

일측 성대마비 환자에서 성대내전술 후 성대접촉율의 증가가 음질 개선에 미치는 영향

이화여자대학교 의과대학 이비인후과학교실,¹
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실,² 음성언어의학연구소
김한수¹ · 최성희² · 임재열² · 최홍식²

= Abstract =

The Effect of An Increase of Closed Quotient on Improvement of Voice Quality after Type I Thyroplasty in Patients with Unilateral Vocal Cord Paralysis

Han Su Kim¹, Seung Hee Choi², Jae-Yol Lim² and Hong-Shik Choi²

¹Department of Otolaryngology, Ewha Womans University, Seoul; and ²Department of Otorhinolaryngology,
The Institute of Logopedics & Phoniatrics, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : To assess perceptual, acoustic and aerodynamic measure of voice quality in patients with unilateral vocal cord paralysis before and after type I thyroplasty.

Methods : The clinical records of patients operated type I thyroplasty in the Department of otorhinolaryngology, Yongdong Severance hospital from November 2001 to November 2003 were reviewed. All patients underwent a vocal function evaluation including perceptual, acoustic and aerodynamic measures of voice preoperative and on 60th postoperative day. The perceptual and acoustic measures were obtained from recording of patients' reading a 'Sanchak' passage. The perceptual evaluation was performed by 2 speech pathologists using a 4-point rating scale. Acoustic parameters (voice range profile low (RAL), voice range profile high (RAH), average fundamental frequency (AFx), closed quotient, harmonic to noise ratio, jitter and shimmer) were investigated by Lx speech studio. Mean flow rate (MFR), subglottic pressure (Psub) and intensity were measured using the Phonatory function analyzer. The maximum phonation time was also measured. The data were statistically analyzed. A paired t-test (p < .01) was used to compare preoperative and postoperative results. And multiple regression test was used to find which parameter was most correlated to improvement of postoperative voice quality.

Results : Among aerodynamic parameters, Psub (88.11mmH₂O→58.7mmH₂O), MPT (7.87sec→12.53sec), MFR (359.8ml/sec→161.06ml/sec) were statistically improved. AFx (205.5Hz→163.27Hz), AQx (23.9%→48.3%), RAL, RAH. Jitter and shimmer were improved. In multiple regression test, AFx and AQx was noted as the two most correlated parameters to improvement of postoperative breathiness. But general grade of voice quality was more correlated to Psub and shimmer.

Conclusion : Vocal fold medialization procedures effectively reduce glottic gap. Increasing of contact area of both vocal folds induced improvement in aerodynamic parameters and leded stabilizing of vocal fold vibration. That effect results in improvement in acoustic parameters (shimmer, jitter, signal-to-noise ratio, voice range profile) and voice quality.

KEY WORDS : Voice quality · Type I thyroplasty · Closed quotient.

서 론

일측 성대마비의 치료로 성대내전술의 효과는 널리 알려

져 있다. 일반적으로 마비된 성대가 중앙으로 내전 되면서 양측 진성대 점막의 접촉 면적이 증가하고 이에 따라 음성 효율도 개선되는 것으로 알려져 있다. 성대내전술에 의한 음질의 개선을 객관적으로 평가하기 위해 여러 가지 방법

논문접수일 : 2003년 5월 20일

심사완료일 : 2003년 6월 3일

책임저자 : 최홍식, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소

전화 : (02) 3497-3461 · 전송 : (02) 3463-4750 · E-mail : hschoi@yumc.yonsei.ac.kr

을 사용할 수 있다. 먼저 후두 스트로보스코피를 이용해 눈으로 직접 확인하는 방법을 고려할 수 있다. 하지만 이 경우에는 혀를 잡아당기고 검사를 해야 하기 때문에 정상적인 발성과는 차이가 있을 수 있으며 음질 분석 관련 지표가 표시되지 않는 단점이 있다. 반면에 기존에 상품화 되어 있는 CSpeech, Dr. Speech science, Computerized Speech Lab 등은 동시에 여러 분석을 시행함으로써 다양한 척도로 분석이 가능하다. 하지만 상기한 분석기기에서는 검사 재료가 연장 모음만을 사용해야 하기 때문에 실제적인 문장 수준 사용의 음질 개선 정도를 측정하는 데는 약간의 한계가 있을 수 있다. 그러나 최근 영국 Laryngograph사에서 개발한 Lx speech studio의 SPEAD(Speech Pattern Element Acquisition and Display) 프로그램은 1분 이상의 문장 읽기를 어음 재료로 하여 4개의 채널에서 Speech pattern element display, speech spectrogram, fundamental frequency contours, Laryngograph contact quotient contours의 analogue waveform을 실시간으로 분석할 수 있다.

