

연축성발성장애의 청지각적 평가 및 공기역학적 특성

연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 이비인후과 음성언어학회연구소

박선영 · 김재옥 · 임성은 · 남도현 · 최홍식

= Abstract =

The Perceptual Evaluation and Aerodynamic Analysis of Spasmodic Dysphonia

Sun Young Park, MS, Jaeock Kim, PhD, Sung-Eun Lim, MS, Do-Hyun Nam and Hong-Shik Choi, MD

The Institute of Logopedics & Phoniatics, Department of Otorhinolaryngology, Yongdong Severance Hospital,
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background and Objectives : This study was performed to investigate the perceptual and aerodynamic characteristics and the relation between vocal efficiency and the severity of strained voice. of adductor spasmodic dysphonia.

Materials and Methods : 13 female patients with adductor spasmodic dysphonia were examined and compared with 10 normal female control group. MPT, MFR, Psub, Sound Intensity, VE(vocal efficiency) were obtained using PAS(Phonatory Aerodynamic System). GRBA(S) scale was used for Perceptual evaluation.

Results : Psub(subglottic pressure) of SD was significantly higher than normal group. MPT, MFR, Sound Intensity, VE were not significantly different between two groups. Correlation between VE and 'S'(strained) was not significant.

Conclusion : The results of this study show that certain aerodynamic parameters(Psub) distinguish adductor spasmodic dysphonia from normal voice.

KEY WORDS : Spasmodic dysphonia · Perceptual evaluation · Aerodynamic analysis · Vocal efficiency.

서 론

연축성 발성 장애(Spasmodic Dysphonia, 이하 SD)는 국소 후두 근긴장이상(focal laryngeal dystonia)으로 인해 발생하는 발성장애(dysphonia)로 알려져 있다. 연축(spasms)의 주요 형태에 따라 몇 가지 타입으로 구분하는데, 첫 번째 유형은 내전형(Adductor SD, ADSD) 연축성 발성 장애로 간헐적인 쥐어짜는 듯한(strained voice) 음성의 끊김(voice break)이 그 특징으로 나타나며, 가장 많이 나타나는 유형이다. 반면 외전형(Abductor SD, ABSD) 연축성 발성 장애는 바람이 새는(breathy) 듯한 음성의 끊김을 보이는 유형이다. SD 환자들은 위의 증상을 혼합해서도 보일 수 있으며, 음성의 떨림(tremor)을 보이기도 하다. 그

밖의 쉰 목소리(hoarseness), 바람 새는 음성(breathy), 거친 음성(rough), 쥐어짜는 음성(strain) 등을 동반하기도 한다.¹⁾ 임상에서는 SD 환자들의 음성에 대한 청지각적 평가가 이루어지는데, 청지각적 평가 도구로는 Hirano가 도입한 GRABS(G : grade, R : rough, B : breathy, A : asthenic, S : strain)가 주로 사용되며, 4점 척도로(0 : clear, 1 : mild, 2 : moderate, 3 : severe) 평가한다.²⁾ 위에서 언급하였듯이 SD 중 내전형은 쥐어짜는(strained) 음성을 주요한 특징으로 보이므로, 본 연구에서는 GRABS scale 중 S(strain)의 정도를 청지각적으로 평가하고, 공기역학적 변수 중 음성효율과 비교하고자 하였다.

현재 SD의 가장 보편적인 치료는 성대에 보툴리눔 독소(BOTOX)를 주입하는 것으로, 보톡스는 경련을 일으키는 근육을 일시적으로 약화(weaken)시켜 연축을 감소시키는 치료법이다. 이러한 보톡스 주입술은 일정 시간이 지나면 약효가 줄어들고 반복적인 시술을 필요로 하며, 비용이 많이 든다는 단점이 있으나 지금까지의 치료법 중 가장 효과적인 치료 방법으로 알려져 가장 많이 사용되고 있다.³⁾ 본 연구에서는 보톡스를 주입하지 않은 SD 환자들을 대상으

논문접수일 : 2008년 1월 21일
심사완료일 : 2008년 1월 28일
책임저자 : 최홍식, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92
연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 이비인후과 음성언어학회연구소
전화 : (02) 3497-3461 · 전송 : (02) 3463-4750
E-mail : hschoi@yumc.yonsei.ac.kr

로 하였다.

