



Comparison of mean airflow rate before and after treatment in patients with sulcus vocalis according to aerodynamic analysis methods*

Seung Yeon Lee¹ · Hong-Shik Choi² · Jaeock Kim^{3,**}

¹Department of Otorhinolaryngology, Yongin Severance Hospital, Yonsei University, Yongin, Korea

²Jeil ENT, Seoul, Korea

³Major in Speech Pathology Education, Graduate School of Education, Kangnam University, Yongin, Korea

Abstract

Sulcus vocalis is characterized by incomplete closure of the vocal folds, with a high mean airflow rate (MFR) as a distinctive feature. The MFR is measured using two aerodynamic analysis methods [the maximum sustained phonation protocol (MXPH) and voicing efficiency protocol (VOEF)] of the phonatory aerodynamic system (PAS), and the results may vary depending on the method. This study compared the differences in MFR before and after treatment (microsurgery and voice therapy) according to the MXPH and VOEF of the PAS in 30 patients with sulcus vocalis. Additionally, we examined whether there were differences in the subjective voice evaluation (voice handicap index, VHI), perceptual voice evaluation (GRBS), and fundamental frequency (F0) before and after treatment. The results showed significant differences between the two methods, both before and after treatment, in patients with sulcus vocalis. However, there were no significant differences by methods in the changes before and after treatment. The VHI and GRBS scores significantly decreased after treatment; however, F0 showed no significant differences before and after treatment. This study indicates that when evaluating MFR changes in patients with sulcus vocalis, it is acceptable to use either aerodynamic analysis (MXPH or VOEF).

Keywords: sulcus vocalis, aerodynamic analysis, mean airflow rate, treatment

1. 서론

성대구증(sulcus vocalis)은 성대의 유리연(free edge of the

vocal cords)과 나란하게 있는 홈 또는 구(sulcus)로 인해 발생 시 점막 파동의 방해 및 궁형 성대의 변형으로 성대 접촉면의 폐쇄 부진이 나타나는 음성질환을 말한다(Yang et al., 2012). 성대의

* This work is part of the 1st author's master thesis and was partly presented at the 8th joint conference on the Korean Academy of Speech-Language Pathology and Audiology and Korean Speech-Language & Hearing Association 2023.

** jaeock@gmail.com, Corresponding author

Received 17 November 2023; Revised 11 December 2023; Accepted 11 December 2023

© Copyright 2023 Korean Society of Speech Sciences. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

흡은 한쪽 또는 양쪽으로 발생하며, 흡의 범위는 얇은 경우 성대의 뒷개층까지 형성되고, 깊은 경우는 성대의 인대까지 다양하게 형성된다. 그중에서도 유난히 깊게 형성되면 성대 주름을 반으로 나누는 것처럼 보이는 경우도 있다(Hsiung et al., 2004).

성대구증은 일반적으로 Type I, Type II, Type III의 세 유형으로 분류한다(Ford et al., 1996). Type I physiologic sulcus는 정상적인 성대의 점막 고유층(lamina propria)을 가지고 있으나 노화로 인한 성대 위축과 같은 생리적인 변화가 나타난 경우를 말한다. Type II sulcus vergeture 및 Type III sulcus vocalis는 병리적 구(pathologic sulcus)로 분류되며, 병리적 구는 성대의 고유층 기능이 손상되어 성대의 점막 파동이 감소하면서 심각한 음성장애를 보이는 특징이 있다. 반면 음성장애 유무와 상관없이 성대 표면에 구 또는 흡이 있으면 성대구(sulcus)라고 하며, 이러한 성대구로 인해 음성장애가 동반되는 경우를 성대구증(sulcus vocalis)이라고 하기도 한다(Hirano et al., 1990).

성대구증은 성대 진동 시 비대칭적인 성대 움직임, 양쪽 성대 접촉면의 감소로 인한 불완전한 성대폐쇄부전, 성대 점막 파동 감소 등의 특징을 보인다(Dailey & Ford, 2006; Hammarberg et al., 1980; Neuenschwander et al., 2001; Rosen, 2000; Zhang et al., 2010). 불완전한 성대폐쇄부전은 발성 시 성문 틈 사이로 빠져나온 기류와 불규칙한 기류 움직임으로 음성 산출에 어려움을 유발하여 기식성 음성(breathiness), 노력성 쉼 목소리, 고음에서의 잡음이 주로 나타난다. 이러한 음성 문제는 이차적으로 과도한 후두근육의 긴장을 야기하여 후두 위치를 상승시켜 고음과 쥐어짜는 목소리가 산출되고, 음성 피로감과 통증을 유발한다. 또한, 호흡과 발성 간의 협응이 잘 이루어지지 못해 음성 산출 시 목에 과도한 긴장을 주게 되고, 숨이 차며, 음성 강도가 감소하며 보상기전으로 가상대 발성을 유발하기도 한다(Hammarberg et al., 1980; Hapner & Klein, 2009; Neuenschwander et al., 2001; Rosen, 2000).

성대구증은 흔히 난치성 음성장애라고 불리지만, 수술적 치료와 음성치료를 통해 형태학적 이상 및 부적절한 보상기전을 교정할 수 있다(Han & Nam, 2000). 성대구증을 치료하는 수술적 치료로는 성대 내에 지방이나 실리콘 등을 주입하는 방법, 성대내전술인 갑상성형술 I형, 성대 점막을 직접 복원하는 성대구 절제술 등 다양한 방법들이 있다(korean society of laryngology, phoniatrics and logopedics, 2016). 그러나 성대구증은 성대의 인대와 성대 상피층이 유착되어 성대 점막 파동이 감소하고, 수술 이후에는 성대 점막에 반흔이 형성될 수 있으므로 음성개선에 뚜렷한 효과가 없어 기존의 수술법만으로 성대구증을 치료하기에는 한계가 있다(Cho, 2021; Jung et al., 2017; Kim & Choi, 2016). 따라서 심한 성대구증의 경우에는 수술적 치료만으로 성대폐쇄부전이 개선되기 어렵기 때문에 성대폐쇄부전을 효과적으로 개선하기 위해서는 수술적 치료 후 음성치료를 함께 병행할 필요가 있다.

