가능성을 탐구해 봄 직하다.

종합적으로 본 연구에서 살펴본 바로는 VLT_M을 통하여 통상적인 VLT_T에 비해 더욱 큰 음량을 산출하면서도, 모음 산출 시와 유사한 정도로 증가된 CQ를 나타낼 수 있고, 동시에 SOVTE의 특성 또한 반영된 발성을 함으로써 효과적인 발성 훈련 방법의 하나로 활용될 수 있는 가능성을 확인하였다고 할 수 있다. 다만, 본 연구의 한계로는 성별 차가 고려되지 못했다는 점, 이러한 발성 훈련 방법이 제한된 음도 범위에서만 이루어진 점, 또 훈련법을 적용한 후 장기적인 추적검사가 이루어지지 않는 점, 그리고 전기성문파형검사보다는 더욱 직접적인 검사라고 할 수 있는 영상 검사들(Guzman *et al.*, 2013b)을 통해 뒷받침되지 않는 점이다. 또한, 걱정 표본수를 미리 산정하고자 하였으나, 편의 수집에 근거하였으므로 가창 훈련을 수행하는 전문적 음성사용인에 대한 충분한 대표성을 지닌 표본이라고 보기에는 어렵다는 한계가 있다. 아울러 많은 대상자가 다양한 SOVTE로 유의한 효과를 얻을 수 있으나, 모든 대상자에게 이러한 발성법이 긍정적인 효과를 보이지 않을 가능성이 크므로, 여타 SOVTE와의 비교 연구 또한 필요할 것이다(Amarante Andrade *et al.*, 2016; Dargin *et al.*, 2016). 따라서, 이와 같은 한계점을 고려한 후속연구를 통하여 전문적 음성사용자의 가창 훈련 방법으로서의 VLT_M의 효용성이 검증될 수 있으리라고 본다.

참고문헌

- Amarante Andrade, P., Wistbacka, G., Larsson, H., Södersten, M., Hammarberg, B., Simberg, S., Švec, J., & Granqvist, S. (2016). The Flow and Pressure Relationships in Different Tubes Commonly Used for Semi-occluded Vocal Tract Exercises. *Journal of Voice*, 30(1), 36-41.
- Cordeiro, G., Montagnoli, A., Nemr, N., Menezes, M., & Tsuji, D. (2012). Comparative analysis of the closed quotient for lip and tongue trills in relation to the sustained vowel /ε/. *Journal of Voice*, 26(1), e17-e22.
- Dargin, T., DeLaunay, A., & Searl, J. (2016). Semioccluded Vocal Tract Exercises: Changes in Laryngeal and Pharyngeal Activity During Stroboscopy. *Journal of Voice*, 30(3), 377.e1-377.e9.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.
- Gaskill, C., & Erickson, M. (2008). The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *Journal of Voice*, 22(6), 634-643.
- Gaskill, C., & Erickson, M. (2010). The effect of an artificially lengthened vocal tract on estimated glottal contact quotient in untrained male voices. *Journal of Voice*, 24(1), 57-71.
- Guzmán, M., Castro, C., Madrid, S., Olavarria, C., Leiva, M., Muñoz, D., Jaramillo, E., & Laukkanen, A. (2016). Air Pressure and Contact Quotient Measures During Different Semioccluded Postures in Subjects With Different Voice Conditions. *Journal of Voice*, 30(6), 759.e1-759.e10.
- Guzman, M., Castro, C., Testart, A., Muñoz, D., & Gerhard, J. (2013a). Laryngeal and pharyngeal activity during semioccluded vocal tract postures in subjects diagnosed with hyperfunctional dysphonia. *Journal of Voice*, 27(6), 709-716.
- Guzman, M., Laukkanen, A., Krupa, P., Horáček, J., Švec, J., & Geneid, A. (2013b). Vocal tract and glottal function during and after vocal exercising with resonance tube and straw. *Journal of Voice*, 27(4), 523.e19-523.e34.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Wien, New York: Springer-Verlag.
- Lee, K. (2017). *A study on effective vocal training method by phonetic clinical trials: The comparison of closed-quotient ratio and diaphragm position in the modified lip-trill technique*. M.A. Thesis, Dongguk University. (이광용 (2017). 음성학적 임상실험을 통한 효율적 발성훈련 방법연구: 전통 램-트릴 테크닉과 응용 램-트릴 테크닉의 성대접촉률과 횡격막 위치 비교를 중심으로 동국대학교 석사학위논문.)
- Maxfield, L., Titze, I., Hunter, E., & Kapsner-Smith, M. (2015). Intraoral pressures produced by thirteen semi-occluded vocal tract gestures. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 40(2), 86-92.
- Menezes, M., Ubrig-Zancanella, M., Cunha, M., Cordeiro, G., Nemr, K., & Tsuji, D. (2010). The relationship between tongue trill performance duration and vocal changes in dysphonic women. *Journal of Voice*, 27(4), e167-e175.
- Nam, D., & Choi, H.-S. (2007). *Respiration and Vocalization*. Seoul: Koonja Press. (남도현·최홍식 (2007). 호흡과 발성. 서울: 군자출판사.)
- Paes, S., Zambon, F., Yamasaki, R., Simberg, S., & Behlau, M. (2013). Immediate effects of the Finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *Journal of Voice*, 27(6), 717-722.
- Robieux, C., Galant, C., Lagier, A., Legou, T., & Giovanni, A. (2015). Direct measurement of pressures involved in vocal exercises using semi-occluded vocal tracts. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 40(3), 106-112.
- Story, B., Laukkanen, A., & Titze, I. (2000). Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *Journal of Voice*, 14(4), 455-469.
- Titze, I. (1993). Raised versus lowered larynx singing. *National Association of Teachers of Singing Journal*, 50, 37.
- Titze, I. (1996). Lip and tongue trills—what do they do for us? *Journal of Singing*, 52, 51-52.
- Titze, I. (2006). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 448-459.

• 이승진 (Lee, Seung Jin)

강남세브란스병원 이비인후과 후두음성언어의학연구소
서울시 강남구 언주로 211
Tel: 02-2019-2589
Email: slplee80@gmail.com
관심분야: 음성장애, 음성언어의학, 신경말언어장애

• 이광용 (Lee, Kwang Yong)

동국대학교 예술대학 연극학부
Tel: 02-2260-8753
Email: ainos79@naver.com
관심분야: 성악, 뮤지컬, 실용음악

• 임재열 (Lim, Jae-Yol)

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 및
후두음성언어의학연구소
서울시 강남구 언주로 211
Tel: 02-2019-3468
Email: jyylimmd@yuhs.ac
관심분야: 음성장애, 두경부의학, 음성의학

• 최홍식 (Choi, Hong-Shik) 교신저자

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 및
후두음성언어의학연구소
서울시 강남구 언주로 211
Tel: 02-2019-3461 Fax: 02-3463-4750
Email: hschoi@yuhs.ac
관심분야: 음성장애, 두경부의학, 음성의학