



반폐쇄성도훈련의 주관적 음성평가에 대한 메타분석

Meta-Analysis of Semi-occluded Vocal Tract Exercise Studies on Subjective Voice Evaluation

김재옥^{1*}

¹ 강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공 교수

Jae Ock Kim^{1*}

¹ Division of Speech Pathology Education, Graduate School of Education, Kangnam University, Professor

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of semi-occluded vocal tract exercise (SOVTE) using tube or straw phonation on subjective voice (auditory-perceptual and patient's self) evaluation in patients with functional dysphonia, which was analyzed by Meta-analysis. We also examined if a difference in subjective voice evaluation by subtype of SOVTE according to the number of vibration source exists. **Methods:** Nine studies published between the years 2000 and 2018 that met the inclusion criteria were selected from 9 databases (RISS, Cochrane, EBSCO, EMBASE, ERIC, ProQuest, PsycINFO, PubMed, Science Direct). These nine studies were divided into 13 subjects by dysphonic type and SOVTE subtype, and their effect sizes and mean effect size were calculated using Hedges' *g*. **Results:** Based on the results of Meta-analysis, auditory-perceptual voice evaluation (G, R, and B scales) were significantly decreased with moderate effect size after SOVTE. In self voice evaluation, the total score of Voice Handicap Index was significantly decreased and voice quality was significantly improved, but the total score of Vocal Tract Discomfort Scale was unchanged. In addition, the SOVTE subtype by the number of vibration source did not impact auditory-perceptual and self voice evaluation. **Conclusions:** The study revealed that SOVTE using tube or straw phonation is effective in improving voice quality in patients with dysphonia.

목적: 본 연구는 최근 음성장애 치료에 많이 사용되고 있는 빨대 발성을 이용한 반폐쇄성도훈련 (semi-occluded vocal tract exercise, SOVTE)이 음성장애 환자의 청지각적 및 자가 음성평가의 주관적 음성평가에 미치는 효과를 종합적으로 살펴보기 위해 체계적 문헌고찰을 통한 메타분석을 실시하였다. 또한 SOVTE의 진동원 수에 따른 하위 중재 유형에 따라 청지각적 및 자가 음성평가에 미치는 효과 차이가 있는지도 살펴보았다. **방법:** 9개의 국내외 데이터베이스(RISS, Cochrane, EBSCO, EMBASE, ERIC, ProQuest, PsycINFO, PubMed, Science Direct)를 통해 2000년부터 2018년 사이에 학술지에 게재된 빨대 발성을 이용한 SOVTE의 주관적 음성평가 효과에 관한 국내외 문헌들 중에서 선정기준을 적용하여 총 9편의 연구를 선정하였고, 연구대상과 중재방법에 따라 13편으로 구분하여 Hedges' *g*를 사용한 효과크기를 산출하였다. **결과:** 메타분석 결과, SOVTE를 음성장애 환자에게 실시하였을 때 청지각적 음성평가인 G, R, B 척도 모두에서 중간 이상의 효과 크기를 나타내 SOVTE가 음질을 유의하게 향상시켰음을 알 수 있다. 또한 자가 음성평가에서는 음성장애지수(Voice Handicap Index) 점수가 유의하게 감소하였고 음질은 유의하게 향상되었으나 음성불편감척도(Vocal Tract Discomfort Scale)는 SOVTE 실시 전과 후에 차이가 없었다. SOVTE의 진동원 수에 따른 하위 중재 유형(빨대 끝을 물속에 넣거나 공기 중에 노출)에 따른 효과는 청지각적 및 자가 음성평가 모두에서 유의한 차이가 없었다. **결론:** 본 연구를 통해 빨대 발성을 이용한 SOVTE는 음성장애 환자의 음질을 향상시키는데 효과적임을 알 수 있다.

Correspondence: Jae Ock Kim, PhD

E-mail: jaeock@gmail.com

Received: February 28, 2019

Revision revised: April 10, 2019

Accepted: April 25, 2019

This research was supported by 2017 Kangnam University Research Grants.

Keywords: Meta-analysis, semi-occluded vocal tract exercise, functional dysphonia, subjective voice evaluation, auditory-perceptual voice evaluation, self-evaluation of voice quality

교신저자: 김재옥 (강남대학교)

전자메일: jaeock@gmail.com

게재신청일: 2019.2.28

수정제출일: 2019.4.10

게재확정일: 2019.4.25

본 연구는 2017학년도 강남대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

검색어: 메타분석, 반폐쇄성도훈련, 기능적 음성 장애, 주관적 음성평가, 청지각적 음성평가, 자가 음성평가

1. 서 론

많은 연구자들이 음성장애 치료방법으로 입술떨기(lip trill), 혀떨기(tongue trill), /b/ 연장발성, 허밍(humming), 손으로 입 가리기(hand-over-mouth), 빨대 발성(tube or straw phonation)과 같은 다양한 치료방법들의 효과를 소개해 왔다(Gaskill & Erickson, 2008; Laukkane et al., 2008; Lee, 2017; Ogawa et al., 2014; Titze, 2006; Vlot et al., 2017). 이러한 기법들은 성도를 부분적으로 폐쇄하고 발성하는 것으로 반폐쇄성도훈련(Semi-occluded vocal tract exercise, 이하 SOVTE)이라고 한다(Cielo et al., 2013; Dargin & Searl, 2015; Lim et al., 2016). SOVTE는 각 기법에 따라 조금씩 차이가 있지만 대부분 구강 전반부나 입술 부근에서 폐쇄가 이루어지고, 입술이나 혀 등을 이용하여 성도를 부분적으로 폐쇄한다(Guzman et al., 2013a; Paes et al., 2013). 또한 빨대나 마스크 등의 도구를 이용할 경우 성도의 길이를 증가시키기는 효과도 있다(Guzman et al., 2013a; Paes et al., 2013).

SOVTE의 음성장애 환자에게 미치는 효과는 여러 연구에 의해 입증되어 왔다. SOVTE의 시행으로 구강이 부분적으로 닫힐 때 후두의 위치는 낮추고 인두는 넓히면서 후두상부를 좁혀 성도의 압력, 즉 성문 상부(epilarynx)의 압력이 높아져 역압(Pback)이 높아짐으로써 성도의 음향학적 임피던스(impedance)가 증가하고 성대의 임피던스와 성문 기류에 영향을 미쳐 발성을 개시하고 유지하는데 필요한 발성역치압력(phonation threshold pressure)을 낮추며, 성문에서 최대유량감소율(maximum flow declination rate)을 증가시켜 음성 강도를 증가시킨다(Andrade et al., 2016; Dargin et al., 2016; Guzman et al., 2013a, 2013b, 2017a, 2017b; Paes et al., 2013; Story et al., 2000; Titze, 2002, 2007, 2018; Titze et al., 2002). 이로 인해 성대 조직 손상의 위험은 감소하며 성대는 적은 노력으로 보다 원활하게 진동할 수 있고 더 많은 음향 출력을 얻을 수 있어 음성효율성이 높아진다(Engel, 1927; as cited in Titze, 2006; Nix & Simpson, 2008). 이와 더불어 SOVTE는 호흡 조절을 향상시킬 뿐 아니라 구강이 부분적으로 닫혀서 일부 압력이 성대 쪽으로 되돌아가는 Pback으로 성대를 보다 균형 잡힌 위치로 정렬하는데 도움을 준다(Voice Science Works, 2019). 따라서 SOVTE는 과다기능성(hyperfunctional) 또는 과소기능성(hypofunctional) 음성장애 모두에게 적용할 수 있다(Guzman et al., 2013a; Sovijävi, 1989; as cited in Simberg & Laine, 2007).

여러 SOVTE 기법 중에서도 튜브나 빨대를 이용한 빨대 발성은 1960년대 Filand에 위치한 University of Helsinki의 Antti Sovijävi 교수가 음성장애 환자들을 대상으로 유리관을 물속에 넣고 발성하는 음성치료를 실시하면서부터 시작되었고(Sovijävi, 1969; as cited in Simberg & Laine, 2007), 1991년 이후 Shivo가 실리콘 튜브를 물병에 넣어 발성하는 훈련을 LaxVox라고 명명하여 사용하면서(Shivo & Denizoglu, 2013) 음성치료 관련 임상현장에서 보다 활발하게 적용되기 시작하였다.