성대구증은 발성 시 후두스트로보스코피 상에서 성대의 불완전한 접촉으로 인한 성대의 틈이 관찰되고, 그로 인해 청지각적으로는 기식성이 주로 지각되며, 음향학적으로는 기식성과

관련된 음향학적 변수들의 수치가 영향을 받는다. 이와 더불어 공기역학적 평가에서도 발성 시 성대 사이로 기류가 많이 빠져나와 호기류율(airflow rate)이 높고 음성강도가 감소하는 특징을 보인다(Pontes & Behlau, 1993). 특히 Choi et al.의 연구(2007)에 따르면, 성대구증 환자의 평균호기류율(mean airflow rate, MFR)은 정상군이나 성대마비 환자군에 비해 유의하게 높았다. 이는 다양한 음성평가 중에서도 공기역학적 검사가 성대구증을 평가하는 데 있어 매우 중요한 역할을 담당하며, 공기역학적 평가의 변수 중에서 MFR이 성대구증의 기식성 정도를 반영하는 좋은 지표라고 볼 수 있으며, MFR은 성대구증 환자의 치료 전과 후의 성문폐쇄 정도의 변화를 살펴보기에도 유용하다(Kwon & Lim, 2008).

공기역학적 평가는 주로 전문 장비를 통해 이루어지는데, 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 장비로는 Phonatory Aerodynamic System(PAS, KayPENTAX, Montvale, NJ, USA)이 있으며, MFR을 측정하는 방법으로 최대연장발성 프로토콜(maximum sustained phonation protocol, MXPH)과 음성효율 프로토콜(voicing efficiency protocol, VOEF)이 있다. MXPH 프로토콜은 대상자가 편안한 음도와 강도로 모음을 최대한 연장하여 발성할 때 최대연장발성 시간(maximum phonation time, MPT)을 측정하는 것으로 호흡과 후두의 협응 조절 능력을 평가한다. VOEF 프로토콜은 발성할 때 성문의 폐쇄 정도와 호기조절력(expiration force)을 평가한다(Choi et al., 2007). 두 프로토콜 모두 MFR 뿐 아니라 유성음의 평균 강도(mean SPL during voicing, PHODB), 평균음도(mean pitch, MEAP) 등을 공통적으로 측정한다(Kim et al., 1997; Watanabe et al., 1994). 그러나 두 프로토콜에 의해 측정된 MFR의 수치는 다르게 나타날 수 있다(Kang et al., 2016; Kim, 2013; Zraick et al., 2012). 이는 두 프로토콜에서 실시하는 검사 방법의 차이에 의한 것일 수 있다. MXPH는 모음 /a/를 연장 발성하는 동안 산출된 호기를 통해 측정하고, VOEF는 일음절 /pa/의 유성음에서 산출된 호기를 통해 측정하기 때문이다. 선행연구에 따르면 MFR은 성대의 접촉률 및 음성 효율성과도 연관성이 있기에 모음을 연장 발성하는 경우와 자발화를 산출하는 경우 모두 측정 가능하다고 하였다(Jiang et al., 2004; Kim, 2013; Murry et al., 1998). 다만, MFR은 두 검사 방법(MXPH, VOEF) 중 어떤 방법이 MFR 값을 보다 정확하게 환자의 음성 상태를 진단할 수 있는지에 대한 명확한 근거가 없기 때문에 연구들마다 각기 다른 검사 방법을 사용하여 MFR 값을 측정해 왔다(Chun et al., 2010; Jeong, 2020; Kang et al., 2017; Park et al., 2008).

앞에서 언급한 바와 같이 성대폐쇄부전은 MFR을 통해 측정할 수 있으며, 이를 통해 성대구증에서 보이는 성대의 파인 흡이나 구의 정도를 유추할 수 있다. 다만 임상에서 많이 활용되는 PAS를 통해 측정된 측정치가 검사방법에 따라 다른 수치를 나타낼 경우 어느 측정치를 사용하는 것이 적합한지에 대해 밝혀진 바는 없다. 이와 더불어 성대구증 환자의 치료 전과 후의 상태를 공기역학적 평가를 통해 비교한 연구 또한 미비하다(Han & Nam, 2000; Lim, 2006).

이에 본 연구는 성대의 불완전 접촉으로 인한 MFR의 증가가

주된 특징으로 나타나는 성대구증 환자에서 공기역학적 검사 방법에 따른 MFR 측정치의 차이를 살펴보고, 어떠한 검사 방법이 성대구증을 더욱 정확하게 평가할 수 있으며, 수술이나 음성 치료의 효과를 더 잘 반영하는지 살펴볼 필요가 있다. 이를 위해 성대구증 환자를 대상으로 PAS에서 제시하는 두 가지 검사 방법에서 측정된 MFR이 치료(수술 및 음성치료) 전과 치료 후에 각각 차이가 있는지를 살펴보고, 검사 방법에 따라 치료 후 MFR 변화량의 차이가 있는지를 비교하였다. 또한 성대구증 환자에게 실시한 치료의 효과가 다른 음성평가를 통해서도 나타나는지를 확인하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구는 2020년 6월부터 2023년 4월까지 서울시 소재 이비인후과 음성클리닉에서 두경부외과 전문의에 의해 성대구증으로 진단받았으며, KTP(potassium-titanyl-phosphate) 레이저 수술을 시행 받고 수술 후 1개월 뒤 음성위생교육(vocal hygiene)과 음성치료를 받은 환자를 대상으로 진행하였다.