내전형 연축성 발성 장애 환자들의 경우 성대의 불수의적 움직임으로 성대의 과내전(hyperadduction) 상태가 반복적이며 불규칙적으로 나타나게 되고 이로 인해 폐에서 나오는 공기의 흐름에도 영향을 미칠 것으로 예상된다. 남등⁴⁾의 연구에서는 내전형 경련성 발성 장애 환자들에 대한 공기역학적 검사를 실시한 결과, 그들의 증상을 경감시키려는 노력으로 인하여 호흡압력인 최대흡기압과 최대호기압이 정상인들에 비하여 낮아지는 현상을 보였다고 보고하였다. 또한 최대발성지속시간(Maximum Phonation Time)은 경련성 발성 장애 환자들보다 유의하게 짧았으며, 그 외 성문하압(Subglottic Air Pressure), 평균호기류율(Mean Airflow Rate), 음압(Sound Intensity)은 두 군간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

공기역학적 매개 변수들 중에서 음성효율(Vocal Efficiency)은 Van den Berg에 의해 음압(acoustic power)과 성문하압(Subglottic Air Pressure)의 비로 처음 정의되었으며, Ishiki에 의해 성문하압, 호기류율(Airflow Rate), 음압(sound pressure)을 동시에 측정함으로써 더욱 연구되었다. 따라서 위의 변수들의 변화는 발성시의 호기 사용의 효율(aerodynamic efficiency)을 나타내준다. 따라서 SD 환자들의 경우 발성 시 성문하압, 평균호기류율, 발성 강도에서 정상인들과 차이가 있으면 종합적인 측정치인 음성효율에 영향을 받게 될 것이므로, 이에 대해 살펴보고자 하였다. 본 연구에서는 연축성 발성장애 환자들 중 성대 내보톡스 주입 경험이 없는 여자 환자들을 대상으로 GRBAS 척도를 통한 청지각적 평가 및 공기역학적 검사를 실시하여 음성의 특성을 파악하였다. 더불어 SD 음성의 주요한 특성인 strain의 정도와 공기역학적 매개변수 중 음성효율(Vocal Efficiency)의 상관관계를 살펴보고자 하였다.

성장애로 진단받은 여성 13명을 대상으로 하였다. 대상군의 연령분포는 20세에서 61세로 평균 연령은 43세였다. 대조군은 폐질환이나 후두질환 병력이 없고, 정상 청력을 보유했으며, 환자군과 연령별 분포에 차이가 없는 정상 성인여성 10명으로 하였다. 단, 음성에 영향을 줄 수 있는 질환(URI, LPR, allergies, etc.)을 동반한 경우는 대상에서 제외하였다.

청지각적 평가는 음성장애 부문에서 언어치료사 2명(임상경력 1년 6개월 이상)이 GRBAS scale을 사용하여 음성을 4점 척도(0 : clear, 1 : mild, 2 : moderate, 3 : severe)로 평가하였다. 2인의 평균값을 채택하여 음성효율과 상관관계를 비교하도록 하였다.

공기역학적 검사는 PAS(Phonatory Aerodynamic System Model 6600, KayPentax)를 사용하여 측정하였다. 음성효율(Vocal Efficiency)을 비롯하여 음압(Sound Intensity), 평균호기류율(mean airflow rate, MFR), 성문하압(subglottal pressure, Psub)은 마스크 내부에 튜브를 끼운 후 마스크를 얼굴에 밀착시키고 튜브를 가볍게 문 채로 /pa/를 5회 반복 산출하여 중간 3회 산출 시 평균값을 측정하였다. 평상 시 사용하는 자연스러운 음도(pitch)와 강도(loudness)의 음성으로 발성하도록 하였다. 최대발성지속시간(maximum phonation time, MPT)은 대상자가 충분한 흡기 후 공기밀폐형 마스크를 얼굴에 밀착해 편안한 음성으로 /a/ 연장발성을 가능한 길게 지속하도록 하였고, 3회 반복 측정하여 최대값에 해당하는 값으로 측정하였다.