빨대 발성은 LaxVox와 같이 튜브나 빨대 끝을 물속에 넣는 방법과 공기 중에 노출시키는 방법(Titze, 2002; Titze et al.,

2002)으로 구분할 수 있는데, 물속에 넣는 LaxVox는 성대에서 진동하는 진동원이 성대와 함께 발생 시 빨대 끝에서 진동하여 공기방울이 생기는 이중 진동원을 가지며, 공기 중에 노출하는 경우는 성대 진동으로만 이루어진 단일 진동원을 갖는다(Kim et al., 2017; Titze, 2006). 그 외에도 SOVTE 중 단일 진동원인 기법으로는 손으로 입 가리기, 허밍 등이 있고, 이중 진동원인 경우는 입술이나 혀 트릴 등이 있다. 진동원의 수가 다를 경우 성문접촉률이나 성문하압, 구강압 등의 차이가 나타날 수 있으나(Andrade et al., 2014; Guzman et al., 2016), Titze(2018)에 따르면, LaxVox와 같이 물속에 빨대를 넣고 발성할 때 발생하는 공기방울이 후두나 성대 기능에 미치는 영향에 대해서는 명확하지 않다고 하였다. 즉 이중 진동원이나 단일 진동원 간에 성대 진동의 역학에 미치는 차이나 증재 효과의 차이에 대해서는 알려진 바가 없다.

음성장애의 유형이나 증정도 그리고 음성치료에 따른 효과는 다양한 방법에 의해 측정될 수 있다. 이 중에서 복잡한 음질의 특성을 총체적으로 평가하는 평가자에 의한 청지각적 평가(auditory-perceptual voice evaluation)는 '훈련된 귀'에 의해 이루어질 경우 다른 평가방법들에 비해 음성장애의 유무 및 정도를 보다 정확하게 평가하는 정식(gold standard)이라고 할 수 있다(Kim & Choi, 2009; Kreiman et al., 1993; Ma & Yiu, 2006). 대상자가 경험하는 본인의 음성장애의 정도를 주관적으로 평가하는 자가 음성평가(self voice evaluation) 또한 대상자가 일상생활에서 음성으로 인해 초래되는 불편감 등을 평가하고 이에 근거한 적합한 증재를 제공할 수 있다(Kim & Choi, 2009). 이 두 가지 음성평가 방법은 특별한 장비 없이도 효율적으로 실시할 수 있으며, 음성평가에 있어 가장 기본이 되는 평가이다.

음성산출 향상에 다양한 효과가 있다고 알려진 SOVTE는 오랜 기간 여러 방법으로 음성장애의 증재를 위해 사용되고 있으며, 그 효과에 대한 연구들은 양적으로 증가하고 있다(Andrade et al., 2014; Costa et al., 2011; Denizoglu et al., 2018; Guzman et al., 2017a, 2017b, 2018; Kim et al., 2017; Lee et al., 2017; Lim et al., 2017; Robieux et al., 2015; Sielska-Badurek et al., 2017; Sovijävi, 1969; as cited in Simberg & Laine, 2007). 그러나 SOVTE의 효과에 대한 체계적인 분석은 아직 미흡하다. 음성치료의 효과를 보다 정확하게 파악하는 것은 임상현장에서 이들을 적용하는데 필수적이며, 이를 바탕으로 실시하는 최상의 증재가 최상의 치료 효과를 가져온다(Mendes et al., 2018). 따라서 SOVTE의 치료 효과를 보다 종합적이고 체계적으로 살펴볼 필요가 있다.

최근 전문적 음성사용자인 가수를 대상으로 실시한 SOVTE의 발성 효과에 대한 체계적인 문헌고찰(Mendes et al., 2018)로는 빨대 발성을 이용한 SOVTE의 증재효과를 종합적으로 살펴본 연구가 유일하다. 이 연구는 2012~2017년 사이에 출간된 6편의 선행연구를 분석하였으며, 총 141명의 18~72세 가수를 대상으로 유리관, 플라스틱관, LaxVox 관을 이용한 SOVTE의 증재효과를 평가하였다. 그 결과, 음질, 음향학적 특성, 성문 효율성 등이 향상된다고 보고하였다. 그러나 이 연구에서는 분석 대상에 포함된 가수들의 음성장애 유무를 구분하지 않았고, 증재효과를 평가하기 위해 사용된 측정방법들에 대한 설명이 충분하지 않으며, 빨대 끝을

물속 또는 공기에 노출시켰는지의 진동원 수에 따른 차이를 구분하지 않았다.

이에 빨대 발성을 이용한 SOVTE를 음성장애 환자들에게 적용하였을 때 음질에 기여하는 효과를 살펴보고, 진동원 수에 따른 차이가 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 특히 다차원적인 특성을 지닌 음성을 평가하는데 정석이 되는 청지각적 음성평가와 대상자의 불편감을 평가하는 자가 음성평가의 주관적 음성평가에 미치는 효과를 종합적으로 분석할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 빨대 발성을 이용한 SOVTE(이하 본 연구에서는 SOVTE라고 명칭)가 음성장애 환자의 주관적 음성평가인 청지각적 및 대상자 자가 음성평가에 미치는 효과를 종합적으로 살펴보기 위해 체계적 문헌고찰을 통한 메타분석을 실시하였다. 또한 SOVTE의 진동원 수에 따른 두 가지 하위 중재 유형(물속에 넣는 방법과 공기 중에 노출시키는 방법) 간의 청지각적 및 대상자 자가 음성평가의 차이가 있는지도 살펴보고자 하였다. 이에 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, SOVTE가 평가자에 의한 청지각적 음성평가에 미치는 효과는 어떠한가?

둘째, SOVTE가 대상자에 의한 자가 음성평가에 미치는 효과는 어떠한가?

셋째, SOVTE의 하위 중재 유형에 따라 주관적(청지각적, 자가) 음성평가에 미치는 효과가 다른가?

II. 연구 방법

1. 문헌검색

음성장애 환자들을 대상으로 실시한 빨대 발성을 이용한 SOVTE의 효과를 분석하기 위해 국내(RISS) 1개 및 국외(Cochrane, EBSCO, EMBASE, ERIC, ProQuest, PsycINFO, PubMed, Science Direct) 8개의 총 9개 데이터베이스에서 검색어(Lax Vox, Laxvox, semiocluded vocal tract, semioccluded vocal tract, water resistance, flow resistance, tube, straw) AND (voice OR phonation)을 활용하여 문헌검색을 실시하였다. 출판년도는 2018년 12월 14일자로 2000년부터 2018년 사이에 국내외 학술지에 게재된 연구로 제한하였다.

2. 문헌선정

문헌검색을 통해 RISS에서 33편, Cochrane에서 52편, EBSCO에서 162편, EMBASE에서 226편, ERIC에서 21편, ProQuest에서 196편, PsycINFO에서 60편, PubMed에서 167편, Science Direct에서 177편으로 총 1,094편의 논문이 검색되었다. 이 중 중복된 논문 964편을 제외한 후 동료 심사(peer review)에 의해 학술지에 게재된 논문으로 전문(full-text) 이용이 가능한 논문과 영어 또는 한국어로 작성된 논문 115편을 대상으로 본문을 통해 선정기준을 적용하여 총 9편의 논문을 본 연구의 분석 대상으로 선정하였다. 분석 대상의 선정 기준은 (1) 연구설계

방법이 순수실험설계인 통제집단전후비교연구(randomized controlled trial)와 단일집단전후비교연구인 경우(연구 설계에 상관없이 같은 연구에 서로 다른 연구설계를 포함하여 효과크기를 계산할 수 있다는 Borenstein 등(2009)에 따라 두 가지 다른 유형의 연구 설계 포함), 2) 연구대상이 기능적 음성장애가 있는 경우, (3) SOVTE 중재방법으로 빨대 발성을 사용한 경우(단, 빨대 발성과 원리가 유사한 마스크 발성은 포함), (4) 중재결과로 주관적 음성평가인 평가자의 청지각적 음성평가와 대상자의 자가 음성평가인 경우만을 포함하였다. 1편의 연구(Kim et al., 2017)는 연구대상이 근긴장성발성장애, 성대폴립, 성대결절의 세 가지 다른 유형의 음성장애를 대상으로 하여 이를 3편으로 구분하였고, 2편(Guzman et al., 2017a; Meerschman et al. 2018)은 SOVTE 수행 시 빨대 끝을 공기 중에 노출시키거나 물속에 넣고 발성하는 두 가지 중재 유형을 모두 실시하여 이를 각 2편씩의 연구로 구분하였다. 또한 중재 결과인 청지각적 음성평가는 GRBAS 척도(Hirano, 1981) 중 G, R, B 척도 및 음질(voice quality)을 측정 한 6편의 연구를 분석에 포함하였고, 대상자 자가 음성평가는 Voice Handicap Index(VHI: Jacobson et al., 1997), Vocal Tract Discomfort Scale(VTDS: Niebudek-Bogusz et al., 2012) 그리고 음질을 포함하는 8편의 연구를 포함하였다. 중재 결과 자료는 중재가 종료한 시점에서 측정된 결과를 사용하였고, 시간 경과에 따른 반복측정 자료는 분석에 포함하지 않았다. 이 모든 기준에 부합하지 않는 연구들은 분석 대상에서 제외하였다. 연구 선정 과정과 기준은 그림 1에 제시하였다. 최종 선정된 9편을 연구대상과 중재방법에 따라 13편으로 구분하여 분석하였으며, 이들에 대한 구체적인 정보는 부록 1과 같다.