이에 저자들은 SPEAD 프로그램을 이용하여 성대내전술 후 증가하게 될 성대접촉율의 변화가 음질의 개선에 있어 공기역학적 변수와 음향학적 변수 사이에 미치는 영향을 알아보고 성대접촉율이 가지는 중요성을 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대 상

2001년 11월부터 2003년 11월까지 일측 성대마비로 영동세브란스 병원에서 제 I형 갑상성형술 또는 피열연골내전술을 함께 시행 받은 환자 중 술 전과 술 후 2개월에 공기역학적검사와 음향학적검사를 모두 시행한 22명의 환자를 대상으로 하였다.

2. 방 법

1) 청지각적 평가

약 1분 20여 초의 길이에 해당하는 '산책' 문장 읽기를 Lx Speech studio 프로그램에서 녹음 한 후 이를 숙련된 2명의 언어치료사가 평가하였다. 평가항목은 GRABS scale의 'G'와 'B' 두 항목으로 하였으며 평가척도는 0~3점까지 4점 척도(정상-0점, 경도-1점, 중등도-2점, 고도-3점)를 기본으로 0.5단위 평정도 허용하였으며 두 평가치의 평균을 분석에 이용하였다. 평가자 간 1.5점 이상 차이는 평정의 경우 재평가를 하였으며 조정될 경우 조정된 점수를 사용하였다. 재평가 후에도 같은 평정 결과를 보이면 그대로 사용하였다.¹⁾

2) 음향학적 검사

양측 갑상연골 부위에 전기성문과형검사를 위한 전극 밴드를 착용한 후 '산책' 문장 읽기를 Lx Speech studio(Laryngograph Ltd, London, UK)에 녹음하여 SPEAD 프로그램을 이용하여 분석하였다. 분석으로 추출한 변수는 RAL(voice range profile low), RAH(voice range profile high), 평균기본주파수(AFx), 기본주파수 표준편차(SDFx), 평균성대접촉율(AQx), 성대접촉율 표준편차(SDQx), jitter, shimmer, 신호대잡음비(HNR) 이었다.

3) 공기역학적 검사

Phonatory function analyzer(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan)의 마우스 피스에 입을 대고 약 2초 가량 /o/ 음을 발성 시킨 후 기류저지 셔터를 눌러 평균호기류율(MFR), 음압(dB), 성문하압(Psub)을 측정하였다. 또한 초시계를 이용하여 최대발성지속시간(MPT)을 측정하였다.

4) 통 계

술 전과 술 후 변화가 있는 변수를 확인하기 위해서 multiple paired T-test를 이용하였으며, 음질의 개선과 연관이 있는 변수를 확인하기 위해 청지각적 검사의 'G'와 'B' 두 항목을 종속변수로 삼고, 음향학적검사와 공기역학적검사에서 측정되는 변수를 독립변수로 삼아 다중회귀분석을 시행하였다. 신뢰 수준은 99%로 하였다.