통계분석은 SD 환자와 대조군의 공기역학적 매개변수 간 차이를 비교하기 위해서 비모수검정인 Mann-Whitney Test를 시행하였고, 음성효율과 음성의 strain 정도의 상관관계를 보기 위해서는 Pearson 상관분석을 시행하였다(SPSS Ver. 12.0). 유의수준은 95%로 검정하였다(Fig. 1).

대상 및 방법

결 과

2007년 9월부터 12월까지 본원에서 내전형 연축성 발

청지각적 평가 결과, GRBAS scale 상 12명의 음성 중

Table 1. Aerodynamic measures between spasmodic dysphonia patients and control group

Parameter	SD		Normal		z	p
	Mean	SD	Mean	SD		
MPT(sec)	19.60	8.45	18.53	4.49	-.490	.624
MFR (l/sec)	0.07	0.04	0.08	0.06	-.490	.624
Psub(cmH ₂ O)	6.60	1.67	5.57	0.95	-2.230	.026*
Sound Intensity (dB)	77.08	4.44	76.43	5.06	-.381	.703
VE(ppm)	384.51	506.09	290.42	221.82	-.054	.957

MPT : Maximum Phonation Time, MFR : Mean Airflow Rate, Psub : Peak subglottal pressure, VE : Vocal Efficiency. * : p<0.05, Mann-Whitney Test