3. 자료의 코딩

본 연구를 위해 선정한 연구들을 연구자, 출판년도, 연구대상의 유형 및 표본 수, 독립변인으로 SOVTE 중재 하위 유형(air, water)에 따라 코딩하였고, 종속변인으로 주관적 음성평가인 청지각적 음성평가(G, R, B 및 음질, 음질은 G로 변환하여 코딩), 자가 음성평가(VHI, VTDS 및 음질, VHI-10은 VHI로 코딩)는 제시된 통계값(M , SD , r 값, p 값) 등의 데이터를 입력하였다. 또한 사전-사후 비교연구에서 효과크기를 산출하기 위해서는 사전-사후 간의 상관관계 계수가 요구되는데 모든 연구에서 이 값이 제시되지 않아 보수적으로 0.5를 사용하였다(Borenstein et al., 2009).

4. 자료의 분석

1) 효과크기 산출

메타분석을 위해 CMA3(Comprehensive Meta-Analysis ver. 3) 통계프로그램을 사용하여 코딩한 데이터를 분석하였다. 음성장애 환자에게 SOVTE 중재를 실시한 전과 후 산출된 음성의 차이를 분석하기 위해 청지각적 음성평가(G, R, B)와 대상자 자가 음성평가(VHI, VTDS, 음질)에 대한 효과크기를 산출하였다. 각 종속변수에 대한 효과크기는 개별 연구에서 제시된 평균(mean, X)과 표준편차(standard deviation, S)를 사용하였고, 평균과 표준

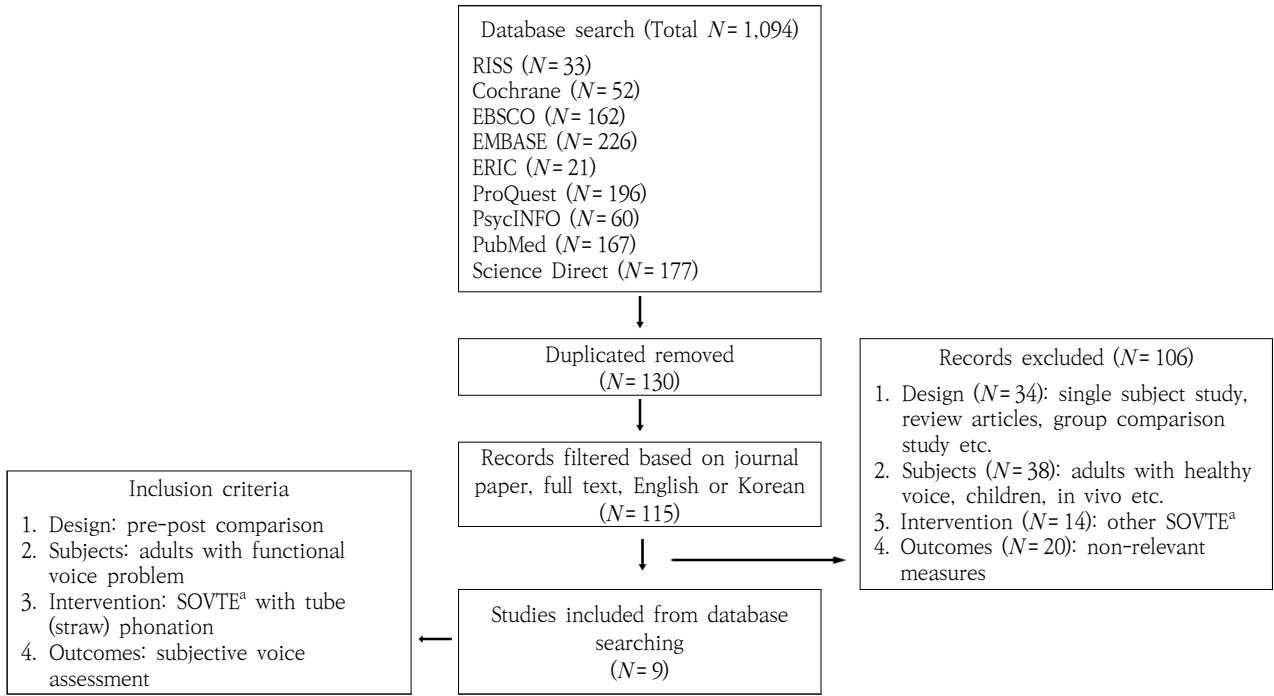


그림 1. 데이터베이스로부터 분석 논문의 선정 과정. ^aSOVTE = 반폐쇄성도훈련

Figure 1. Flowchart of studies included from database search. ^aSOVTE = semi-occluded vocal tract exercise

편차 대신 중위수(median, m)와 사분위수(interquartile, q_1 & q_3)가 제시된 경우에는 Wan 등(2014)과 Cochrane Handbook (Higgins & Green, 2008)에서 제시한 아래의 변환 공식을 이용하여 평균과 표준편차로 변환한 값으로 효과크기를 산출하였다.

$$\bar{X} \approx \frac{q_1 + m + q_3}{3}$$

$$S \approx \frac{q_3 - q_1}{1.35}$$

q_1 = the first quartile
 q_3 = the third quartile
 m = the median

음성장애 환자를 대상으로 실시한 SOVTE의 효과크기는 표준화된 평균차이(standardized mean difference)를 사용하여 분석하였고, 이를 통해 산출된 효과크기 Cohen's d 는 각 연구의 표본수의 크기가 작을 경우 효과크기가 과대 추정될 수 있어 이러한 경향을 막기 위해 교정된 효과크기인 Hedges' g 를 산출하였다 (Hedges & Olkin, 1985; as cited in Hwang, 2016). 평균효과크기는 연구 간 표본 크기의 차이를 고려하여 가중평균효과크기 (weight effect size)를 사용하였고, 95% 신뢰구간 및 유의수준 .05를 기준으로 효과크기의 유의성을 검증하였다.

개별 연구에서 도출된 효과크기의 통계적 이질성 유무를 확인하기 위해 동질성 검정을 실시한 결과, 청지각적 음성평가는 서로 동질적으로 나타나 고정효과모형(fixed-effects model)을 사용하였고($Q = 19.101, df = 18, p = .386$), 대상자 자가 음성평가에서는 서로 이질적인 것으로 나타나($Q = 137.789, p < .001$) 랜덤효과모형(random-effects model)을 이용하여 평균효과크기를 산출하였다(Borenstein et al., 2009). 또한 각 연구의 특징(SOVTE 하위 중재 유형)에 따른 각 효과크기를 분석하여 SOVTE의 효과를 살펴보았다.

2) 메타 ANOVA

본 연구에서 분석대상으로 선정된 연구들의 SOVTE 하위 중재 유형은 발대를 공기 중에 노출시키거나(이하 air) 물속에 넣고(이하 water) 중재한 두 가지로 분류하였다. SOVTE 하위 중재 유형 간의 주관적 음성평가에 대한 효과크기 차이를 비교하기 위해 메타 ANOVA로 검증하였다.

