

Lx Speech Studio를 이용한 성대결절환자의 전기성문파형 측정치 분석

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소
이성은 · 임성은 · 최성희 · 표화영 · 최재남 · 최홍식

= Abstract =

The Analysis of Electroglottographic Measures from Lx Speech Studio Program in Patients with Vocal Nodules

Sung-Eun Lee, MS, Seong-Eun Lim, BS, Seong-Hee Choi, MS,
Hwa-Young Pyo, MS, Jae-Nam Choi, MS and Hong-Shik Choi, MD
*The Institute of Logopedics & Phoniatrics, Department of Otorhinolaryngology,
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

The purpose of this study is to analyze the EGG measures from Lx Speech Studio program (Laryngograph Ltd, UK) in patient with vocal nodule. Thirty female adults (15 patient with vocal nodule, 15 normal speaker) produced sustained vowel and read the passage. They were grouped into three groups based on Grade (GRBAS) : normal-G0, nodule-G1, nodule-G2. Estimates of Fx (Hz), Qx (%), Jitter, Shimmer, and HNR were made from a 500msec midportion of vowel. In addition, DFX (Hz), DQx (%), CFx (%) and CAx (%) were obtained from reading the passage. These data were compared among groups. The results were as follow : Jitter, Shimmer, HNR were significantly higher in nodule-G2 group than in normal-G0 & patient-G1 group. In nodule-G2 group, CFx and CAx from reading passage were significantly higher. For patients with nodule, asymmetry or irregularity were observed in graphs of QxFx & CFx provided by Quantitative Analysis.

KEY WORDS : EGG (Electroglottography) · Lx Speech Studio.

서 론

전기성문파형검사(Electroglottography, EGG)는 성대 진동 시 성대 접촉 여부에 따른 전기저항을 그래프로 나타낸 것으로서 비침습적으로 성대 진동 과정 중 점막 접촉 양상에 관한 정보를 얻을 수 있는 방법이다.¹⁾²⁾ 음성 장애의 경우, 후두 내부를 직접 관찰하지 않아도 성대 접촉 양상을 통해 성대 질환에 관한 정보를 간접적으로 제공할 수 있기 때문에 임상적으로 적용하려는 시도가 끊임없이 계속되어 왔다.³⁻⁶⁾ 한편 전기성문파형검사는 주로 모음 연장 발성을 사용하는데, 이것이 한 개인의 자연스러운 의사소통맥락에

서 나타나는 음성문제를 어느 정도 반영할 수 있을지에 관한 문제가 제기되어 왔다. 성대 병변이 파형에 충분히 영향을 끼치지 못할 정도로 작을 경우, 모음 연장 발성만으로는 음성 문제를 정확히 진단하기 어렵기 때문이다.

Lx Speech Studio (Laryngograph Ltd, UK)는 이러한 문제를 극복하고자, 모음 연장발성 뿐만 아니라 2분 이상의 음성을 분석할 수 있도록 고안된 프로그램이다. Lx Speech Studio는 두 가지 프로그램으로 구성되어 있다. 첫째, SP-EAD (Speech Pattern Element Acquisition and Display)는 4 channels에서 Speech Pattern Element Displays, speech spectrogram, fundamental frequency contours, Lx contact quotient contours의 analogue waveform을 실시간으로 나타낼 수 있다. 이 중, Speech Pattern Element Displays는 fundamental frequency contours에 amplitude와 friction이 함께 표현될 수 있는 독특한 파형이다. 분석구간을 지정하여 Voice Profile Analysis를 하면 기본 주파수(Fx), 성문폐쇄율(Qx), Jitter, Shimmer, HNR을 측

논문접수일 : 2003년 10월 28일
심사완료일 : 2003년 11월 1일
책임저자 : 최홍식, 135-270 서울 강남구 도곡동 146-2
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소
전화 : (02) 3497-3461 · 전송 : (02) 3463-4750
E-mail : hschoi@yumc.yonsei.ac.kr

정할 수 있으며, LPC와 FFT spectrum 분석도 가능하다. 또한 음성 녹음시에 4 channels을 포함한 주화면(main screen) 하단에는 EGG 파형이 실시간으로 확대되어 나타난다. 둘째, Quantitative Analysis(Qa)는 SPEAD 프로그램에서 녹음된 SPE file 전체를 분석하는 프로그램으로서, 2분 이상의 음성자료를 요구한다. 여러 가지 측정치에 관한 수치적 분석뿐만 아니라 측정치간에 관계를 그래프를 통해 다양하게 제공하고 있어, 음성의 다각적인 분석이 가능하다.