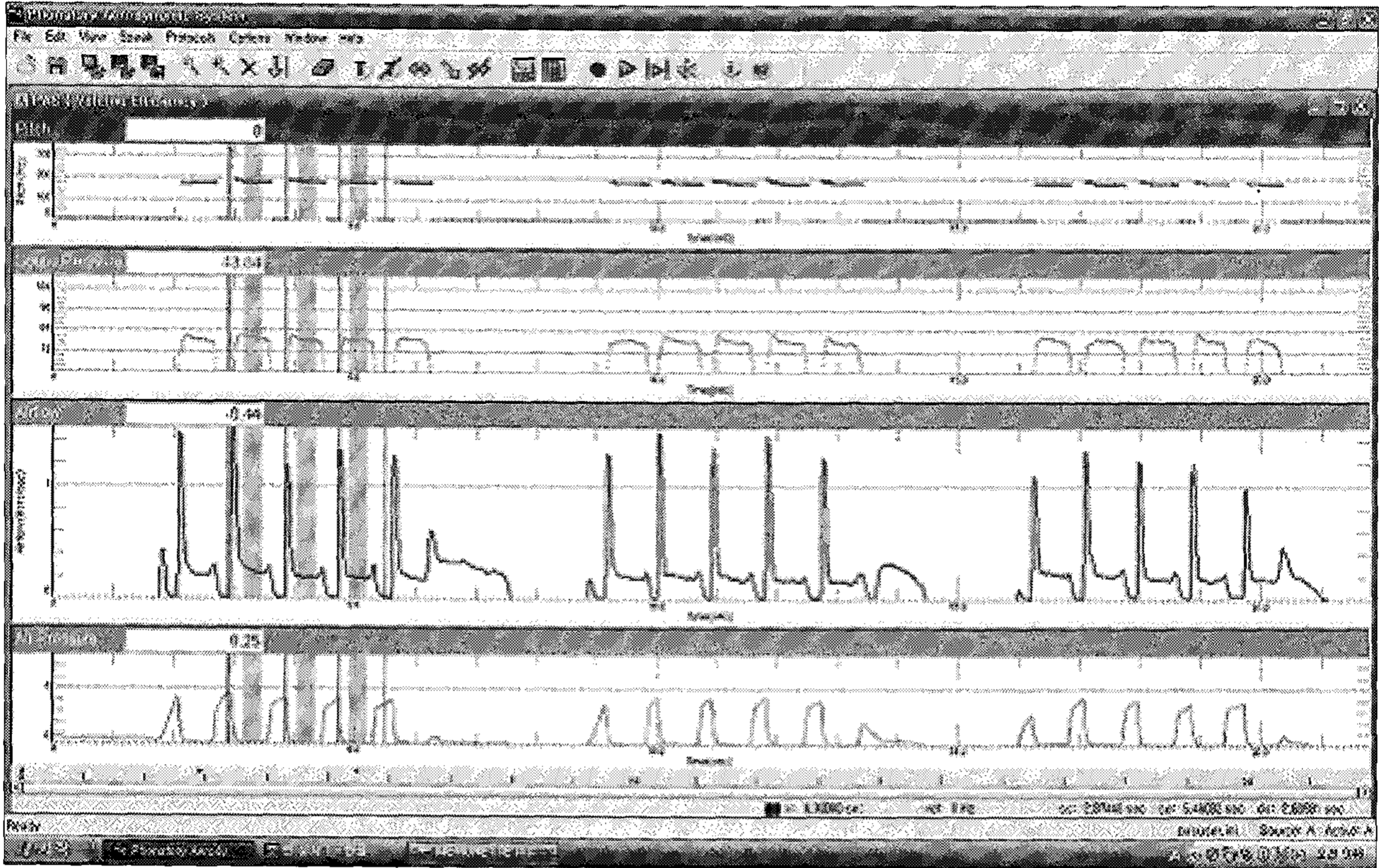


Fig. 1. The analysis of vocal efficiency during producing /pa/ in PAS(Phonatory Aerodynamic System).

S(strain, 쥐어짜는)는 평균 1.9로 severity는 약 moderate로 나타났다. 4종류의 R, B, A, S 중 가장 큰 값으로 정해지는 G(grade)는 대상자들의 경우 strain의 특성이 가장 큰 것으로 평가되어 위와 같은 결과값을 보였다. 평가자 간 신뢰도(inter-reliability)는 0.97로 나타났다.

공기역학적 검사 결과, 성문하압은 환자군이 정상군보다 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$, Table 1). 음성 효율 및 음압도 환자군이 정상군보다 높은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 최대발성지속 시간은 환자군이 정상군보다 다소 길고, 평균호기류율은 적은 경향이 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$, Table 1).

청지각적 평가 중 음성의 strain 정도와 음성효율은 약한 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으나, 통계적 유의미성은 없었다($r = -0.28$, $p > 0.05$).

고 찰

현재까지도 SD를 진단하는 데 있어 가장 많이 사용하는 방법은 발성 동안의 후두기능 측정보다는 음성(voice sound)을 듣는 것이다. SD 중 내전형의 경우는 성대의 불수의적인 과내전에 의해 쥐어짜는 음성(strained-strangled)과

음성의 끊어짐이 나타나게 된다. 외전형의 경우에는 성대의 불수의적인 과외전에 의해 간헐적으로 바람이 새는 듯한 선목소리가 나타나게 된다. 두 유형 모두에서 음성의 크기가 저하되거나 발화의 명료도가 저하될 수 있으며 보통 25% 정도에서 음성의 떨림(tremor)을 동반하게 된다. 경증인 경우 상기의 특징적인 음성소견이 분명하지 않기도 하고, 중증인 경우 거의 목소리가 나오지 않는 환자도 있다. 그러나 음성이 끊어지고 떨리거나 쥐어짜는 현상을 모두 보인다고 모두 SD로 진단되지는 않는다.⁵⁾ 본 연구에서 청지각적인 평가 결과, SD 환자의 음성은 여러 문헌에서 보고된 것과 마찬가지로, 거칠거나 바람새는 음성의 특성보다는 쥐어짜는(strained) 음성특성을 두드러지게 보여, GRBAS scale 중 S가 2(평균 1.9)로 평가되었고, 이에 따라 가장 큰 척도로 결정되는 G도 2인 것으로 평가되었다. 단, 음성떨림(tremor)의 특성을 보이는 환자가 많았는데 이러한 특성은 GRBAS scale로는 평가할 수 없어 임상에서 청지각적 평가 시 다른 음성 factor들을 평가할 수 있는 평가방법을 채택할 필요가 있는 것으로 사료된다.