3) 출판편향 검증

본 연구에 포함된 연구들의 출판편향(publication bias)을 검증하기 위해 살펴본 funnel plot에서 시각적 좌우대칭성이 관찰되었고(그림 2), Egger의 회귀분석을 실시한 결과 회귀식 초기값(intercept = -.812)의 유의확률이 통계적으로 유의하지 않아 출판편향이 없음을 확인하였다($t = .425, p = .673$).

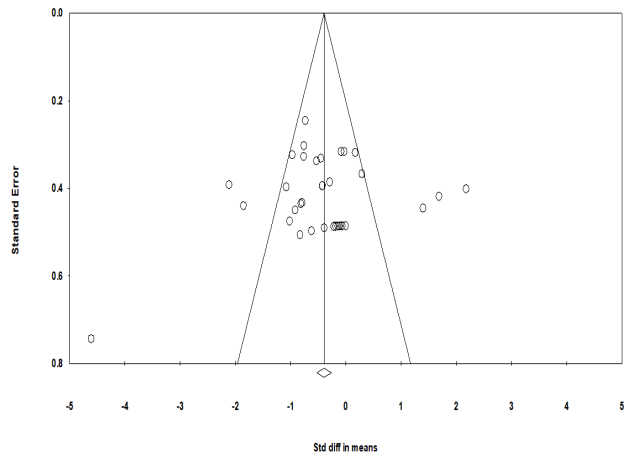


그림 2. Hedges' g (효과크기)에 따른 표준오차의 Funnel plot
 Figure 2. Funnel plot of standard error by Hedges' g

4) 대상 연구들의 질 평가

본 연구의 분석대상으로 선정된 9편의 연구들의 질적 평가를 위하여 Gersten 등(2005)의 필수 질적 지표(essential quality indicators)를 사용하여 연구대상자에 대한 정보, 연구방법과 통제 집단에 대한 정보, 측정 변인에 대한 정보, 데이터 분석에 대한 정보와 관련된 12항목에 대해 3점 척도(1점 부적절; 2점 불명확; 3점 적절)로 평가하였다. 본 연구에 포함된 10편 모두 연구대상자에 대한 정보(연령) 지표를 제외한 나머지 모든 지표들이 평균 3점이었다. 다만 4편의 연구(Guzman et al., 2018; Kapsner-Smith et al., 2015; Kim et al., 2017; Meerschman et al., 2018)는 실험집단과 통제집단의 연령이 구분되어 있지 않아 각 평균이 2.9 점이었으며, Frisncho 등(2018)은 각 집단의 평균연령 대신 전체 집단의 연령범위만 제시되어 있어 평균이 2.8점으로 평가되었다.

5) 신뢰도 평가

제 2평가자인 음성장애 관련 임상경험이 10년 이상인 언어병리학 박사 1명이 제 1평가자가 선정한 문헌들을 대상으로 본 연구에 포함하기에 적합한 문헌인지를 독립적으로 평가하였다. 그 결과, 두 연구자가 선정한 문헌들이 일치하여 평가자 간 신뢰도는 100%였다. 또한 최종적으로 메타분석을 위해 선정된 전체 문헌의 약 10%에 해당하는 문헌을 무선적으로 선정하여 데이터를 입력한 후 효과크기를 산출하여 각 항목별로 일치한 수의 비율을 측정한 결과 평가자 내 신뢰도는 100%를 보였다.

III. 연구 결과

1. 질적 분석

1) 연구대상

본 메타분석에 포함된 연구 9편을 연구방법과 증재방법에 따라 13편으로 구분하여 분석한 결과, 통제집단전후비교연구가 6편, 단

일집단전후비교연구가 7편이었다. 연구대상자는 총 245명의 음성장애 환자로 각 연구별 대상자 수의 분포는 최소 7명부터 최대 21명이었다. 통제집단전후비교연구에서 실험군은 79명(평균연령 29.88세), 대조군은 76명(평균연령 30.54세)이었고, 단일집단전후비교연구의 전체 대상자는 90명(평균연령 36.44세)이었다. 또한 대부분의 연구가 2017년과 2018년에 게재되었다.

2) 증재내용

본 메타분석에 포함된 연구들의 SOVTE의 하위 증재 유형을 분석한 결과, air는 8편, water는 5편이었다. SOVTE를 실시한 횟수는 평균 10.08회로 범위는 1~42회였고, 한 회기 당 평균 시간은 23.08분으로 범위는 5~60분이었다.

또한 SOVTE의 증재결과인 주관적 음성평가에서 청지각적 음성평가와 자가 음성평가의 하위 항목을 살펴본 결과, 대부분 1개의 연구에서 2개 이상의 하위 항목을 포함하고 있어 총 34개의 자료를 분석하였다. 청지각적 음성평가는 G 척도가 9개로 가장 많았고 B와 R 척도가 5개였으며, 자가 음성평가는 VHI가 7개, 음질이 5개, VTDS가 3개의 순이었다. SOVTE 증재내용과 관련된 세부적인 내용은 부록 1에 제시하였다.

2. 메타분석 결과

1) SOVTE가 음성장애의 청지각적 음성평가에 미치는 효과

SOVTE가 음성장애의 청지각적 음성평가에 미치는 효과를 살펴본 결과, $g = -.567(p < .001)$, 95% 신뢰구간[-.725, -.408]로 SOVTE가 평가자의 청지각적 평가에서 음성장애 환자의 음질이 유의하게 감소하는데 효과가 있다고 나타났다(그림 3).

또한 청지각적 음성평가의 각 하위 항목별 평균효과크기에 대한 분석 결과, G 척도는 $g = -.648(df = 18, p < .001)$, R 척도는 $g = -.549(p < .001)$, B 척도는 $g = -.418(p = .009)$ 로 청지각적 음성평가의 모든 하위영역에서 SOVTE가 유의한 효과가 있음을 보였으며, 이를 표 1에 제시하였다.

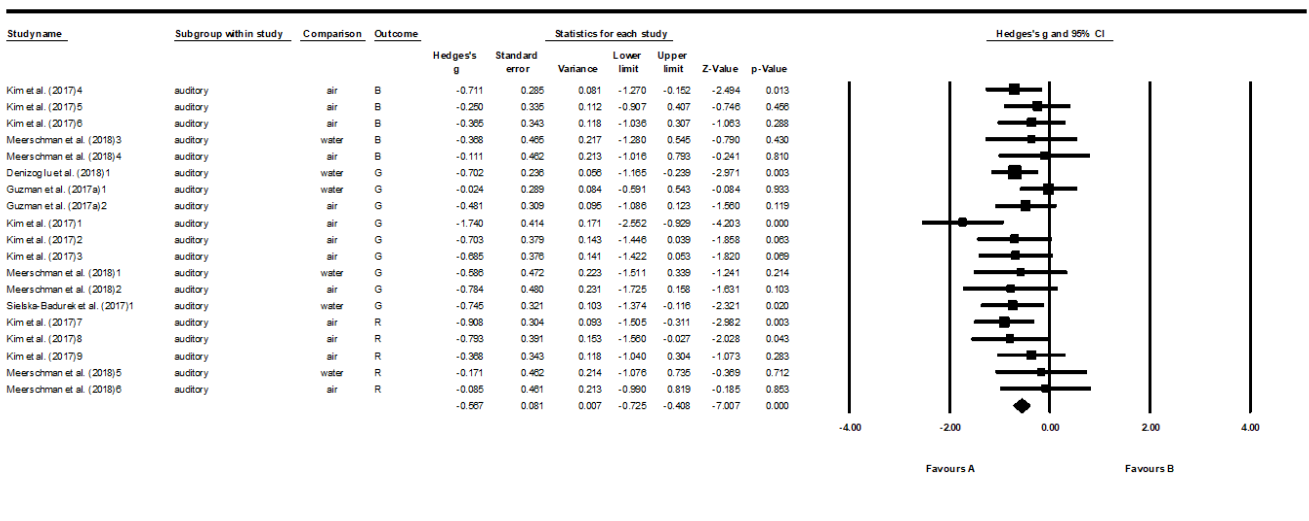


그림 3. 반폐쇄성도훈련(SOVTE)의 청지각적 음성평가에 대한 분석

Figure 3. Meta-analysis of the effectiveness of semi-occluded vocal tract exercise (SOVTE) on auditory-perceptual voice evaluation

표 1. 반폐쇄성도훈련(SOVTE)이 청지각적 음성평가에 미치는 효과

Table 1. The effectiveness of SOVTE on auditory-perceptual voice evaluation for the patients with voice disorders

Type	Effect size (g)	95% CI [LL, UL]	p
Auditory-perceptual evaluation overall	-0.567	[-.725, -.408]	<.001
G	-0.648	[-.869, -.427]	<.001
R	-0.549	[-.879, -.218]	<.001
B	-0.418	[-.731, -.104]	.009

SOVTE = semi-occluded vocal tract exercise; CI = confidence interval; LL = lower limit; UL = upper limit

2) SOVTE가 음성장애의 자가 음성평가에 미치는 효과

SOVTE가 음성장애의 자가 음성평가에 미치는 효과를 살펴본 결과, $g = -.202(df = 14, p = .527)$, 95% 신뢰구간[-.825, .422]로 SOVTE가 음성장애 환자가 자가 평가하는 음성문제에는 유의한 효과가 없다고 나타났다(그림 4).