이 연구는 Lx Speech Studio 프로그램을 이용하여 성대 결절환자의 청지각적 평가에 의한 중증도(severity)에 따라 전기성문파형 측정치의 차이가 있는지 알아보려고 하였다. 모음 연장 발생 뿐 아니라 문단 읽기 과제를 실시하였으며, 수치적 분석 뿐 아니라 프로그램이 제공하는 측정치의 분포도를 관찰하였다.

연구방법

1. 연구대상

후두정밀검사를 통해 성대결절로 진단된 환자 중, 20~30대 여성 환자 15명과 정상군 15명을 연구대상으로 하였다. 경력 5년 이상인 음성언어치료사가 녹음된 문단 읽기 자료를 듣고 청지각적인 평가 GRBAS를 실시하여, 환자군은 G(Grade) 점수에 따라 다시 환자G1군(8명)과 환자G2군(7명)으로 나누었다. 정상군은 목소리의 이상이 없을 뿐만 아니라, 청력과 조음의 문제가 없으며 음성 녹음시 감기나 비염 등 인후두계통의 질환을 앓고 있지 않은 것을 확인하였다. 또한 GRBAS 평가 결과, G 점수가 모두 0점이었다

Table 1. Characteristics for three groups

	정상G0군	환자G1군	환자G2군	
Sample Size	15	8	7	
Age	Mean	27.27	28.13	29.71
	Range	23-36	20-40	19-38
Grade	0	1	2	

Table 2. Means and standard deviation of EGG measures from sustained vowel /a/ & results of planned comparison among three groups

	정상G0군	환자G1군	환자G2군	F
Fx(Hz)	216.96 ± 15.83	214.40 ± 21.06	203.07 ± 15.76	1.539
Qx(%)	49.76 ± 5.36	50.82 ± 7.05	43.97 ± 6.37	2.844
Jitter	0.61 ± 0.35	2.33 ± 2.98	5.76 ± 7.24	4.513*
Shimmer	7.39 ± 2.21	8.23 ± 4.21	13.74 ± 3.37	10.399*
HNR	28.11 ± 1.42	25.26 ± 2.87	20.03 ± 4.88	11.131*

* : p < .05

(Table 1). GRBAS 점수에 대한 제 2 평가자와의 일치도(agreement)는 93.3%였다.

2. 자료수집 및 분석

EGG의 전극(electrode)을 대상자의 감상연골 양측에 고정시킨 후, 평상시 편안한 목소리로 모음 /a/를 약 2초간 연장발성하고 '산책' 문단 읽기를 시행하였다. Lx Speech Studio 프로그램(Laryngograph Ltd, UK)을 이용하여, 모음은 안정구간 500ms에서 기본주파수(Fx), 성문폐쇄율(Qx), Jitter, Shimmer, HNR을 측정하였다(Fig. 1) 녹음된 문단은 Quantitative Analysis를 하여 평균기본주파수분포(DFx mean), 평균음성강도분포(DAx mean), 평균성문폐쇄율분포(DQx mean), 주파수불규칙성(CFx), 강도불규칙성(CAx)을 측정하였다. 또한 프로그램이 제공하는 측정치들의 분포도 중에 CFx(주파수 규칙성에 관한 분포도)와 QxFx(성문폐쇄율과 기본주파수에 관한 분포도)를 관찰하였다.

통계 분석은 Statistical Packages for Social Science(SPSS, version 11.5)를 이용하였다. 모음 연장 발생과 문단 읽기 과제에서의 측정치들을 세 집단별(정상G0군, 환자G1군, 환자G2군)로 비교하기 위하여, 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고 Tukey HSD로 사후검정하였다.