본 연구에 참여한 대상자는 총 30명으로, 연령은 만 17-69(평균 47.13±13.92)세로 분포하였으며, 남성은 25명, 여성은 5명이었다. Ford et al.(1996)에 따른 성대구증의 유형은 Type I은 3명, Type II는 14명, Type III는 13명으로, 본 연구에서는 유형별 대상자의 수가 고르게 분포하지 않아 세 유형으로 분류하지 않고, 성대구로 인한 기식성을 음성장애라고 판단하여 모든 명칭을 성대구중(sulcus vocalis)으로 기술하였다.

다만 최근 2주 이내에 호흡기질환이 있는 경우, 성대 질환과 관련하여 수술을 받았던 적이 있는 경우, 음성치료를 받았던 경험이 있는 경우, 청각장애로 진단받은 경우는 연구대상에서 제외하였다.

2.2. 자료수집

2.2.1. 평균호기류율 측정

대상자는 수술 전과 치료(수술 및 음성치료)를 종료한 후 phonatory aerodynamic system(PAS) Model 6600(KayPENTAX)을 이용하여 MXPH 프로토콜과 VOEF 프로토콜을 통해 각각 MFR를 측정하였다.

MXPH 프로토콜에서는 검사자가 대상자에게 시범훈련으로 정상시에 사용하는 음도와 강도 수준으로 편안하게 모음 /a/를 최대한 길게 연장 발생하게 하였다. 그 다음으로 PAS 외장모듈에 부착된 마스크를 대상자의 얼굴에 밀착시킨 다음 시범훈련에서 실시한 대로 숨을 편안하고 깊게 들어 마신 후 모음 /a/를 편안한 음도와 강도로 최대한 길게 연장 발생하도록 하였다. 이와 동일한 방법으로 2회 측정하였으며, 측정치 중 가장 길게 산출된 MPT에서 측정된 MFR을 사용하였다.

VOEF 프로토콜에서는 검사자가 대상자에게 편안한 음도와 강도 수준으로 일음절 /pa/를 5회 반복하여 산출하는 연습을 하

게 하였다. 대상자가 충분히 훈련되었다고 판단되었을 때 대상자의 입술 사이에 구강 내 튜브(intra-oral tube)를 위치시키고 편안한 음도와 강도 수준으로 일음절 /pa/를 5회 반복하여 산출하도록 하였다. Lee et al. (2018)의 연구에서 VOEF 프로토콜은 반복측정 회차에 따른 측정치 간에 유의미한 차이가 없다고 하였으나 본 연구에서는 임상에서 일반적으로 시행되는 방식에 따라 /pa/ 음절을 연속적으로 5번 산출하고, 동일한 방법으로 이를 3회 실시하였다. 5번 산출한 /pa/ 음절 중에서 가운데 3음절에서 측정된 MFR 값의 평균을 산출하였고, 3회 측정한 측정치의 평균값을 산출하였다.

2.2.2. 주관적 음성평가, 청지각적 음성평가 및 기본주파수

성대구증 환자의 수술 및 음성치료의 효과를 평가하기 위해 주관적 음성평가, 청지각적 음성평가 및 기본주파수(fundamental frequency, F0)를 측정하였다. 주관적 음성평가는 음성장애지수(voice handicap index, VHI; Jacobson et al., 1997), 청지각적 음성평가는 GRBAS 척도(Hirano, 1981) 중 G, R, B, S를 측정하였다. 2명의 언어재활사가 각자 GRBAS를 평가한 결과가 일치하는지를 확인하였고, 두 평가자의 평가가 일치하지 않는 경우는 녹음된 음성을 함께 청취한 후 재평가하여 동의한 것을 측정치로 사용하였다. GRBAS 척도에서 A는 수술 전과 후 모든 대상자에서 0으로 측정되어 본 연구에서는 제외하였다. F0는 computerized speech lab; CSL, Kay Electronics, Model. 4500b, Lincoln Park, NJ, USA)에서 multi-dimensional voice program, MDVP)을 사용하여 편안한 음도와 강도로 5초 정도 연장발성된 모음 /a/에서 안정된 중간 1-3초 구간의 평균 F0를 측정하였다.

2.2.3. 치료

본 연구에 참여한 모든 대상자는 KTP 레이저 수술 후 1개월 뒤에 음성치료를 실시하였다. 음성치료는 대상자 모두 음성위생교육 및 후두마사지 및 총체적 음성치료 기법인 반폐쇄성도 훈련(semi-occluded vocal tract exercise, SOVTE)의 Lax-Vox 음성치료와 공명음성치료(resonant voice therapy)를 실시하여 후두 주변 근육의 긴장을 낮추고, 성대에 미치는 손상을 최소화하며 성대접촉이 증가할 수 있도록 하였다. 다만, 환자의 성대구증 중증도에 따른 성문폐쇄 정도 및 수술 후 회복 정도, 그리고 환자가 병원 내원이 가능한 정도에 따라 치료 횟수를 다르게 실시하였다. 음성치료 횟수는 최소 1회부터 최대 12회까지 실시하였고, 최빈값은 3회였다.