자가 음성평가를 각 하위영역별로 분석한 효과크기 결과는 표 2에서 제시한 바와 같이 VHI는 $g = -.891(p = .018)$ 이었고, 음질은 $g = 1.701(p = .007)$ 로 SOVTE가 VHI와 음질에 유의한 효과가 있는 것으로 나타났으나 VTDS에서는 유의한 효과가 없었다.

표 2. 반폐쇄성도훈련(SOVTE)이 자가 음성평가에 미치는 효과

Table 2. The effectiveness of SOVTE on self voice evaluation for the patients with voice disorders

Type	Effect size (g)	95% CI [LL, UL]	p
Self voice evaluation overall	-0.202	[-.825, .422]	.527
VHI	-0.891	[-1.627, -.155]	.018
VTDS	-0.717	[-2.105, .670]	.311
Voice quality	1.701	[.298, 1.844]	.007

SOVTE = semi-occluded vocal tract exercise; CI = confidence interval; LL = lower limit; UL = upper limit

3) SOVTE 하위 증재 유형 간의 주관적 음성평가에 대한 효과크기 차이

SOVTE 하위 증재 유형에 따라 주관적 음성평가인 청지각적 및 자가 음성평가의 효과크기 차이를 각각 비교한 결과, 청지각적 음성평가는 air와 water 두 집단의 효과크기 g 가 각 $-.617$ 과 $-.473$ 이었고, Q 값은 $.723(df = 1, p = .395)$ 로 나타나 두 집단 간에 효과크기는 유의한 차이가 없었다.

자가 음성평가는 air와 water 두 집단의 효과크기 g 가 각 $.245$ 와 $-.599$ 이었으며, Q 값은 $1.696(df = 1, p = .193)$ 으로 두 집단 간에 효과크기의 차이가 유의하지 않았다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 빨대 발성을 이용한 반폐쇄성도훈련(이하 SOVTE)이 음성장애 환자의 음성에 대한 평가자의 청지각적 음성평가와 대상자의 자가 음성평가를 포함하는 주관적 음성평가에 유의한 효과가 있는지를 분석하고자 체계적인 문헌고찰을 통한 메타분석을 실시하였다. 동료 심사에 의해 학술지에 게재된 연구만을 중심으로 선정기준을 적용하여 선정된 9개의 연구를 연구대상과 증재방법에 따라 13편으로 나누어 분석한 결과는 다음과 같다.

청지각적 음성평가에서 음성장애 환자에게 SOVTE를 적용하기 전과 후에 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 효과크기는 $-.567$ 로 효과크기가 $.56$ 이상이면 크다고 밝힌 Lipsey와 Wilson(2001)에 근거하여 큰 정도의 효과가 있었다. 이는 다양한 음성장애 환자를 대상으로 SOVTE를 실시한 다른 연구들에서 튜브나 빨대의 길이, 직경 또는 훈련 기간 등의 차이는 있을 수 있으나 대부분 청지각적으로 대상자들의 음질이 유의하게 향상되었다는 연구 결과들을 종합하는 결과이다(Fadel et al., 2016; Fantini et al., 2017; Godoy et al., 2018; Lim et al., 2016; Manternach & Daugherty, 2019; Paes et al., 2013; Ramos & Gama, 2017; Siracusa et al., 2011).

성도는 성대의 진동에 영향을 미친다. SOVTE는 성도를 일부 폐쇄하고 연구개가 비강을 더 막도록 도와 성문상부의 압력을 증

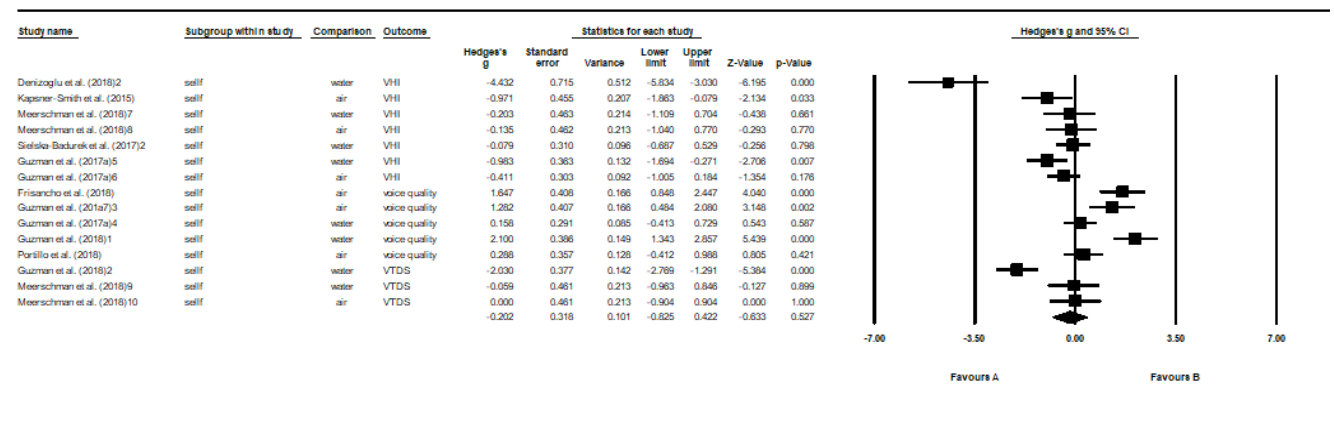


그림 4. 반폐쇄성도훈련(SOVTE)의 자가 음성평가에 대한 분석

Figure 4. Meta-analysis of the effectiveness of semi-occluded vocal tract exercise (SOVTE) on self voice evaluation

가시켜 역행성 공명 효과(retroflex resonance effect)를 초래한다. 이로 인해 성대의 진동이 원활하게 되고, 성도는 확장되며, 상승한 성도의 압력으로 인해 구강의 감각은 증대됨으로써 음성 산출의 효율성이 증가하게 된다(Costa et al., 2011; Guzman et al., 2013a, 2013b; Vampola et al., 2011). 이러한 SOVTE의 효과는 전반적인 음질의 향상에 도움을 준다. 또한 SOVTE를 실시하는 동안 후두근은 이완되고 얼굴과 구강 앞쪽에 진동감이 더 많이 지각되며 보다 공명이 잘된 음성이 산출되므로 청지각적으로 평가되는 음질이 향상되는 것이다(Guzman et al., 2017a). 다만, Costa 등(2011)의 연구에서는 성대의 양성 병변이 있는 대상자들에게 SOVTE를 실시한 후에 청지각적으로 음질의 변화가 없다고 하였고, Guzman 등(2017a)에서도 빨대 끝을 공기 중에 노출시킨 상태에서 실시한 SOVTE와는 달리 물속에 넣은 상태에서 실시한 SOVTE에서는 실시 전과 후에 청지각적으로 음질의 변화가 없다고 하였다. Costa 등(2011)은 SOVTE를 통해 청지각적으로 평가된 음질의 향상을 보인 선행연구들과 다른 결과를 보인 것은 평가자 간 일치도가 56%로 다소 낮아 발생한 결과일 것이라고 하였다. 또한, Guzman 등(2017a)은 SOVTE로 인해 실제적인 음질은 향상되었을 수 있으나 이를 실시하는 동안 발생하는 공기방울이 청지각적인 피드백을 방해할 수도 있고 이로 인해 음질의 향상을 저해했을 가능성이 있다고 밝혔다.