결 과

총 21명의 환자가 분석 대상이 되었다. 이중 19명은 제 I형 갑상성형술과 피열연골내전술을 복합 시행 받은 환자였으며 3명은 제 I형 갑상성형술만 시행 받은 환자였다. 남

Table 1. Pre/postoperative mean and standard deviation of acoustic parameters of unilateral vocal cord palsy patients with medialization procedure(N=21)

	Preop.	Postop.	p-value
RAL(Hz)	154.71±43.47	128.48±34.49	.004
RAH(Hz)	310.86±54.04	291.00±62.03	.244
Afx(Hz)	205.05±68.30	163.27±42.09	.000
SDFx(Hz)	25.00±36.37	2.19±1.91	.010
AQx(%)	23.87±17.59	48.29±8.43	.000
SDQx(%)	2.02±3.29	0.81±1.73	.167
Jitter(%)	17.04±23.12	1.51±2.17	.007
Shimmer(%)	23.93±21.48	11.06±10.80	.018

RAL : voice range profile low, RAH : voice range profile high, Afx : average fundamental frequency, SDFx : standard deviation of fundamental frequency, AQx : average closed quotients, SDQx : standard deviation of closed quotient, HNR : harmonic to noise ratio

너 비는 각각 8 : 14였다. 수술 전후 통계적으로 의미 있게 변화한 변수는 음향학적 검사에서는 RAL, AFx, SDFx, AQx, jitter, HNR였으며(Table 1) 공기역학적 검사에서는 MFR, Psub, MPT이었다(Table 2).

기본주파수의 변화를 보면 AFx가 술 전 205.05Hz에서 술 후 163.27Hz로 RAL는 154.71Hz에서 128.48Hz로 통계적으로 의미 있게 낮아졌으며 RAH 또한 통계적으로 유의하지는 않지만 역시 술 후에 낮아졌다(Fig. 1). SDFx의 변화를 보면 술 전 25.00Hz에서 술 후 2.19Hz로 성대내전술로 술 후 보다 안정적인 성대진동이 이루어짐을 알 수 있었다. 또한 산책문장 읽기의 기본주파수와 음강도의 분석도를 보면 일반적으로 술 후에 음역이 확대된 것을 확인 할 수 있었다(Fig. 2). AQx은 술 전 23.87%에서 술 후 48.29%로 상당한 개선을 보였으며 jitter는 17.04%에서 1.51%

Table 2. Pre/postoperative mean and standard deviation of aerodynamic parameters of unilateral vocal cord palsy patients with medialization (N=21)

	Preop.	Postop.	p-value
Intensity (dB)	67.84 ± 7.88	70.55 ± 4.81	.170
MFR (ml/sec)	359.77 ± 222.01	161.06 ± 75.64	.000
Psub (mmH ₂ O)	88.11 ± 55.23	58.73 ± 19.76	.008
MPT (sec)	7.87 ± 4.58	12.53 ± 4.47	.001

MFR : Mean flow rate, Psub : subglottic pressure, MPT : maximum phonation time

로 HNR은 14.71%에서 20.21%로 개선되었다.

공기역학적 변수의 변화를 보면 MFR이 술 전 359.8ml/sec에서 술 후 161.06ml/sec로 Psub은 88.11mmH₂O에서 58.73mmH₂O로 MPT는 7.87초에서 12.53초로 술 후에 모두 개선되었다. 그러나 음압의 경우에는 술 전 67.84 dB에서 술 후 70.55dB로 증가하였으나 통계적인 유의성은 없었다.

다중회귀분석의 결과를 보면, 전반적인 음질을 나타내는 'G' 와 유의한 상관관계가 있는 변수는 Psub와 shimmer인 것으로 나타났다(Fig. 3). 반면 기식음을 나타내는 'B'

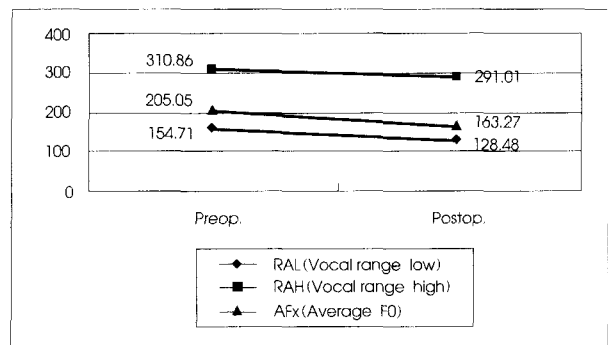


Fig. 1. Preoperative and postoperative mean values of the fundamental frequency. All postoperative values were lowered after medialization thyroplasty but the voice range profile (VRP) was widened.