공기역학적 검사 결과, 성문하압은 SD 환자군이 정상인보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. Hippel 등⁶⁾은 SD 환자의 경우 성대 접촉율이 증가함을 보고하였고, 발성 시 갑상피열근의 증가된 활동으로 인한 내전(adduction)운동

의 증가하는 경향을 보인다고 하였다. 또한 과내전된 성대를 개방하기 위하여 높은 성문하압이 형성된다고 보고하였다. 음압은 통계적 유의성은 없었으나 SD 환자들이 정상군보다 다소 높은 것으로 나타났는데, 이는 음압이 우선적으로 성문하압에 의해서 조절되기 때문에 나타난 현상으로 보인다.⁷⁾ 최대발성지속 시간은 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 SD 환자들이 다소 긴 경향을 보였다. 이는 정상인에 비하여 목에 힘을 많이 주는 긴장성 형태로 발성함으로써 공기의 흐름(air flow)을 적게 사용하는 양상 때문인 것으로 사료된다. 평균호기류율은 환자군이 정상군보다 감소된 경향이 있는 것으로 나타났다. Woo 등⁸⁾은 SD 환자를 대상으로 공기역학적 검사를 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 평균호기류율과 성문하압은 정상보다 증가하였고 기본주파수(f0)는 낮아졌다고 보고하였다. 남 등⁵⁾은 내전형 경련성발성장애 환자에서 공기역학적 측정 결과 f0, Intensity, MFR, Psub에서 모두 정상군과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

음성효율은 vocal efficiency, glottal efficiency, aerodynamic efficiency로 지칭되기도 하는데, 이것은 임상적인 관점에서 어떠한 특정 과정이 아니라 전반적인 음성산출의 양상을 보여줄 수는 있다고 할 수 있다.⁹⁾ 최 등¹⁰⁾은 SD 환자를 대상으로 음성 강도 별로 음성효율을 연구한 결과, 보통과 큰 음성 강도에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 환자군이 정상군보다 음성효율이 낮은 것으로 나타났다. 단, 작은 음성 강도에서는 반대의 결과를 나타냈다고 보고하였다.

본 연구에서 음성효율을 비롯한 공기역학적 매개변수를 측정하기 위해 사용한 장비(PAS)는 Carroll¹¹⁾의 연구와 동일하게 음성효율(Aerodynamic Efficiency)은 음향학적 힘(Acoustic Power)을 공기역학적 힘(Aerodynamic Power)으로 나눈 것으로 정의하고 있다. 이 산출 공식에서 음향학적 힘은 음압의 값에 의해 영향을 받고, 공기역학적 힘은 성문하압과 음성효율의 곱의 값에 영향을 받는다. Titze 등¹²⁾은 힘을 준 음성(pressed voice)이 약간의 기식성의 음성(slightly breath voice)보다 음성효율이 높음을 보고하였다. 본 연구에서도 SD 환자들의 음성효율이 정상군보다 높게 나타났는데, 이는 환자들이 긴장도가 증가한 과도한 내전의 발성양상을 보이는데 영향을 받은 것으로 사료된다. 또한 Titze 등은 기존의 음성효율 산출 방식은 기본주파수의 영향을 많이 받는데, 저음보다는 고음에서 그리고 약한 음성보다는 큰 음성에서 성문하압이 증가하기 때문에 음성효율이 더 높게 나타나는 것으로 보고하였다. 정 등¹³⁾의 연구에서는 고음과 큰 소리 발성 시 현저하게 음성

효율이 높아지는 것을 보고하였으며, 성악인들과 일반인간에서 성안인의 발성이 일반인들보다 음성효율이 낮은 것은 일반적인 pressed voice가 아닌 성문하압을 감소시키면서 목에 힘을 주지 않고 자연스럽게 흘러나오는 목소리(flow phonation)으로 노래하도록 훈련되어있기 때문이라고 하였다. Holmberg 등¹⁴⁾은 음성효율이 증가한다는 것은 발성체계(vocal system)가 생리학적인 관점에서(physiological sense)에서 더욱 효율적으로 기능하고 있는 것을 의미하는 것은 아니라고 하였다. 음성 강도를 증가시키고 음향학적인 음향효율을 증가시키는 것은 발성체계에 스트레스를 줄 수 있는 것이기 때문이다. 본 연구에서는 SD 환자들의 음성효율이 정상군보다 높은 것으로 나타났는데, 이는 과도한 성대내전 및 후두근육 긴장 등으로 인해 증가된 음압과 성문하압, 기류를 적게 사용하는 방식의 발성양상에 기인한 것으로 보인다.