이와 같이 음성장애 환자에서 빨대 발성을 이용한 SOVTE를 실시할 때 청지각적 평가에 의한 음질은 크게 향상된다는 것을 본 메타분석을 통해 보다 종합적으로 결론지을 수 있다. 특히 그림 3에서 본 연구에 포함된 개별연구들을 좀 더 살펴보면, B 척도에 비해 G 척도와 R 척도가 유의하게 감소한 연구들이 많았는데, 이는 빨대 발성을 이용한 SOVTE가 성대의 접촉 양상에도 영향을 미치지만 성대를 보다 규칙적으로 진동하는데 도움을 주어 음질을 개선시키는데 영향을 준다고 볼 수 있다. SOVTE는 성문의 모양을 최적화하고, 성문상부(epilarynx)를 좁히며, 성도의 음향관성(inertance)을 증가시킬 뿐 아니라 갑상피열근-윤상갑상근 활동을 증가시켜 성대가 스스로 진동을 유지할 수 있도록 도와 성대 진동의 규칙성을 향상시키는 것이다(Laukkanen et al., 2008; Titze & Laukkanen, 2007).

음성장애 환자에서 SOVTE의 대상자에 의한 자가 음성평가 효과는 유의하지 않았다. SOVTE의 자가 음성평가에 대한 효과 유무는 본 연구에서 분석한 연구들에서도 논쟁이 되고 있다. Meerschman 등(2018)과 Sielska-Badurek 등(2017)에서는 VHI나 VTDS가 SOVTE에 의해 효과가 없다는 반면, 다른 연구에서는 유의한 효과를 보였다. 이에 본 연구의 메타분석을 통해 종합적인 분석을 실시한 결과, SOVTE가 자가 음성평가에 미치는 효과는 미미하다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 빨대를 이용한 훈련을 실시하는 동안 높은 저항감과 압력이 대상자들에게 불편감을 초래하였기 때문일 수 있다. 본 연구에서 분석한 VHI, VTDS, 음질에 대한 자가 평가는 평가하고자 하는 내용이 조금씩 차이가 있어 이를 각각 구분하여 효과크기를 산출한 결과, VHI는 유의하게 큰 효과크기를 보였고, VTDS는 유의한 차이가 없었으며, 음질은 유의하게 큰 효과크기를 보여 SOVTE를 실시한 후에 음성으로 인해 느끼는 장애정도는 현저하게 감소하고 음질은 향상되지만 음성

을 산출할 때 성도의 통증이나 불편감이 크게 개선되지 않음을 알 수 있다. 즉, SOVTE 훈련 후 대상자가 주관적으로 느끼는 음질의 정도는 일부 개선이 되지만 SOVTE 실시와 관련된 신체적 불편감에 대해서는 대상자들이 SOVTE에 대한 치료효과를 느끼지 못하게 하는 것으로 작용한다고 볼 수 있다. 다만, 이러한 결과 차이는 본 연구에서 분석한 연구대상 개수의 차이에서 기인한 것일 수도 있다. VHI는 7개에서 분석되었고, 음질은 5개, VTDS는 3개에서 분석된 결과로 추후 보다 많은 SOVTE와 자가 음성평가에 관한 연구가 진행될 경우 이를 재분석하여 종합할 필요가 있다.

본 연구에서는 빨대를 이용한 SOVTE를 진동원의 수에 따라 단일진동원(빨대 끝을 공기 중에 노출시킨 경우, air)과 이중진동원(빨대 끝을 물속에 넣은 경우, water)으로 구분하여 메타ANOVA로 비교하였다. 분석 결과, SOVTE는 진동원의 수에 따라 청지각적 음성평가와 자가 음성평가 모두 효과크기의 유의한 차이가 없었다. Andrade 등(2014)의 연구에 따르면 단일진동원은 성문폐쇄율 범위(closed quotient range, CQR)가 좁아 성대 진동의 한 주기에서 성대가 닫히고 열리는 변이가 낮을 뿐 아니라 F_1-F_0 이 낮아 성도의 유도 저항(reactance)이 높아져 보다 발성이 용이한 반면, 이중진동원은 CQR이 넓어 성대가 닫히고 열리는 변이가 높고 F_1-F_0 이 높아 성도의 유도 저항이 낮아져 구강 내 압력이 더 상승하여 발성은 좀 어려울 수 있으나 후두의 마사지 효과는 더욱 크다고 하였다. 또한 본 연구의 분석대상에 포함된 Meerschman 등(2018)의 연구에서는 입술트릴과 water인 이중진동원의 SOVTE를 실시한 전과 후에 청지각적 음성평가의 차이는 없는 반면, air인 단일진동원의 SOVTE를 실시하였을 때는 G와 R 척도가 유의하게 낮아졌고, 자가 평가인 VHI는 이와 반대의 결과를 보였다. 이와는 반대로 Guzman 등(2017)의 연구에서는 청지각적 평가에서 water SOVTE 집단보다 air SOVTE 집단에서 청지각적 평가에 의한 음질이 더 향상되었다. 그러나 음향학적 검사 또는 전기성문파형검사에서는 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다. 이렇게 개별 연구에서 진동원의 수에 따른 차이에 대해 각기 다른 결과들이 도출되었는데, 본 연구에서 이를 종합한 결과 진동원의 수에 따라 성도의 물리적 특성의 변화가 다르고 이는 청지각적 및 자가 음성평가가 영향을 받을 것이라는 가설과는 다르게 청지각적 음성평가나 자가 음성평가 모두 진동원의 수에 따른 SOVTE의 효과 차이가 나타나지 않았다. 본 연구에서는 air SOVTE 증재가 8개, water SOVTE 증재가 5개로 연구의 편수나 대상자의 수가 적었기 때문에 이러한 결과가 나타났을 수 있다. 따라서 추후에는 보다 많은 연구를 대상으로 추가적인 분석이 요구된다.

본 연구 결과와 같이 SOVTE의 진동원의 수에 따른 주관적인 음성평가의 차이는 없었다. 그러나 선행연구들에 의하면 튜브나 빨대의 길이 또는 직경에 따라 공기 흐름에 대한 저항이 달라져 음질이나 후두의 불편감에 미치는 효과가 다르다고 하였다(Guzman et al., 2013b; Titze, 2018). 튜브나 빨대의 직경이 좁고 길수록 더 큰 저항이 가해져 구강 내 압력이 상승하여 음향관성이 증가하지만 넓고 짧을수록 저항은 적어져 음향관성은 감소하는 경향이 있다(Kim et al., 2017; Titze, 2018). 이에 튜브나 빨대의 길이와 직경이 주관적 음성평가에도 영향을 미치는지 살펴보아야 할 것이다.

본 메타분석 연구를 통해 빨대를 이용한 SOVTE에 의해 음성장애 환자의 음질은 향상되지만 환자가 느끼는 성도의 불편감 정도는 크게 개선시키지 못한다는 것을 종합적으로 살펴볼 수 있었다. 본 연구는 SOVTE의 주관적 음성평가에 미치는 효과를 살펴본 것으로 추후에는 SOVTE가 음향학적 평가, 성대진동 양상 평가 등의 보다 다양한 음성평가 방법에 어떠한 영향을 미치는지도 살펴보아야 할 것이다.