2.3. 자료분석

수집된 자료의 통계 분석은 SPSS statistics ver. 21.0(IBM, Armonk, NY, USA)으로 실시하였다. 성대구증 환자의 치료(수술 및 음성치료) 전과 후에 두 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF)으로 측정된 MFR 비교 및 치료 전후의 MFR 변화량 비교, 그리고 치료 전후의 VHI, G, R, B, S, F0를 비교하기 위해 대응 표본 t 검정을 각각 실시하였다. 통계 유의수준은 0.05로 하였다.

3. 연구결과

3.1. 치료 전 공기역학적 검사 방법에 따른 MFR 비교

성대구증 환자의 치료 전의 두 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF)으로 측정된 MFR 간의 차이를 비교한 결과, 검사 방법 간에 유의한 차이가 있었다($t=-5.202, p<0.001$). 성대구증 환자의 치료 전 MXPH에서 측정된 MFR은 0.26(0.11) L/sec였고, VOEF에서 측정된 MFR은 0.35(0.16) L/sec로 VOEF에서 측정된 MFR에 비해 유의하게 높았다(표 1).

표 1. 치료 전 공기역학적 검사 방법에 따른 MFR 비교

Table 1. Comparison of MRF according to aerodynamic analysis method before treatment

Analysis method	MXPH M (SD)	VOEF M (SD)	t-value	p-value
MFR (L/sec)	0.26 (0.11)	0.35 (0.16)	-5.202	<.001

MRF, mean airflow rate; MFR, mean airflow rate; MXPH, maximum sustained phonation protocol; VOEF, voicing efficiency protocol; M, mean; SD, standard deviation.

3.2. 치료 후 공기역학적 검사 방법에 따른 MFR 비교

성대구증 환자의 치료 후 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF)에 따라 MFR 간에 차이가 있는지 비교한 결과, 두 검사 방법 간에 MFR 측정치는 유의한 차이가 있었다($t=-3.658, p<0.001$). 성대구증 환자의 치료 후 MXPH의 MFR은 0.23 L/sec였고, VOEF의 MFR은 0.29 L/sec로 VOEF에서 측정된 MFR이 유의하게 높았다(표 2).

표 2. 치료 후 공기역학적 검사 방법에 따른 MFR 비교

Table 2. Comparison of MRF according to aerodynamic analysis method after treatment

Analysis method	MXPH M (SD)	VOEF M (SD)	t-value	p-value
MFR (L/sec)	0.23 (0.08)	0.29 (0.12)	-3.658	<.001

MRF, mean airflow rate; MFR, mean airflow rate; MXPH, maximum sustained phonation protocol; VOEF, voicing efficiency protocol; M, mean; SD, standard deviation.

3.3. 공기역학적 검사 방법에 따른 치료 전후의 MFR

변화량 비교

성대구증 환자의 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF)에 따른 치료 전과 후 MFR 변화량 간의 차이를 비교한 결과, 표 3과 같이 두 검사 방법 간에 치료 전후 MFR의 변화량은 유의한 차이가 없었다.

표 3. 치료 전과 후 공기역학적 검사 방법에 따른 MFR 변화량 비교

Table 3. Comparison of MRF changes before and after treatment according to aerodynamic analysis method

Analysis method	MXPH M (SD)	VOEF M (SD)	t-value	p-value
MFR (L/sec)	0.02 (0.08)	0.05 (0.12)	-1.286	.209

MRF, mean airflow rate; MFR, mean airflow rate; MXPH, maximum sustained phonation protocol; VOEF, voicing efficiency protocol; M, mean; SD, standard deviation.

3.4. 치료 전과 후의 VHI, GRBS, F0 비교

성대구증 환자의 치료 전과 후의 VHI, GRBS, F0를 비교한 결과, VHI($t=5.391, p<0.001$), G($t=8.951, p<0.001$), R($t=6.747, p<0.001$), B($t=9.355, p<0.001$), S($t=5.917, p<0.001$)로 F0($t=1.409, p=0.169$)를 제외한 모든 변수에서 치료 전과 후 간에 유의한 차이가 있었으며, VHI, G, R, B, S 모두 치료 후에 유의하게 감소하였다(표 4).

표 4. 치료 전과 후 VHI, GRBS, F0 비교

Table 4. Comparison of VHI, GRBS, F0 before and after treatment

Variable	Before M (SD)	After M (SD)	t-value	p-value
VHI	63.67 (28.00)	38.13 (25.54)	5.391	<.001
G	2.13 (0.52)	1.32 (0.40)	8.951	<.001
R	1.95 (0.62)	1.30 (0.40)	6.747	<.001
B	2.10 (0.51)	1.65 (0.66)	9.355	<.001
S	1.65 (0.66)	1.02 (0.43)	5.917	<.001
F0 (Hz)	156.17 (37.75)	148.37 (38.32)	1.409	0.169

VHI, voice handicap index; GRBS, GRBAS scale; F0, fundamental frequency.

4. 논의 및 결론

난치성 음성장애로 여겨지는 성대구증은 성대의 덮개층에서 성대인대까지 생긴 깊은 홈으로 발생 시 성대의 내전이 불완전하다. 그로 인해 성대의 틈 사이로 기류가 빠져나와 기식성 음성이 산출된다. 심한 성대구증 환자의 경우 발생 시 성대 틈이 크기 때문에 음성을 산출할 때 공기 소모가 크고, 그로 인해 발화 시 호흡 부족과 어지러움을 느낀다고 호소하며, 긴 발화 산출의 어려움이 있다고 한다(Choi et al., 2007). 이러한 특성은 공기역학적 평가 중에서도 MFR로 발화 시 소모되는 공기량의 수치를 객관적으로 확인할 수 있으며, 주로 공기역학적 장비인 PAS의 MXPH와 VOEF의 두 검사 방법을 이용하여 측정할 수 있다.