결론

SD 환자들은 청지각적 측면에서는 발성 시 힘을 주는 strained voice를 주 특징 중 하나로 나타내었다. 공기역학적 측면에서는 음성산출의 어려움으로 인해 정상인보다 성문하압이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 보다 큰 소리강도로 발성하고 기류는 적게 사용하는 양상으로 인하여 음성효율이 높은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 없었다. SD 환자군 내에서 청지각적 평가에 의한 strained voice 정도와 음성효율을 비교한 결과 유의미한 상관성은 없는 것으로 나타났다. 그러나 표집된 수가 적음을 감안하여 향후 좀 더 많은 대상자를 확보하고 연령 별 차이 등을 고려하여 음성효율 및 관련 특성 간의 상관관계에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 더불어 보톡스 주입 전뿐만 아니라 주입 후와의 비교가 이루어진다면 좀 더 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 보인다.

중심 단어 : 연축성발성장애 · 청지각적 평가 · 공기역학적 특성 · 음성효율.

REFERENCES

- 1) Baylor CR, Yorkston KM, Eadie TL, Maronian NC. *The Psychosocial Consequences of BOTOX Injections for Spasmodic Dysphonia: A Qualitative Study of Patients' Experiences.* J Voice 2006; 21 (2): 231-47.
- 2) Langeveld TPM, Drost HA, Frijns JHM, Zwindeman AH, Baatenburg De Jong RJB. *Perceptual characteristics of adductor spasmodic dysphonia.* Ann Otol Rhinol Laryngol 2000; 109: 741-8.
- 3) Duffy JR, Yorkston KM. *Medical interventions for Spasmodic Dysphonia and some related conditions: a systematic review.* J Mes Speech-Lng Pa. 2003; 11: ix-lviii.
- 4) 최홍식 · 이윤재 · 박태준 · 송기재. 내전형 연축성발성장애 환

- 자에서 라디오 전파 감상 피열근 소작술의 임상적용. 제 75차 이비인후과학회 학술대회;2005.
- 5) 남도현 · 최성희 · 최재남 · 최홍식. 경련성발성장애의 호흡압력과 공기역학적 특징. *음성과학* 2005;12 (4):203-13.
 - 6) Hippel K, Mrowinski D. *Untersuchung stimmgesunder und stimmkranker personen nach der methode der pneumotachografie. Hals-, Nasen-, und Ohrenheilkunde* 1978;26:421-3.
 - 7) Bouhuys A, Mead J, Proctor D, Steven SK. *Pressure-flow events during singing. Ann NY Acad Sci* 1968;155:165-76.
 - 8) Woo P, Colton R, Casper J, Brewer D. *Analysis of spasmodic dysphonia by aerodynamic and laryngostroboscopy measurements. J Voice* 1992;6 (4):344-51.
 - 9) Junnong Tang. *Vocal efficiency as a function of vocal intensity: A study of children, women, and men.*
 - 10) Choi HS, Lee JH, Kim IS, Koh YW, Oh JS, Bae JH, et al. *The acoustic and aerodynamic aspects of patients with spasmodic dysphonia. The Journal of the Korean Society of Logopedics and Phoniatics* 2000;11 (1):98-102.
 - 11) Carroll LM, Sataloff RT, Heuer RJ, Spiegel JR, Radinoff SL, Cohn JR. *Respiratory and glottal efficiency measures in normal classically trained singers. J Voice* 1996;10 (2):139-45.
 - 12) Titze IR. *Vocal Efficiency. J Voice* 1992;6 (2):135-8.
 - 13) Chung SM. *Aerodynamic study in korean western classical singers. The Journal of the Korean Society of Logopedics and Phoniatics* 1998;9 (2):109-14.
 - 14) Holmberg EB, Hillman RE, Perkell JS. *Glottal airflow and transglottal air pressure measurements for male and female speakers in soft, normal, loud voice. J Acoust Soc Am* 1988;84:511-29.