

# 폐기능저하를 동반한 일측성 성대마비 환자에서의 S/Z Ratio와 최장 발성시간(Maximum Phonation Time)의 유용성 비교

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

박준표 · 정고은 · 강병철 · 김성태 · 남순열 · 김상윤 · 노종렬 · 최승호

= Abstract =

## Usefulness of S/Z Ratio and Maximum Phonation Time in Unilateral Vocal Fold Paralysis with Decreased Pulmonary Function

Joon Pyo Park, MD, Go-Eun Jeong, MS, Byung Chul Kang, MD, Seong-Tae Kim, MS,  
Soon Yuhl Nam, MD, Sang-Yoon Kim, MD, Jong-Lyel Roh, MD and Seung-Ho Choi, MD  
*Department of Otolaryngology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea*

**Background and Objectives :** MPT is directly related to degree of glottal closure. So it is widely used in the assessment of glottal closure with unilateral vocal fold paralysis. But MPT could be influenced not only by glottal closure but also by pulmonary function. So MPT might not reflect glottal closure in UVFP with decreased pulmonary function. The purpose of the study is to evaluate usefulness of MPT and ratio of /s/ time to /z/ time before and after injection laryngoplasty in UVCP with decreased pulmonary function. **Materials and Methods :** This study involved 34 patients with unilateral vocal fold paralysis : with decreased pulmonary function in group A (n=15) : with normal pulmonary function in group B (n=19). All patients underwent injection laryngoplasty. Parameters of perceptual analysis, acoustic analysis, aerodynamic analysis, videostroboscopy were compared between two groups. **Results :** Breathness and asthenic scale, G scale of perceptual analysis were significantly improved in both groups. Glottal gap index were significantly decreased after injection in both groups. In aerodynamic analysis, MPT was improved after injection laryngoplasty in both groups, but S/Z ratio was improved only in group B. In correlation analysis, /s/ time was not correlated with pulmonary function. **Conclusion :** S/Z ratio reflects neither the pulmonary function nor the glottal closure properly. MPT is more useful indicator than S/Z ratio to evaluate vocal fold paralysis even with decreased pulmonary function.

**KEY WORDS :** S/Z ratio · MPT · Unilateral vocal fold paralysis · Injection laryngoplasty.

### 서 론

최장 발성 시간(maximum phonation time, MPT)은 한번의 호흡으로 유지할 수 있는 최대의 발성 시간으로 폐활량과 발성 기능을 모두 반영하는 지표이며 비침습적이고 검사 시간이 짧으며 객관적인 검사이다. 이러한 이유로 최대 발성 시간은 성문 폐쇄의 정도를 평가하는데 널리 쓰이지만 그 기전상

성문 폐쇄 정도 뿐만 아니라 폐활량에 의해서도 영향을 받을 수 있어 폐수술 등으로 인해 폐기능이 저하된 환자에서는 성문 폐쇄 정도를 정확히 반영하지 못할 가능성이 있다.

S/Z ratio는 무성 마찰음 /s/와 유성 마찰음 /z/의 비율로써 성대 발성을 평가하는 지표이며 성대의 병변을 잘 반영할 수 있다. 무성 마찰음 /s/ 발성시간으로 폐활량을 예측할 수 있으며 유성 마찰음 /z/ 발성시간으로 성문 폐쇄 정도를 평가할 수 있어 폐기능에 이상이 있는 환자에서도 후두 기능을 보다 정확히 보여줄 가능성이 있다.

실제로 Schneider 등은 폐절제술을 받은 환자에서 성대기능을 평가하는데 있어 최장 발성 시간보다는 S/Z ratio가 더 우수하다고 보고하였다.<sup>1)</sup>

본 연구에서는 폐기능 저하 환자에서 S/Z ratio가 최장발성

논문접수일: 2012년 11월 8일  
심사완료일: 2012년 12월 17일  
책임저자: 최승호, 138-736 서울 송파구 풍납2동 388-1  
울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실  
전화: (02) 3010-3750 · 전송: (02) 489-2773  
E-mail: shchoi@amc.seoul.kr

시간보다 성대의 호전정도를 더 잘 반영할거라는 가정 하에 성대 주입술 전후 호전 정도를 음성, 음향학적으로 분석하여 폐기능저하 환자에서의 S/Z ratio와 최장 발성 시간의 유용성을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

본 연구는 2011년 1월부터 2012년 10월까지 후두 스트로보스코피를 시행하여 일측성 성대 마비로 진단된 환자 34예를 대상으로 하였다. 34예 중 폐기능 검사를 시행하여 폐기능 저하를 보인 환자가 15예(폐기능 이상군), 정상 폐기능을 보인 환자가 19예(폐기능 정상군)였으며 각군의 평균 연령은 59.6세와 54.7세였다. 발성시간에 영향을 줄 수 있는 성대 점막 병변이 있는 환자와 성대 관찰이 어려운 스트로보스코피 영상을 보이는 경우는 제외하였다.