대부분의 선행연구가 MXPH 또는 VOEF 중 하나의 검사 방법만으로 MFR을 측정하여 어떠한 방법이 성대구증을 정확하게 평가하고 진단하기 적합한지에 대해 명확하게 알려진 바가 없다. 또한 어떠한 검사 방법이 수술이나 음성치료 후에 성대구증의 기식적 음질의 개선 정도를 평가하는데 잘 반영하는지에 대해서 알려진 바가 없다. 이에 성대구증 환자 30명을 대상으로 수술(KTP 레이저)과 음성치료를 실시한 전과 후에 두 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF)으로 측정된 MFR 간에 차이가 있

는지를 비교하였고, 치료 전과 후의 MFR 변화량이 두 공기역학적 검사 방법에 따라 차이가 있는지를 비교하였다. 이와 더불어 성대구증 환자에게 실시한 치료가 환자에 의한 주관적 음성평가, 검사자의 청지각적 평가 및 F0를 변화시키는지도 살펴보았다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 성대구증 환자의 수술과 음성치료 전과 후 모두 VOEF 방법에서 측정된 MFR이 MXPH 방법에서 측정된 MFR에 비해 유의하게 높은 수치를 보였다. 선행연구에서도 마찬가지로 MXPH 방법에서 측정된 MFR의 평균에 비해 VOEF에서 측정된 MFR의 평균값이 높게 나타났다(Kang et al., 2012). 이는 모음 /a/ 연장 발생으로 측정하는 MXPH 방법은 억양, 강세 또는 말속도 등의 영향을 받지 않지만, VOEF 방법은 파열과 같이 자음을 산출하면서 발생하는 기류와 동시에 모음을 산출할 때 성대를 통과하는 기류가 합쳐지면서 기류량과 기류압, 기류속도 등이 측정치에 영향을 줄 수 있기 때문이다(Gerratt et al., 2016; Pyo, 2019). 또한, MXPH 방법에서는 가장 편안한 음도 및 강도로 모음 연장 발생할 때, 성대가 내전된 상태에서 유성음을 지속적으로 산출되는 총 폐활량에서 발생한 총 시간을 나눈 값으로 MFR을 측정된다. 반면에 VOEF 검사는 무성 파열음 후에 산출된 유성음에서 MFR을 측정하는 것으로, 무성 파열음 산출 시 성대가 외전되었다가 유성음을 위해 다시 성대가 내전되어 산출된 유성음 구간의 총 공기량을 산출된 시간으로 나눈 값으로 MFR을 측정한다. 즉 VOEF 방법은 유성음을 연장 발생하여 산출하는 MXPH에 비해 성대 사이로 공기의 양이 일정하게 빠져나오지 않고 무성 파열음 후에 많은 공기가 한꺼번에 빠져나오면서 성대가 좀 더 불완전하게 접촉된 상태에서 MFR이 측정되기 때문에 MXPH에 비해 다소 높은 수치가 나타난 것으로 보인다(Kang et al., 2012).

둘째, 성대구증 환자의 MXPH와 VOEF 간에 수술과 음성치료 전후의 MFR 변화량을 비교한 결과, 수치의 차이는 있으나 통계적으로는 유의한 차이는 없었다. 이는 치료 전후 MFR의 상대적인 변화량은 검사 방법 간에 차이가 없다는 것으로 MFR을 이용하여 성대구증 환자의 치료에 따른 변화를 평가할 때 두 검사 방법 모두 사용해도 무방하다는 것으로 의미할 수 있다.

다만, 성대구증은 미세한 함몰부터 심한 함몰까지 질환의 정도에 따라 범위가 넓고 다양하며, 성대구증의 유형에 따른 MFR 수치도 다양하게 나타난다. Type I 과 같이 성대구증의 정도가 경한 경우 F0와 음질이 비교적 양호하게 나타나며, 점막 파동 또한 정상적으로 관찰되어 감별이 어렵고, MFR 수치가 정상 범주에 속하며 음질 또한 양호한 편에 속함으로써 진단적 오류가 발생할 수 있다(Lim, 2006; Lim et al., 2009; Yang et al., 2012). 이에 성대구증의 정도가 약하여 감별이 어려운 경우에는 어음 자료의 특성에 따라 성대가 좀 더 불완전하게 접촉된 상태에서 측정되어 MFR 수치가 더 높게 측정되는 VOEF 방법이 MXPH 방법에 비해 성대구증의 감별에 좀 더 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 성대구증 환자의 수술과 음성치료 전후 VHI, GRBS, F0의 변화가 있는지를 살펴본 결과, VHI와 GRBS는 치료 후에 유

의하게 감소한 반면, F0의 평균은 치료 후에 다소 감소하였으나 통계적으로는 유의한 차이가 없었다. 수술과 음성치료를 실시한 후에 환자는 자신의 음성이 좋아짐을 인식하였으며, 청지각적으로 평가된 음질 또한 개선됨을 알 수 있다. 즉 수술과 음성치료를 통해 성대구증의 정도가 개선됨으로써 발생 시 성대 진동의 접촉 면적이 넓어지고 불완전 폐쇄의 정도가 감소함을 시사한다. 성대구증 환자에 대한 수술이나 음성치료의 효과는 많은 선행연구에서도 밝혀진 바 있다(Hwang et al., 2013; Lee et al., 2018; Yang et al., 2012).