Fig. 2. Voice range profile of 44 year-old woman with unilateral vocal cord palsy. A: preoperation, B: postoperation. After medialization procedure, voice range profile was widened.

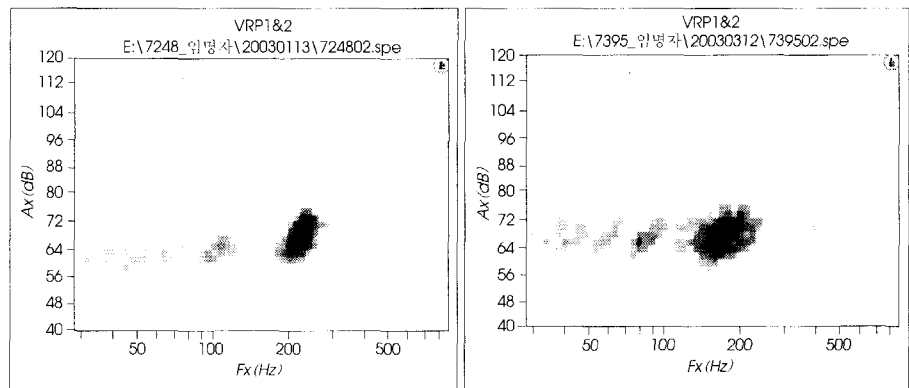


Fig. 3. Parameters correlated to improvement of general voice quality (G). In multiple regression test, Psub and shimmer was noted as the two most correlated parameters to improvement of postoperative voice quality. The correlation rate of subglottic pressure with improvement of voice quality was -0.486 and that of shimmer was 0.512.

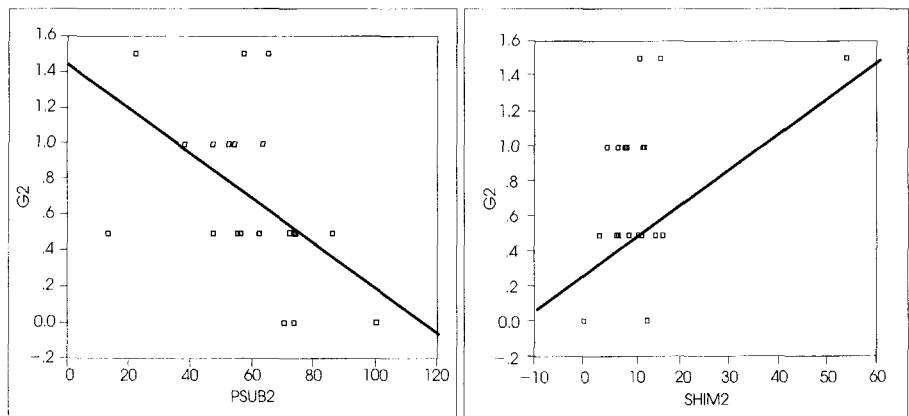
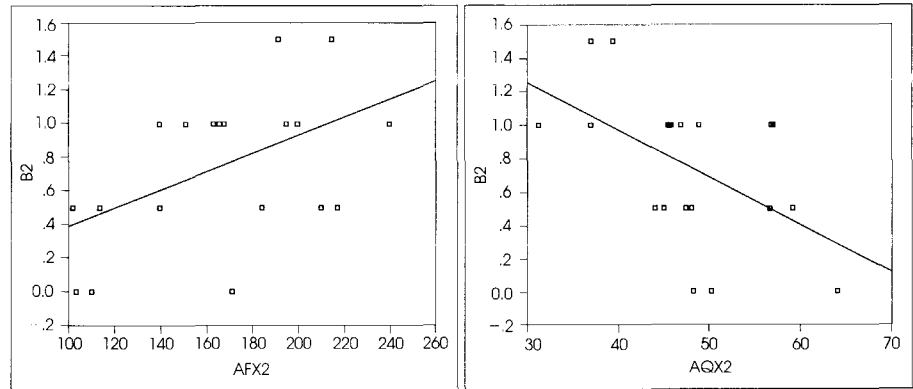


Fig. 4. Parameters correlated to improvement of breathiness (B). In multiple regression test, AFx and AQx was noted as the two most correlated parameters to improvement of postoperative breathiness. The correlation rate of AFx with improvement of breathiness was 0.491 and that of AQx was -0.523.