각 군의 음성에 대한 청지각적 평가(perceptual evaluation)에는 GRBAS scale을 시행하여 비교하였으며, 음향학적 분석에는 CSL(computerized speech lab, model 4500, KayPEN-TAX Elemetrics, Lincoln Park, NJ)의 MDVP(multiple dimensional voice program)를 사용하여 주파수변동율(jitter), 진폭변동율(shimmer), 잡음조화비(noise to harmonic ratio), 연성 발성 지수(soft phonation index, SPI) 등을 측정하여 비교분석하였다. 또한 성대 주입술 전후의 성대 간극의 측정에는 스트로보스코피를 이용하여 성대 간극 지수(glottal gap index)로 계산하였다. 그리고 공기역학적 변수들을 확인하기 위해 PAS(phonatory aerodynamic system model 6600, Kay-PENTAX Elemetrics, Lincoln Park, NJ)를 이용하여 최장 발성시간(maximum phonation time, MPT), S/Z ratio, 평균 호기류율(maximum airflow rate, MFR), 성문하압(subglottal pressure, Psub) 등을 측정하여 비교하였다.

S/Z ratio는 /s/와 /z/를 각각 최소 3회 발성하게 하여 가장 긴 시간으로 계산하였다. 또한 최장 발성 시간은 대상자가 충분한 흡기를 한 후 공기밀폐형 마스크를 얼굴에 밀착해 편안한 음성으로 /a/발성을 가능한 한 길게 지속하도록 하였고, 3회 반복 측정하여 최장발성시간을 얻어 비교하였으며, 모음의 연장 발성 시 평균호기류율도 함께 얻어 비교하였다.

대상자들은 녹음시 마이크를 입에서 45도 측면 10 cm의 거리에 위치시켜 녹음하였으며, 편안한 음도와 강도 수준에서 지속속음 /a/를 3회 발성하여 이들의 평균값을 얻어 비교하였다.

성문하압은 마스크를 얼굴에 밀착시킨 후 구강 튜브를 가볍게 문 채로 /pa/를 7회 연속해서 발성하게 하였고, 이 중 앞뒤 2회씩의 /pa/를 제외한 나머지 가운데 3회 발성의 평균값을 얻어 비교하였다. 모든 검사는 음성장애평가에 숙련된 언어치료사 두명에 의해서 시행되었다.

통계분석은 양 군간의 음성변수들의 차이를 알아보기 위해서 대응표본 T-test 및 wilcoxon signed rank test로 분석하였고, 각 변수의 관계는 Spearman 상관분석을 이용하여 분석하였으며, 유의수준 0.05 이하일 때 통계학적으로 유의하다고 판단하였다.

## 결 과

청지각적 평가결과 양군 모두 성대 주입술 후 GRABAS 중 G(grade), B(breathy), A(asthenic) 척도에서 유의하게 호전되는 소견을 보였다.

음향학적 평가에서는 폐기능 이상군에서 jitter 및 SPI가 주입술 전후 유의하게 호전되었으며, 폐기능 정상군에서는 jitter, shimmer가 유의하게 호전되는 양상을 보였다(Table 1).

공기역학적 평가에서 최장발성시간, S/Z ratio, 평균호기류율, 성문하압중 폐기능 이상군에서는 최장발성시간, 평균호기류율이 유의하게 향상되었으며, 폐기능 정상군에서는 최장발성시간, S/Z ratio, 평균호기류율에서 유의하게 향상되는 결과를 보였다(Table 2).