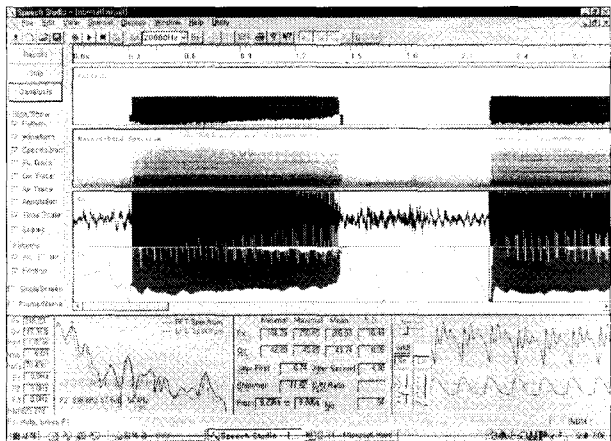


Fig. 1. Examples of /a/ vowel on Lx Speech Studio program.

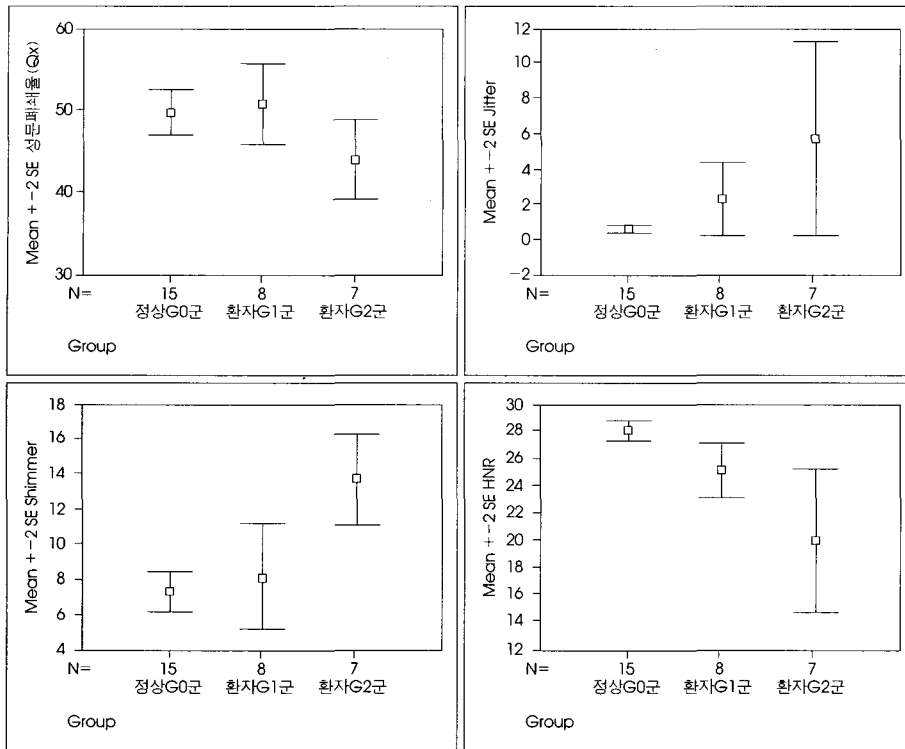


Fig. 2. EGG measures from sustained vowel /a/ in three groups (Qx, Jitter, Shimmer, HNR).

Table 3. Means and standard deviation of EGG measures from reading passage & results of planned comparison among three groups

	정상G0군	환자G1군	환자G2군	F
Dfx(Hz)	206.05 ± 18.29	205.40 ± 17.67	192.96 ± 15.47	1.459
DQx(%)	47.10 ± 4.43	50.38 ± 5.14	46.64 ± 4.38	1.635
CFx	4.50 ± 1.60	9.8 ± 5.54	18.49 ± 8.98	14.150*
CAx	3.81 ± 1.05	6.04 ± 1.48	8.67 ± 3.60	17.227*

* : p<.05

결 과

1. 모음 측정지 비교

기본주파수(Fx)와 성문폐쇄율(Qx)은 세 집단 간의 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 음질(Voice Quality)과 관련된 음향학적 변수인 Jitter($F(2, 27)=4.513, p=.020$), Shimmer($F(2, 27)=10.399, p<.001$), HNR($F(2, 27)=11.131, p<.001$)는 세 집단 간의 유의한 차이가 나타났다(Fig. 2). 사후검정 결과, 환자G2군이 다른 두 집단과 차이가 나타났고, 정상G0군과 환자G1군은 통계적 차이가 나타나지 않았다.