는 AFx, AQx와 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다 (Fig. 4).

고 찰

제 I 형 갑상성형술, 피열연골내전술과 같은 성대내전술은 1970년대부터 일측성대마비 환자의 치료에 널리 사용되어왔으며²⁾ 성대내전술 후에 음향학적, 공기역학적 지표들이 호전됨은 여러 기존 연구들에 의해 보고되어 왔다.³⁾⁴⁾ 이런 여러 지표들의 개선은 기본적으로 위 두 술식의 특성에서 찾을 수 있다. 즉, 성대 진동 점막의 자유연에는 손상을 입히지 않고 마비된 성대를 내전 시킴으로써 Hirano가⁵⁾ 제창한 덮개-몸체 구조의 손상 없이 양측 성대 점막의 대칭적인 진동이 회복되게 되는 것이다.⁶⁾

결과에서 보면 문장 읽기의 기본주파수가 술 후에 상당히 낮아진 것을 볼 수 있다. 이는 아마도 성구(vocal register)와 관련이 있을 것으로 생각된다. 일측성대마비 환자는 필연적으로 나타나는 성문간극을 보상하기 위해서 또는 어쩔 수 없는 병리적 특성으로 인하여 가성구(falsetto register)를 사용하게 되며 이는 기본주파수의 상승과 불안정을 가져오게 된다. 그러나 성대내전술 후에 환자가 진성구(modal register)를 회복하게 되면서 기본주파수가 낮아지게 되는 것으로 생각된다. 술 후에 기본주파수의 표준편차가 상당히 감소하는 결과도 이를 뒷받침 한다고 할 수 있다. 또한 여러 기본주파수의 안정화는 jitter와 shimmer의 개선으로 표현된다. 그러나 기존의 다른 연구들을 보면 술 후 기본주파수의 변화에 대해서는 각각 상이한 결과를 보고한 경우가 있는데 이는 아마도 검사재료, 분석 기기 및 방법, 검사 시기의 차이에서 기인하는 것으로 생각된다.⁷⁾

일측성대마비에서 나타나는 음성장애의 가장 주요한 문제점은 양측 성대 점막의 접촉불량에서 발생하는데 따라서 몇 가지 특징적인 음성의 형태를 나타내게 된다. 그 첫번째가

성대의 불안정한 내전에 의해 나타나는 기식음(Breathiness)이다. 다중회귀 분석 결과에서 보듯이 성대내전술을 통해 호전되게 되는 AQx가 기식음의 호전과 가장 높은 상관관계를 나타내는 것은 당연한 결과라 할 수 있다. 이 외에도 AFx 또한 기식음의 호전과 유의한 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 이는 위에서 언급 했듯이 성구로 설명이 가능할 것이다. 즉 성대의 내전이 불충분 할수록 기식음은 증가하고 환자는 가성구를 이용하게 되어 이는 기본주파수의 상승으로 표현되는 것이다. 이외에도 일측성대마비의 특징적 음성형태로 이중음(diplophonia)이 있다. 이중음은 양측 성대의 긴장도 차이(unequal longitudinal tension of the vocal folds) 때문에 나타나게 되는데 이로 인해 음역(voice range profile)이 작아지게 되고 고음조절에 장애가 나타난다. Fig. 1의 결과에서 나타나는 술 후 음역의 확장은 이와 같은 이중음의 개선으로 설명할 수 있을 것이다.