최장발성시간이 시술 전 후 두 군 모두에서 유의한 결과를 보였던 반면, S/Z ratio는 상반되는 결과를 보여, 무성 마찰음 /s/와 유성 마찰음 /z/의 영향을 준 인자가 무엇인지 상관관계를 분석하였다. 최장 발성 시간과 상관관계가 높을 것으로 예상했던 유성 마찰음 /z/는 예측한대로 매우 높은 상관관계를 나타냈으며, 다른 음향학적 평가와 청지각적 평가와의 관계에서도 상관성이 있는 것으로 나타났다(Table 3). 반면, 무성 마찰음 /s/는 폐기능을 나타내는 지표 중의 하나인 폐활량(FVC)을 반영할 것으로 예측했으나 상관관계가 없는 것으로 분석

Table 1. Acoustic analysis in two group before and after injection

Parameter	Decreased PF (n=15)			Normal PF (n=19)		
	Pre	Post	p	Pre	Post	p
Jitter	5.54±3.50	3.31± 3.48	0.011*	8.14± 6.68	3.30± 3.13	0.004*
Shimmer	10.05±6.15	6.99± 4.76	0.100	10.00± 6.24	6.81± 6.67	0.027*
NHR	0.30±0.27	0.21± 0.17	0.112	0.31± 0.26	0.19± 0.14	0.053
SPI	15.18±9.65	22.83±10.02	0.008*	19.97±16.46	24.78±11.74	0.198

\* : p<0.05, Paired T-test or wilcoxon signed rank test. PF : pulmonary function

**Table 2.** Aerodynamic analysis before and after injection

Parameter	Decreased PF (n=15)			Normal PF (n=19)		
	Pre	Post	p	Pre	Post	p
MPT	3.0±2.1	5.4±4.7	0.006*	3.3±2.2	8.2±6.3	0.001*
S/Z ratio	2.5±1.1	2.0±1.2	0.140	2.8±1.7	1.7±0.8	0.006*
MFR	454±311	302±185	0.036*	467±300	224±177	0.000*
Psub	10.03±4.35	9.19±2.51	0.460	10.17±5.70	7.84±2.04	0.165

\* : p<0.05, Paired T-test or wilcoxon signed rank test. PF : pulmonary function

**Table 3.** Correlation analysis with /z/ time

Parameter	r	p	Parameter	r	p
Grade	-0.439	0.002*	SPI	0.403	0.017*
Rough	-0.353	0.041*	S/Z ratio	-0.575	0.000*
Breathy	-0.495	0.003*	/s/time	0.403	0.018*
Asthenic	0.009	0.958	MPT	0.828	0.000*
Strained	-0.339	0.050	MFR	-0.426	0.012*
Jitter	-0.462	0.006*	Psub	-0.528	0.001*
Shimmer	-0.634	0.000*	FVC	-0.130	0.554
NHR	-0.518	0.002*	Glottal gap	-0.497	0.003*

\* : p<0.05, Spearman correlation analysis. r : correlation coefficient, FVC : forced vital capacity

**Table 4.** Correlation analysis with /s/ time

Parameter	r	p	Parameter	r	p
Grade	-0.231	0.188	SPI	-0.132	0.458
Rough	0.050	0.781	S/Z ratio	0.439	0.009*
Breathy	-0.292	0.094	/z/time	0.403	0.018*
Asthenic	-0.031	0.863	MPT	0.402	0.018*
Strained	-0.225	0.201	MFR	-0.234	0.182
Jitter	-0.073	0.682	Psub	-0.270	0.123
Shimmer	-0.181	0.305	FVC	-0.171	0.434
NHR	-0.098	0.581	Glottal gap	-0.329	0.058

\* : p<0.05, Spearman correlation analysis. r : correlation coefficient, FVC : forced vital capacity

되었다(Table 4).

성대 간극 지수는 성대 주입술 후 두군 모두에서 유의하게 좋아지는 소견을 보였으며 청지각적 검사에서는 G(grade), B(breathy), 음향학적 지수에서는 jitter, 공기역학적 지수에서는 S/Z ratio를 제외한 최장발성시간, 평균호기류율, 성문하압에서 유의한 상관 관계가 있었다.