참고 문헌

- Andrade, P. A., Wistbacka, G., Larsson, H., Södersten, M., Hammarberg, B., Simberg, S., ... 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. doi:10.1016/j.jvoice.2015.02.004
- Andrade, P. A., Wood, G., Ratcliffe, P., Epstein, R., Pijper, A., & Svec, J. G. (2014). Electroglottographic study of seven semi-occluded exercises: LaxVox, straw, lip-trill, tongue-trill, humming, hand-over-mouth, and tongue-trill combined with hand-over-mouth. *Journal of Voice*, 28(5), 589-595. doi:10.1016/j.jvoice.2013.11.004
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). When Does it Make Sense to Perform a Meta-Analysis?. In *Introduction to meta-analysis* (pp. 357-364). Chichester, UK: Wiley.
- Cielo, A. C., Lima, Z. P. M., Christmann, M. K., & Brum, R. (2013). Exercícios de trato vocal semiocluido: revisão de literatura [Semioccluded vocal tract exercises: Literature review]. *Rev. CEFAC*, 15(6), 1679-1689. doi:10.1590/S1516-18462013005000041
- Costa, C. B., Costa, L. H., Oliveira, G., Behlau, M. (2011). Immediate effects of the phonation into a straw exercise. *Brazil Journal of Otorhinolaryngology*, 77(4), 461-465. doi:10.1590/S1808-86942011000400009
- Dargin, T. C. & Searl, J. (2015). Semi-occluded vocal tract exercises: Aerodynamic and electroglottographic measurements in singers. *Journal of Voice*, 29(2), 155-164. doi:10.1016/j.jvoice.2014.05.009
- Dargin, T. C., DeLaunary, A., & Searl, J. (2016). Semioccluded vocal tract exercises: Changes in laryngeal and pharyngeal activity during stroboscopy. *Journal of Voice*, 30(3), 377.e1-9. doi:10.1016/j.jvoice.2015.05.006
- Denizoglu, I. I., Sahin, M., Bayrak, S., & Uygun, M. N. (2018). Efficacy of Doctorvox voice therapy technique for mutational falsetto. *Journal of Voice*, Advance online publication. doi:10.1016/j.jvoice.2018.05.012
- Engel, E. (1927). *Stimmbildungslehre* [Voice pedagogy]. Dresden, Germany: Weise.
- Fadel, C. B. X., Dassié-Leite, A. P., Santos, R. S., Santos, C. G. Jr., Dias, C. A., & Sartori, D. J. (2016). Efeitos imediatos do exercício de trato vocal semiocluido com Tubo LaxVox® em cantores [Immediate effects of the semi-occluded vocal tract exercise with LaxVox® tube in singers]. *CoDAS*, 28(5), 618-624. doi:10.1590/2317-1782/20162015168
- Fantini, M., Succo, G., Crosetti, E., Borragán Torre, A., Demo, R., & Fussi, F. (2017). Voice quality after a semi-occluded vocal tract exercise with a ventilation mask in contemporary commercial singers: Acoustic analysis and self-assessments. *Journal of Voice*, 31(3), 336-341. doi:10.1016/j.jvoice.2016.05.019
- Frisancho, K., Salfate, L., Lizana, K., Guzman, M., Leiva, F., & Quezada, C. (2018). Immediate effects of the semi-occluded ventilation mask on subjects diagnosed with functional dysphonia and subjects with normal voices. *Journal of Voice*, Advance online publication. doi:10.1016/j.jvoice.2018.10.004
- Gaskill, C. S., & Erickson, M. L. (2008). The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *Journal of Voice*, 22(6), 634-643. doi:10.1016/j.jvoice.2007.03.012
- Gersten, R., Fuchs, L., Coyne, M., Greenwood, C., & Innocenti, M. S. (2005). Quality indicators for group experimental and quasi-experimental research in special education. *Exceptional Children*, 71(2), 149-164. doi:10.1177/001440290507100202
- Godoy, J., Silverio, K., & Brasolotto, A. (2018). Effectiveness of vocal therapy for the elderly when applying conventional and intensive approaches: A randomized clinical trial. *Journal of Voice*, Advance online publication. doi:10.1016/j.jvoice.2018.03.017
- Guzman, M., Acuña, G., Pacheco, F., Peralta, F., Romero, C., Vergara, C., & Quezada, C. (2018). The impact of double source of vibration semioccluded voice exercises on objective and subjective outcomes in subjects with voice complaints. *Journal of Voice*, 32(6), 770.e1-770.e9. doi:10.1016/j.jvoice.2017.08.021
- Guzman, M., Castro, C., Madrid, S., Olavarria, C., Leiva, M., Muñoz, D., Jaramillo, E., & Laukkanen, A-M. (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. doi:10.1016/j.jvoice.2015.09.010
- Guzman, M., Castro, C., Testart, A., Munoz, 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. doi:10.1016/j.jvoice.2013.05.007
- Guzman, M., Laukkanen, A-M., Krupa, P., Horáček, J., Švec, J. G., & 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. doi:10.1016/j.jvoice.2013.02.007
- Guzman, M., Jara, R., Olavarria, C., Caceres, P., Escuti, G., Medina, F., Medina, L., Madrid, S., Muñoz, D., & Laukkanen, A-M. (2017a). Efficacy of water resistance

- therapy in subjects diagnosed with behavioral dysphonia: A randomized controlled trial. *Journal of Voice*, 31(3), 385.e1-385.e10. doi:10.1016/j.jvoice.2016.09.005
- Guzman, M., Miranda, G., Olavarria, C., Madrid, S., Muñoz, D., Leiva, M., Lopez, L., & Bortnem, C. (2017b). Computerized tomography measures during and after artificial lengthening of the vocal tract in subjects with voice disorders. *Journal of Voice*, 31(1), 124.e1-124.e10. doi:10.1016/j.jvoice.2016.01.003
- Hedges, L., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for Meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Hoboken, NJ: Wiley Online Library.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York: Springer-Verlag.
- Hwang, S. D. (2016). *Easy to understand meta-analysis*. Seoul: Hakjisa.
[황성동 (2016). 알기 쉬운 메타분석의 이해. 서울: 학지사.]
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The voice handicap index (VHI): Development and validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66-70. doi:10.1044/1058-0360.0603.66
- Kapsner-Smith, M. R., Hunter, E. J., Kirkham, K., Cox, K., & Titze, I. R. (2015). A randomized controlled trial of two semi-occluded vocal tract voice therapy protocols. *Journal of Speech-Language Hearing Research*, 58(3), 535-549. doi:10.1044/2015_JSLHR-S-13-0231
- Kim, J. O., & Choi, H. S. (2009). Comparison of clinicians' perceptual evaluations and patients' subjective evaluations of voice disorders. *Communication Sciences & Disorders*, 14(2), 223-235.
[김재욱, 최홍식 (2009). 평가자의 청지각적 음성평가와 대상자의 주관적 음성평가 비교. *Communication Sciences & Disorders*, 14(2), 223-235.]
- Kim, J. S., Lee, D. W., Choi, C. H., & Choi, S. H. (2017). Effects of laryngeal massage and semi-occluded vocal tract exercises for patients with hyperfunctional dysphonia. *Communication Sciences & Disorders*, 22(4), 806-817. doi:10.12963/csd.17434
[김지성, 이동욱, 최철희, 최성희 (2017). 후두마사지와 반폐쇄성도훈련이 과기능적 음성장애 환자의 음성개선에 미치는 효과. *Communication Sciences & Disorders*, 22(4), 806-817.]
- Kreiman, J., Gerratt, B. R., Kempster, G. B., Erman, A., & Berke, G. S. (1993). Perceptual evaluation of voice quality: Review, tutorial, and a framework for future research. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36(1), 21-40. doi:10.1044/jshr.3601.21
- Laukkanen, A. M., Titze, I. R., Hoffman, H. H., & Finnegan, E. (2008). Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 60(6), 298-311. doi:10.1159/000170080
- Lee, S. J., Choi, H. S., Lim, J. Y., & Lee, K. Y. (2017). A comparison of acoustic & electroglottographic measures according to voiced lip trill methods. *Phonetics and Speech Sciences*, 9(4), 107-114. doi:10.13064/KSSS.2018.10.4.135
[이승진, 최홍식, 임재열, 이광용 (2017). 입술 트릴의 방법에 따른 음향학적 및 전기성문파형검사 측정치 비교. *말소리와 음성과학*, 9(4), 107-114.]
- Lim, H. J., Choi, S. H., Kim, J. K., & Choi, C.-H. (2016). Effects of LaxVox voice therapy in a patient with spasmodic dysphonia: A case report. *Phonetics and Speech Sciences*, 8(2), 57-63. doi:10.13064/KSSS.2016.8.2.057
[임혜진, 최성희, 김정규, 최철희 (2016). 연축성 발성장애 환자의 LaxVox 음성치료 효과. *말소리와 음성과학*, 8(2), 57-63.]
- Lipsey, M., & Wilson, D. (2001). *Practical meta-analysis*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Ma, E. P.-M., & Yiu, E. (2006). Multiparametric evaluation of dysphonic severity. *Journal of Voice*, 20(3), 380-390. doi:10.1016/j.jvoice.2005.04.007
- Manternach, J. N. & Daugherty, J. F. (2019). Effects of a straw phonation protocol on acoustic and perceptual measures of an SATB chorus. *Journal of Voice*, 33(1), 80-86. doi:10.1016/j.jvoice.2017.09.017
- Meerschman, I., Van Lierde, K., Ketels, J., Coppieters, C., Claeys, S., & D'haeseleer, E. (2018). Effect of three semi-occluded vocal tract therapy programmes on the phonation of patients with dysphonia: Lip trill, water-resistance therapy and straw phonation. *Internal Journal of Language & Communication Disorders*, 54(1), 50-61. doi:10.1111/1460-6984.12431
- Mendes, A. L. F., Dornelas do Carmo, R., Dias de Araújo, A. M. G., Paranhos, L. R., da Mota, C. S. O., Schneiberg, S., ... Aragão, J. A. (2018). The effects of phonation into glass, plastic, and LaxVox tubes in singers: A systematic review. *Journal of Voice*, Advanced online publication. doi:10.1016/j.jvoice.2017.12.005
- Niebudek-Bogusz, E., Woźnicka, E., Wiktorowicz, J., & Śliwińska-Kowalska, M. (2012). Applicability of the Polish Vocal Tract Discomfort (VTD) scale in the diagnostics of occupational dysphonia. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 37(4), 151-157. doi:10.3109/14015439.2012.671358
- Nix, J. & Simpson, C. B. (2008). Semi-occluded vocal tract postures and their application in the singing voice studio. *Journal of Singing*, 64(3), 339-342. doi:10.1121/1.4781947
- Ogawa, M., Hosokawa, K., Yoshida, M., Iwahashi, T., Hashimoto, M., & Inohara, H. (2014). Immediate effects of humming on computed electroglottographic parameters in patients with muscle tension dysphonia. *Journal of Voice*, 28(6), 733-741. doi:10.1016/j.jvoice.2014.02.004
- Paes, S. M., Zambon, F., Yamasaki, R., Simberg, S., & Behalus, M. (2013). Immediate effects of the Finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *Journal of Voice*, 27(6), 717-722. doi:10.1016/j.jvoice.2013.04.007
- Portillo, M. P., Rojas, S., Guzman, M., & Quezada, C. (2018). Comparison of effects produced by physiological versus traditional vocal warm-up in contemporary commercial