공기역학적 변수의 변화를 보면 술 후에 성문하압, 평균 호기류율, 최대발성지속시간이 유의하게 호전되었으나 음강도는 통계적인 유의성은 없는 것으로 나타났다. 기존연구를 보면 마비된 성대가 내전되면서 성문하압이 증가하고 호기류의 질이 개선되며 성문하압의 증가에 따라서 음강도가 증가하는 것으로 되어 있다.⁸⁾ 그러나 이번 연구에서는 술 후에 오히려 성문하압이 감소하였다. 일반적으로 성대내전술 후 성문간극이 줄어들면서 성문하압이 증가하는 것은 사실이다. 그러나 이와 함께 평균호기류율이 감소하기 때문에 편안한 크기의 음강도를 발생하기 위해서 굳이 이전과 같은 큰 성문하압의 생성이 필요 없어진다. 즉 음성 효율이 개선되었기 때문에 오히려 술 후에 성문하압은 감소하는 것으로 이와 같은 결과를 설명할 수 있을 것이다. 반면 음강도가 기존의 연구와는 다르게 큰 호전이 없는 것으로 나온 이유는 아마도 검사 시기와 연관이 있을 것으로 생각된다. 즉 이번 연구에서는 술 후 검사를 모두 술 후 2개월에 시행하였는데 이 기간은 아마도 환자가 정상적인 음량을 회복하

는데 부족한 것으로 생각된다.

발성은 성문을 지나는 기류가 유발하는 베르누이 효과로 성대 점막의 규칙적인 진동운동에 의해 형성된다. 이 때 양측 점막 진동의 대칭성과 진폭은 진성대의 질량, 긴장도, 성문하압 그리고 성문을 지나는 기류의 질에 의해서 결정된다.⁷⁾ 제 1 형 갑상성형술에 삽입하는 보형물은 성대근의 질량과 긴장도를 증가시키고 피열연골내전술의 동시 시행은 긴장도 증가와 성문틈 감소에 큰 효과를 나타내어 성문하압과 평균호기류율의 개선을 가져온다. 즉 술 후 성대 점막의 진동은 규칙성과 대칭성을 회복하게 되고 이는 음질의 개선으로 나타난다. 따라서 음질을 나타내는 'G' 와 유의한 상관관계가 있는 변수는 Psub와 shimmer인 것은 이로 설명할 수 있을 것이다.

결 론

성대내전술은 마비된 성대를 내전시켜 성대간극을 좁혀 줄으로써 양측 성대점막의 접촉 면적 증가를 가져오고(성대 접촉율의 증가), 이는 성문하압과 호기류의 개선을 유발하여 규칙적이고 대칭적인 성대 점막의 진동을 가능케 함으로써 안정적인 기본주파수의 생성 및 음역의 확대와 음질의 개

선으로 표현된다.

중심 단어 : 음질 · 성대내전술 · 성대접촉율.

REFERENCES

- 1) Pyo HY, Choi SH, Lim SE, Sim HS, Choi HS, Kim KM. *The correlation between GRABS scale and MDVP parameters on the pathologic voices of the patients with vocal polyps. J Korean Soc Logo Phon* 1999;10:154-2.
- 2) Isshiki N, Morita H, Okamura H. *Thyroplasty as a new phonosurgical technique. Act Otolaryngol* 1974;78:451-7.
- 3) Choi HS, Chung YS, Kim SG, Kim YH, Kim KM. *Analysis of pre and post-operative speech in combined operation of type I thyroplasty and arytenoid adduction for unilateral vocal cord palsy. J Korean Soc Logo Phon* 1998;9:66-70.
- 4) Choi HS, Kim KM, Cho JI, Kim SH, Kim HY. *Effects of arytenoids adduction and type I thyroplasty combined surgery for unilateral vocal cord paralysis. Korean J Otolaryngol* 1997;40:505-12.
- 5) Hirano M. *Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. Folia Phoniat* 1974;26:89.
- 6) Sasaki CT, Leder BB, Petcu L. *Longitudinal voice quality changes following Isshiki thyroplasty type I: the Yale experience. Laryngoscope* 1990;100:849-52.
- 7) Sridhara SR, Ashok KG, Raghunathan M, Mann SBS. *To study voice quality before and after thyroplasty type I in patients with symptomatic unilateral vocal cord paralysis. Am J Otolaryngol* 2003;24:361-5.
- 8) Kim KM, Choi HS, Kim YH, Cho JI, Lee SM, Park SS, et al. *Effect of arytenoids adduction for unilateral vocal cord paralysis. Korean J Otolaryngol* 1995;38:581-6.