## 고 찰

최장 발성 시간은 비침습적이며 빠르고 객관적인 검사로 많은 기관에서 후두 주입술 및 갑상성형술 등의 시술 후 후두 기능을 평가하는데 널리 이용되고 있다. 하지만 그 신뢰도에 있어 아직 많은 논란이 있으며 그 측정 방법, 반복된 회수, 나이 등에 의해서도 그 결과가 변하는 것으로 알려져 있다.<sup>2)</sup> S/Z ratio는 정상인에서는 그 값이 1에 가까우며 후두 병변이 있을 시 그 값이 증가하는 것으로 알려져 있다.<sup>3,4)</sup>

일측성 성대마비 환자에서 갑상성형술 시행 전후 최장 발성 시간과 S/Z ratio 모두 유의하게 변화한다는 보고가 있으며<sup>5)</sup> 갑상선 절제술 후 발생한 일측성 성대 마비 환자에서 시행한 성대 지방 주입술 전후의 최장 발성 시간 및 S/Z ratio 모두 유의하게 변화하였다는 보고도 있다.<sup>6-9)</sup>

또한, 성대 폴립 등과 같은 후두 병변을 가진 군과 후두 병변없이 기능적인 문제가 있는군, 정상군의 S/Z ratio를 살펴 보았을 때 S/Z ratio가 후두 기능을 평가하는데 있어 간단하면서도 신뢰도가 높은 검사라는 보고가 있다.<sup>3)</sup>

무성 치경 마찰음 /s/는 성문이 개방된 상태에서 소리가 나므로 성문폐쇄와 관계가 없고 폐활량을 반영할 것으로 예상되었으나, 본 연구에서는 /s/ time이 폐기능과 연관성이 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 S/Z ratio 측정 방법 상 피검자의 치아상태, 마찰음 구사 방법 등 폐활량 이외의 많은 요소에 의해 달라질 수 있음을 보여준다. 반면 최장발성시간은 폐활량에 영향을 받아 성대 폐쇄 정도를 정확히 반영하지 못 할 것으로 생각되었으나 폐기능 이상군과 폐기능 정상군에서 모두 성대 주입술 전후 모두 유의하게 증가해 성문 폐쇄 정도를 잘 반영하는 것으로 나타났으며 이는 검사방법이 비교적 간단하여 오차가 발생할 확률이 적어 성대폐쇄의 정도를 반영하는데 있어 S/Z ratio 보다 우월한 것으로 판단된다.

## 결 론

S/Z ratio에서 /s/ time은 폐기능과 연관성이 적으며 이로 인하여 S/Z ratio는 폐기능 저하를 동반한 일측성 성대마비 환자에서 성문 폐쇄 정도를 적절하게 반영하지 못한다. 이에 반해 최장 발성 시간은 폐기능에 관계없이 성대 폐쇄 정도와의 연관성이 높아 S/Z ratio 보다 일측성 성대마비 상태나 성대 주입술 후 기능평가에 있어 더 우월하다.

**중심 단어** : S/Z 비율·최장 발성 시간·일측성 성대마비·성대 주입술.

## REFERENCES

- 1) Schneider B, Denk DM, Bigenzahn W. *Functional results after external vocal fold medialization thyroplasty with the titanium vocal fold medialization implat. The Laryngoscope* 2003;113:628-34.
- 2) Speyer R, Hans C, Bogaardt A, Passos VL. *Maximum phonation time: variability and reliability. J of Voice* 2008;24:281-4.
- 3) Eokel FC, Boone DR. *The S/Z ratio as an indicator of laryngeal pathology. J of Speech and Hearing Disorder* 1981;22:147-49.
- 4) Tavares ELM, Brasolotto AG, Rodrigues SA, Pressin AB, Martins RHG. *Maximum phonation time and s/z ratio in a large child cohort. J of Voice* 2012;26(5):1-4.
- 5) Lablance GR, Maves MD. *Acoustic characteristics of post-thyroplasty patients. Otolaryngo Head and Neck Surg* 1992;107:558.
- 6) Fang TJ, Lee LA, Wang CJ, Li HY. *Intracordal fat assessment by 3-dimensional imaging after autologous fat injection in patients with thyroidectomy-induced unilateral vocal cord paralysis. Surgery* 2009; 146:82-7.
- 7) Solomon NP, Garlitz SJ, Milbrath RL. *Respiratory and laryngeal contributions to maximum phonation duration. J of Voice* 1999;14: 331-40.
- 8) Meer GVD, Ferreira Y, Looock JW. *The S/Z ratio: a simple and reliable clinical methods of evaluating laryngeal function in patients after intubation. J of Critical Care* 2010;25:489-92.
- 9) Gelfer MP, Pazera JF. *Maximum duration of sustained /s/ and /z/ and the S/Z ratio with controlled intensity. J of Voice* 2005;20:369-79.