2. 문단 읽기 측정지 비교

평균기본주파수분포(DFx)와 평균성문폐쇄율분포(DQx)는 세 집단 간의 차이가 나타나지 않았다. 주파수불규칙성(CFx ; $F(2, 27)=17.227, p<.001$)과 강도불규칙성(CAx ;

$F(2, 27)=14.450, p<.001$)은 세 집단 간의 유의한 차이가 나타났다(Fig. 3). 사후검정 결과, 환자G2군이 다른 두 집단에 비해 유의하게 높았고, 정상G0군과 환자G1군은 통계적 차이가 나타나지 않았다.

3. 문단 읽기 분포도 비교

주파수 규칙성에 관한 CFx의 경우, 정상군은 주요분포가 일직선으로 나타나서 성문파형이 주기성이 규칙적임을 나타낸 반면, 환자군은 주기성이 불규칙적임을 나타내는 부수적인 선이 넓게, 여러 개 관찰되었다. 환자G1군은 2명을 제외한 6명에게서, 환자G2군은 7명 전원에게서 주요분포 이외에 부수적인 선이 관찰되었다(Fig. 4).

성문폐쇄율과 기본주파수의 관계에 관한 QxFx의 경우, 정상군은 Qx와 Fx의 분포가 타원형 모양으로 밀집되어 나타났다. 반면, 환자군은 분포도가 비대칭적이었고, 저주파수대에서 주요분포와 동떨어진 특이 요소가 관찰되었다. 환자

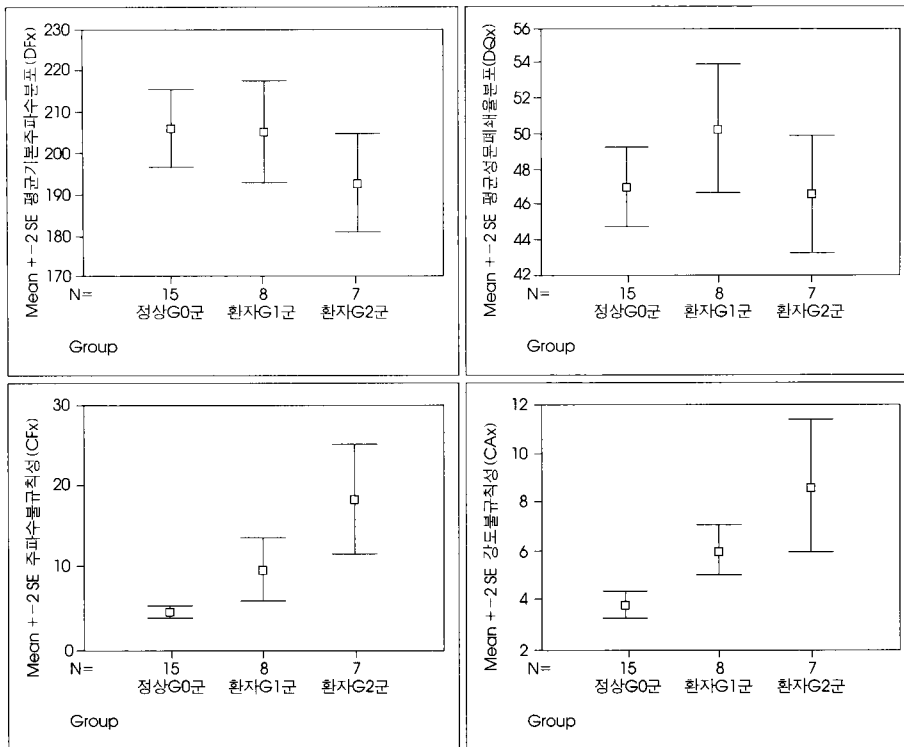


Fig. 3. EGG measures from reading passage in three groups (DFx, DQx, CFx, CAX).