- music singers. *Journal of Voice*, 32(2), 200-208. doi:10.1016/j.jvoice.2017.03.022
- Ramos, L. A., & Gama, A. C. C. (2017). Effect of performance time of the semi-occluded vocal tract exercises in dysphonic children. *Journal of Voice*, 31(3), 329-335. doi:10.1016/j.jvoice.2016.05.011
- 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. doi:10.3109/14015439.2014.902496
- Shivo, M. & Denizoglu, I. (2013). *LaxVox voice therapy technique*. Retrieved February 5, 2019, from <http://www.laxvox.com/eng/index.htm>
- Sielska-Badurek, E., Osuch-Wójcikiewicz, E., Sobol, M., Kazanecka, E., Rzepakowska, A., & Niemczyk, K. (2017). Combined functional voice therapy in singers with muscle tension dysphonia in singing. *Journal of Voice*, 31(4), 509.e23-509.e31. doi:10.1016/j.jvoice.2016.10.026
- Simberg, S., & Laine, A. (2007). The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32(4), 165-170. doi:10.1080/14015430701207790
- Siracusa, M., Oliveira, G., Madazio, G., & Behlau, M. (2011). Immediate effect of sounded blowing exercise in the elderly voice. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 23(1), 27-31. doi:10.1590/S2179-64912011000100008
- Sovijävi, A. (1969). Nya metoder vid behandlingen av röstrubbningar. *Nordisk Tidskrift for Tale og Stemme*, 3, 121-131.
- Sovijävi, A., Häyrinen, R., Orden-Pannila, M., & Syvänen, M. (1989). *Instructions for voice exercises*. Helsinki: Publications of Suomen Puheopisto.
- Story, B. H., Laukkanen, A-M., & Titze, I. R. (2000). Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *Journal of Voice*, 14(4), 455-469. doi:10.1016/S0892-1997(00)80003-X
- Titze, I. (2018). Major benefits of semi-occluded vocal tract exercises. *Voice Research and Technology*, 74(3), 311-312.
- Titze, I. R. & Laukkanen, A. M. (2007). Can vocal economy in phonation be increased with an artificially lengthened vocal tract? A computer modeling study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32(4), 147-156. doi:10.1080/14015430701439765
- Titze, I. R. (2002). How to use the flow resistant straws. *Journal of Singing*, 58(5), 429-430.
- Titze, I. R. (2006). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: Rationale and scientific underpinnings. *Journal of Speech Language Hearing Research*, 49(2), 448-459. doi: 10.1044/1092-4388(2006/035)
- Titze, I. R., Finnegan, E., Laukkanen, A-M., & Jaiswal, S. (2002). Raising lung pressure and pitch in vocal warm ups: The use of flow-resistant straws. *Journal of Singing*, 58, 329-338.
- Vampola, T., Laukkanen, A-M., Horáček, J., & Švec, J. G. (2011). Vocal tract changes caused by phonation into a tube: A case study using computer tomography and finite-element modeling. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(1), 310-315. doi:10.1121/1.3506347
- Vlot, C., Ogawa, M., Hosokawa, K., Iwahashi, T., Kato, C., & Inohara, H. (2017). Investigation of the immediate effects of humming on vocal fold vibration irregularity using electroglottography and high-speed laryngoscopy in patients with organic voice disorders. *Journal of Voice*, 31(1), 48-56. doi:10.1016/j.jvoice.2016.03.010
- Voice Science Works (2019). *Straw phonation*. Retrieved February 15, 2019, from <https://www.voicescienceworks.org/straw-phonation.html>
- Wan, X, Wang, W, Liu, J, & Tong, T. (2014). Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Medical Research Methodology*, 14, 135-148. doi:10.1186/1471-2288-14-135

부록 1. 데이터베이스로부터 분석 논문의 선정 과정: 반폐쇄성도훈련

Appendix 1. Characteristics of articles included in the study: semi-occluded vocal tract exercise

Author, year	Diagnosis of participants	Experimental group		Control group		Type of SOVTE ^a	Duration of therapy in one session (min)	Frequency of therapy sessions	Outcome (Subjective assessment)		Study design
		n	Age (yr)	n	Age (yr)				Auditory-perceptual assessment	Self-assessment	
Denizoglu et al. (2018)	Mutational falsetto	21	22.4	-	-	Water ^b	25	10	G ^d (R ^e B ^f)	VHI ^g -10	within subject
Frisancho et al. (2018)	Functional dysphonia	16	18~45	15	18~45	Air ^c	5	1	-	Voice quality	RCT ⁱ
Guzman et al. (2017a)	Hyperfunctional dysphonia	10	28.0	-	-	Water	30	8	Voice quality (G)	VHI, voice quality	within subject
		10	27.0	-	-	Air	30	8	Voice quality (G)	VHI, voice quality	within subject
Guzman et al. (2018)	Functional dysphonia	21	34.0	-	-	Water	30	1	-	Voice quality, VTDS ^h	within subject
Kapsner-Smith et al. (2015)	Functional dysphonia	10	51.5	10	51.5	Air	60	42	-	VHI	RCT
Kim et al. (2017)	Muscle tension dysphonia	14	47.9	-	-	Air	5	1	G, R, B	-	within subject
	Nodule	7	47.9	-	-	Air	5	1	G, R, B	-	within subject
	Polyp	7	47.9	-	-	Air	5	1	G, R, B	-	within subject
Meerschman et al. (2018)	Functional dysphonia	9	21.0	8	21.0	Water	30	21	G, R, B	VHI, VTDS	RCT
		9	21.0	8	21.0	Air	30	21	G, R, B	VHI, VTDS	RCT
Portillo et al. (2018)	Functional dysphonia	15	32.0	15	34.0	Air	15	1	-	Voice quality	RCT
Sielska-Badurek et al. (2017)	Muscle tension dysphonia	20	23.9	20	25.2	Water	30	15	Voice quality (G)	VHI	RCT

^a SOVTE = semi-occluded vocal tract exercise; ^b Water = tube end in water; ^c air = tube end in the air; ^d G = overall grade; ^e R = roughness; ^f B = breathiness; ^g VHI = Voice Handicap Index; ^h VTDS = Vocal Tract Discomfort Scale; ⁱ RCT = randomized controlled trial