본 연구결과를 통해 성대구증 환자의 기식성을 측정할 때 PAS의 VOEF 방법이나 MXPH 방법 중 어떠한 방법으로 MFR를 측정하여도 무방함을 알 수 있다. 그러나 두 방법에 의한 MFR의 측정치가 다르게 나타나기 때문에 동일대상의 치료 전과 후의 기식성 차이를 비교할 때에는 두 방법 중 한 가지 방법만을 사용하여 치료 전후 MFR의 차이를 비교하여야 할 것이다. 또한, 성대구증의 정도가 약하여 감별이 어려운 경우에는 VOEF 방법이 MXPH에 비해 좀 더 유용하게 사용될 수 있을 것으로 보인다. 이와 더불어 성대구증 환자에게 수술 및 음성치료를 실시하였을 때 환자의 주관적 음성평가 및 검사자의 청지각적 평가를 통해 이들의 음질이 개선되었음을 알 수 있었다. 즉 수술 및 음성치료가 성대구증 환자의 기식성 음성을 개선하는데 도움이 된다는 것을 시사한다.

본 연구에서 존재하는 몇 가지 제한점에 따른 제언을 하고자 한다. 첫째, 본 연구는 성대구증의 유형을 분류하지 않고 30명만을 대상으로 하였기에 본 연구에서 제시된 결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 또한 성별 구분없이 전체 대상자(남성 25명, 여성 5명)의 MFR 평균을 살펴봄으로써 성별에 의한 차이를 살펴보는 못했다. 특히 F0은 성별에 의해 큰 영향을 받는 변수이므로 추후에는 이를 성별로 구분하여 살펴보아야 할 것이다. 둘째, 성대구증 환자를 대상으로 측정된 VHI, GRBS, F0의 치료 전후를 비교하여 살펴보았는데, 수술과 음성치료의 전체 치료 효과를 살펴봄으로써 각 치료에 따른 효과를 살펴볼 수 없었다. 이에 어떠한 치료가 성대구증 환자의 음성개선에 영향을 미쳤는지는 알 수 없다. 따라서 추후 연구에서는 치료 방법에 따른 성대구증 환자의 음성개선 정도를 파악하기 위해 음성치료만 받은 경우, 수술만 받은 경우, 수술 및 음성치료를 함께 시행한 경우를 구분하여 어떤 치료가 MFR을 감소시키는데 더 유용한지 살펴보면 좋을 것이다. 셋째, 음성치료의 회기 수가 대상자마다 달라 치료의 효과가 미비하게 반영된 경우도 포함되었을 수 있으므로 추후 연구에서는 모든 대상자의 음성치료 회기 수를 일치시켜 치료의 효과를 살펴볼 필요가 있다. 넷째, PAS를 이용한 성대구증 환자의 기식성 음성에 대한 공기역학적 특성을 MFR 변수로만 확인하였기 때문에, 기식성에 영향을 주는 다른 변수들은 고려하지 못하였다. 이에 추후 연구에서는 성대구증의 유형을 구분하고, MFR 변수 외에 MXPH 방법과 VOEF 방법에서 기식성을 예측할 수 있는 공기역학적 평가 변수를 고려하여 비교하면 좋을 것이다.

References

- Cho, J. H. (2021). Clinical applications of office-based laryngeal surgery with KTP laser. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 32(3), 118-123.
- Choi, J. N., Kim, H., Nam, C. M., & Choi, H. S. (2007). Characteristics of glottal area waveform and phonation in patients with unilateral vocal fold palsy or sulcus vocalis. *Korean Journal of Communication Disorders*, 12(3), 487-507.
- Chun, E., Shon, Y. H., Baek, S. J., Lee, P. H., Nam, C. M., Lee, J. E., & Choi, Y. (2010). Characteristics of respiration and phonation in patients with young-onset Parkinson's disease compared to normal adults. *Korean Journal of Communication Disorders*, 15(4), 537-548.
- Dailey, S. H., & Ford, C. N. (2006). Surgical management of sulcus vocalis and vocal fold scarring. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 39(1), 23-42.
- Ford, C. N., Inagi, K., Khidr, A., Bless, D. M., & Gilchrist, K. W. (1996). Sulcus vocalis: A rational analytical approach to diagnosis and management. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 105(3), 189-200.
- Gerratt, B. R., Kreiman, J., & Garellek, M. (2016). Comparing measures of voice quality from sustained phonation and continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(5), 994-1001.
- Hammarberg, B., Fritzell, B., Gaufin, J., Sundberg, J., & Wedin, L. (1980). Perceptual and acoustic correlates of abnormal voice qualities. *Acta Oto-Laryngologica*, 90(1-6), 441-451.
- Han, K. Y., & Nam, S. Y. (2000). Voice and videostroboscopic analysis of sulcus vocalis after slicing mucosa surgical technique. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 43(11), 1227-1231.
- Hapner, E. R., & Klein, A. (2009). A synopsis of the management of vocal fold scar. *Perspectives on Voice and Voice Disorders*, 19(1), 15-23.
- Hirano, M. (1981). Psycho-acoustic evaluation of voice. In *Clinical examination of voice* (pp. 81-84). Wien, Austria; Springer-Verlag.
- Hirano, M., Yoshida, T., Tanaka, S., & Hibi, S. (1990). Sulcus vocalis: Functional aspects. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 99(9), 679-683.
- Hsiung, M. W., Kang, B. H., Su, W. F., Pai, L., & Lin, Y. H. (2004). Combination of fascia transplantation and fat injection into the vocal fold for sulcus vocalis: Long-term results. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 113(5), 359-366.
- Hwang, C. S., Lee, H. J., Ha, J. G., Cho, C. I., Kim, N. H., Hong, H. J., & Choi, H. S. (2013). Use of pulsed dye laser in the treatment of sulcus vocalis. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 148(5), 804-809.
- 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.
- Jeong, J. K. (2020). *A comparison of aerodynamic characteristics in muscle tension dysphonia and adduction spasmodic dysphonia using KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600* (Master's thesis). Myungji University, Seoul, Korea.
- Jiang, J., Chen, H. J., Stern, J., & Solomon, N. P. (2004). Vocal efficiency measurements in subjects with vocal polyps and nodules: A preliminary report. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 113(4), 277-282.
- Jung, C. M., Kim, J., Lim, J. Y., & Choi, H. S. (2017). Surgical treatment of sulcus vocalis using KTP laser. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 28(2), 131-134.
- Kang, Y. A., Chang, J. W., & Koo, B. S. (2016). Aerodynamic features in patients with vocal polyps before & after laryngomicrosurgery. *Phonetics and Speech Sciences*, 8(3), 39-49.
- Kang, Y. A., Chang, J. W., & Koo, B. S. (2017). Relationship between voice fatigue and voice assessment in patients with voice disorders and applicability of voice fatigue index in Korean version. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 60(5), 232-242.
- Kang, Y. A., Yoon, K. C., & Kim, J. O. (2012). An aerodynamic and acoustic analysis of the breathy voice of thyroidectomy patients. *Phonetics and Speech Sciences*, 4(2), 95-104.
- Kim, J. (2013). Aerodynamic characteristics, vocal efficiency, and closed quotient differences according to fundamental frequency fixation. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(1), 19-26.
- Kim, J. H., & Choi, H. S. (2016). The principle and clinical application of pulsed dye laser in laryngology. *Journal of Clinical Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 27(2), 224-230.
- Kim, M. S., Pyo, H. Y., Choi, H. S., Kim, Y. H., & Kim, K. M. (1997). Clinical analysis of persistent and recurrent postoperative dysphonia. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 8(2), 225-231.
- Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics. (2016). *Laryngophonetics: Understanding phonation and voice therapy*. Seoul: Punmun Education Press.
- Kwon, T. K., & Lim, Y. S. (2008). Aerodynamic analysis of phonation. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 19(2), 85-88.
- Lee, S., Lim, S., Lim, J., & Choi, H. (2018). A comparison among repeated measures of the voicing efficiency protocol in the aerodynamic assessment. *Communication Sciences & Disorders*, 23(3), 755-763.
- Lim, J. Y. (2006). *Clinical use of voice analysis and*