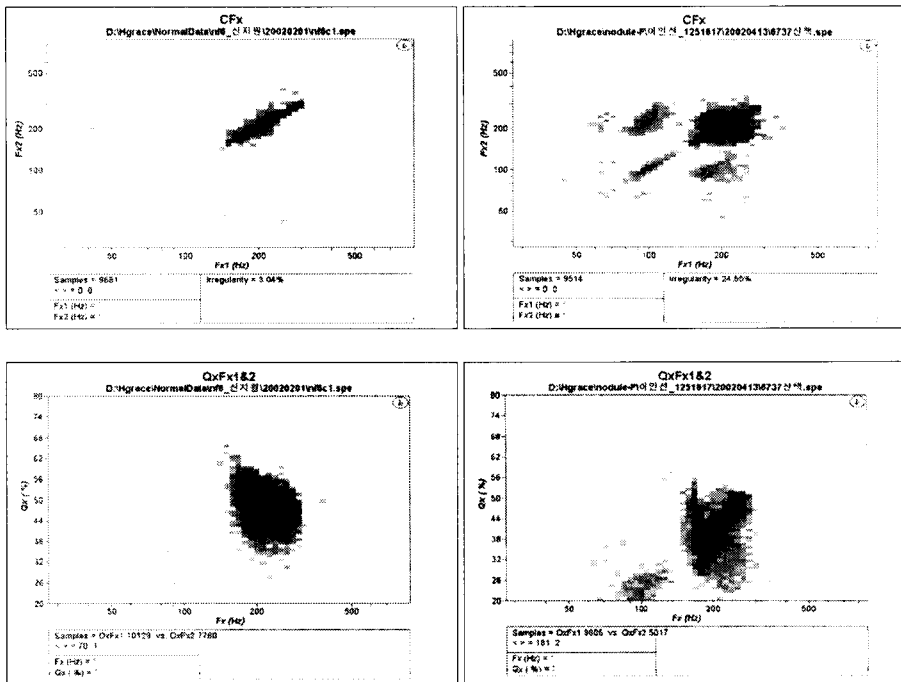


Fig. 4. Cx, The larynx frequency cross-plot simply indicates the relation between successive pairs of vocal fold periods each of which has been analysed in the sample of connected speech. Normally only a single slim diagonal is found (left : normal, right : patient).

Fig. 5. QxF, Quality Index distribution (left : normal, right : patient).

G1군은 2명을 제외한 6명에게서, 환자G2군은 7명 전원에서 특이 요소가 관찰되었다(Fig. 5).

고찰

성대결절 여환의 전기성문과형 측정치는 청지각적 평가

에 의한 중증도에 따라 다른 양상을 나타내었다. 음성 장애가 다소 심한 경우(환자G2군)는 음질과 관련된 측정치 (Jitter, Shimmer, HNR)가 정상군과 통계적으로 차이를 보였지만, 음성 장애가 경미한 경우(환자G1군)에는 정상군과의 차이가 나타나지 않았다. 이는 전기성문과형에 영향을 미치는 성대결절의 위치나 크기와 관련 있을 것으로 보인다.