electroglottographic measurement in sulcus deformity of vocal folds (Master's thesis). Yonsei University, Seoul, Korea.

Lim, J. Y., Kim, J., Choi, S. H., Kim, K., Kim, Y. H., Kim, H. S., & Choi, H. S. (2009). Sulcus configurations of vocal folds during phonation. *Acta Oto-laryngologica*, 129(10), 1127-1135.

Murry, T., Xu, J. J., & Woodson, G. E. (1998). Glottal configuration associated with fundamental frequency and vocal register. *Journal of Voice*, 12(1), 44-49.

Neuenschwander, M. C., Sataloff, R. T., Abaza, M. M., Hawkshaw, M. J., Reiter, D., & Spiegel, J. R. (2001). Management of vocal fold scar with autologous fat implantation: Perceptual results. *Journal of Voice*, 15(2), 295-304.

Park, S. Y., Kim, J. O., Lim, S. E., Nam, D. H., & Choi, H. S. (2008). The perceptual evaluation and aerodynamic analysis of spasmodic dysphonia. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatics and Logopedics*, 19(1), 38-42.

Pontes, P., & Behlau, M. (1993). Treatment of sulcus vocalis: Auditory perceptual and acoustical analysis of the slicing mucosa surgical technique. *Journal of Voice*, 7(4), 365-376.

Pyo, H. Y. (2019). A study on the aerodynamic characteristics of sustained vowel and continuous speech production of female voice disorder patients. *Communication Sciences & Disorders*, 24(2), 518-524.

Rosen, C. A. (2000). Vocal Fold Scar: Evaluation and treatment. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33(5), 1081-1086.

Watanabe, H., Shin, T., Matsuo, H., Okuno, F., & Tsuji, T. (1994). Studies on vocal fold injection and changes in pitch associated with alcohol intake. *Journal of Voice*, 8(4), 340-346.

Yang, H. C., Jeong, B. S., Kim, D. Y., & Woo, J. H. (2012). Voice analysis and treatment result according to configuration of sulcus vocalis. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatics and Logopedics*, 23(2), 119-123.

Zhang, F., Sprecher, A. J., Wei, C., & Jiang, J. J. (2010). Implantation of gelatin sponge combined with injection of autologous fat for sulcus vocalis. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 143(2), 198-203.

Zraick, R. I., Smith-Olinde, L., & Shotts, L. L. (2012). Adult normative data for the KayPENTAX phonatory aerodynamic system model 6600. *Journal of Voice*, 26(2), 164-176.

• **이승연 (Seung Yeon Lee)**

용인세브란스병원 이비인후과 언어재활사
 경기도 용인시 기흥구 동백죽전대로 363(중동)
 Tel: 031-5189-9860
 Email: letme_siya@naver.com
 관심분야: 음성장애, 음성언어의학

• **최홍식 (Hong-Shik Choi)**

제일이비인후과의원 원장
 서울특별시 강남구 논현로131길 23
 Tel: 02-517-5085
 Email: hschoi@yuhs.ac
 관심분야: 음성장애, 음성언어의학

• **김재욱 (Jaecock Kim)** 교신저자

강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공 교수
 경기도 용인시 기흥구 강남로40 강남대학교
 Tel: 031-280-3221
 Email: jaecock@gmail.com
 관심분야: 음성장애, 음성언어의학, 음성과학

성대구증 환자의 공기역학적 검사 방법에 따른 치료 전과 후의 평균호기류율 비교*

이 승 연¹ · 최 흥 식² · 김 재 옥³

¹연세대학교 용인세브란스병원 이비인후과, ²제일이비인후과, ³강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공

국문초록

성대구증은 불완전 성대폐쇄부전으로 평균호기류율(mean airflow rate, MFR)이 높은 것이 특징이다. MFR은 phonatory aerodynamic system(PAS)의 두 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF)으로 측정하며, 두 검사 방법에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있다. 본 연구는 성대구증 환자 30명을 대상으로 PAS의 MXPH, VOEF 프로토콜에 따른 MFR의 치료 전과 후 차이, 치료 전후 변화량 간의 차이가 있는지 비교하였다. 그리고 치료 전과 후의 Voice handicap index(VHI), GRBS 및 기본주파수(F0)를 비교하였다. 연구결과, 성대구증 환자의 치료 전과 후 모두에서 검사 방법 간에 유의한 차이가 나타났으나 치료 전후의 변화량은 유의한 차이가 없었다. VHI와 GRBS는 치료 전에 비해 치료 후에 유의하게 감소하였으나 F0는 치료 전과 후에 유의한 차이가 없었다. 본 연구를 통해 성대구증 환자의 치료에 따른 MFR 변화를 평가할 때, 두 공기역학적 검사 방법(MXPH, VOEF) 중 어떠한 검사 방법을 사용해도 된다는 것을 알 수 있다.

핵심어: 성대구증, 공기역학적 평가, 평균호기류율, 치료

참고문헌

- 강영애, 윤규철, 김재옥. (2012). 갑상선 수술 후 성대마비 환자의 기식 음성에 대한 공기역학적 및 음향적 분석. *말소리와 음성과학*, 4(2), 95-104.
- 강영애, 장재원, 구분석. (2016). 성대용종 환자의 후두미세수술 전후 공기역학 변수 변화. *말소리와 음성과학*, 8(3), 39-49.
- 강영애, 장재원, 구분석. (2017). 음성장애환자 대상 음성피로와 음성평가간 상관 및 음성피로도 설문 (voice fatigue index)의 임상적용. *대한이비인후두경부외과학회지*, 60(5), 232-242.
- 권택균, 임윤성. (2008). 공기 역학 검사. *대한후두음성언어의학회지*, 19(2), 85-88.
- 김명상, 표화영, 최흥식, 김영호, 김광문. (1997). 후두미세수술 후 지속적인 음성장애환자에 대한 임상적 고찰. *대한후두음성언어의학회지*, 8(2), 225-231.
- 김재옥. (2013). 음도 고정 유무에 따른 공기역학, 음성효율성 및 성대접촉률 차이. *말소리와 음성과학*, 5(1), 19-26.
- 김주현, 최흥식. (2016). 후두 질환에서 pulsed dye laser의 치료 원리 및 임상적 적용. *대한이비인후과학회지*, 27(2), 224-230.
- 대한후두음성언어의학회(2016). *후두음성언어의학: 발성의 이해와 음성치료*. 서울: 범문에듀케이션.
- 박선영, 김재옥, 임성은, 남도현, 최흥식. (2008). 연속성발성장애의 청지각적 평가 및 공기역학적 특성. *대한후두음성언어의학회지*, 19(1), 38-42.
- 양호철, 정병서, 김동영, 우주현. (2012). 성대구증의 형태에 따른 음향학적 분석 및 치료 결과. *대한후두음성언어의학회지*, 23(2), 119-123.
- 이승진, 임성은, 임재열, 최흥식. (2018). 공기역학적 평가에서 음성 효율성 프로토콜의 반복 측정치 비교. *Communication Sciences and Disorders*, 23(3), 755-763.
- 임재열. (2006). *성대구 질환군에서 음성분석 및 전기성문과형 검사의 임상적 이용*. 연세대학교 석사학위논문.
- 전은애, 손영호, 백승재, 이필휴, 남정모, 이지은, 최예린. (2010). 조기발병형 파킨슨병환자와 정상인의 호흡 및 발성 특성 비교. *언어청각장애연구*, 15(4), 537-548.
- 정인균. (2020). *KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600을 이용한 근긴장성 발성장애와 내전형 연속성 발성장애의 공기역학적 특성 비교*. 명지대학교 석사학위논문.

* 본 연구는 제1저자의 석사학위 논문의 일부를 발췌한 것으로, 2023년 제8회 한국언어청각임상학회 · 한국언어치료학회 공동학술대회에서 일부 발표되었음.

- 정찬민, 김지형, 임재열, 최홍식. (2017). 성대구증에서 KTP Laser를 사용한 수술적 치료 1례. *대한후두음성언어의학회지*, 28(2), 131-134.
- 조정해. (2021). KTP 레이저를 이용한 외래 기반 후두 수술의 임상적 적용. *대한후두음성언어의학회지*, 32(3), 118-123.
- 최재남, 김향희, 남정모, 최홍식. (2007). 일측성 성대마비와성대구증의 성문면적과형과 발성 특성 비교. *Communication Sciences and Disorders*, 12(3), 487-507.
- 표화영. (2019). 음성장애 성인 여성화자의 연장모음 및 연속발화 산출 시 공기역학적 특성 연구. *Communication Sciences & Disorders*, 24(2), 518-524.
- 한경열, 남순열. (2000). 성대구증에서 Slicing 기법을 시행한 후의 음성 및 화상회선 분석. *대한이비인후과학회지*, 43(11), 1127-1131.