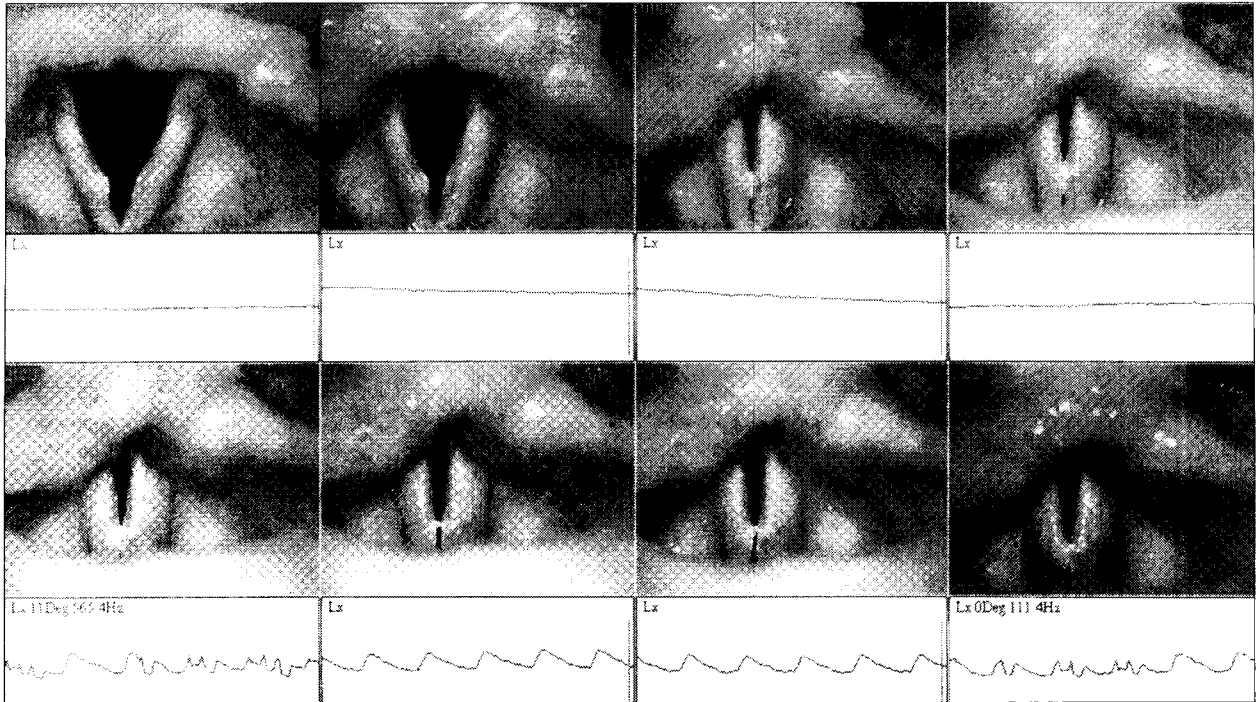


Fig. 6. Glottic Vibration with posterior chink in patient with vocal nodule.

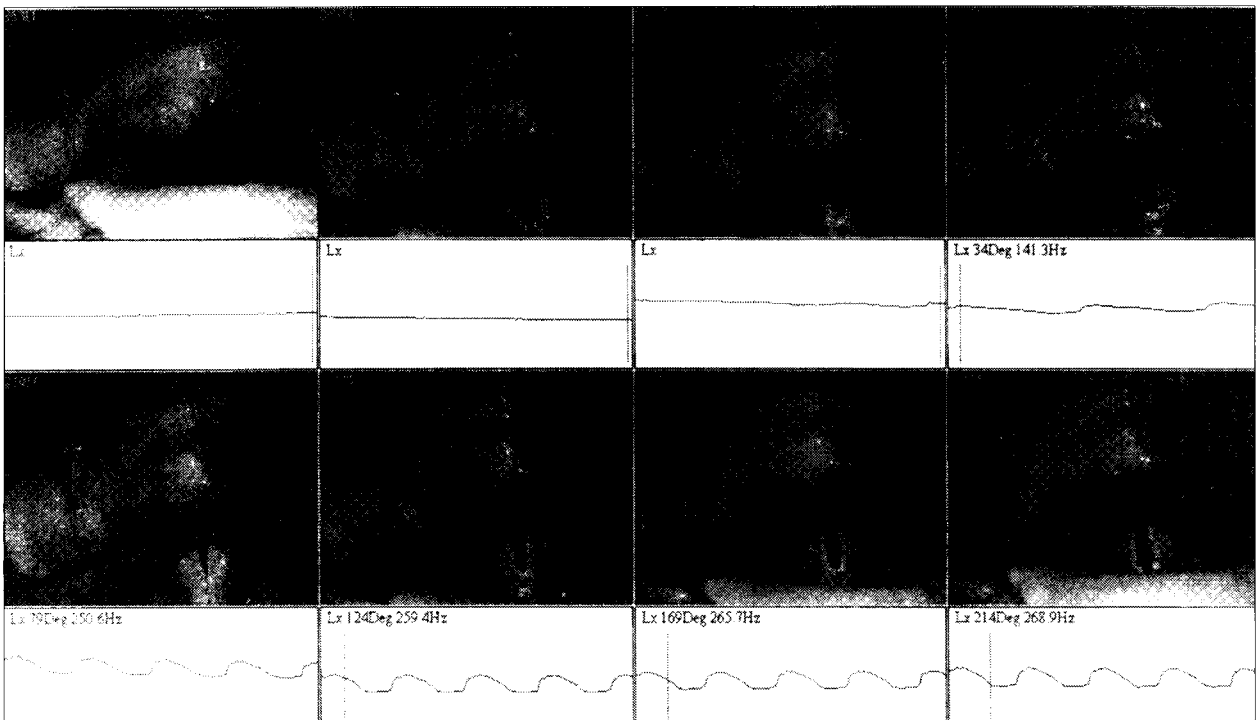


Fig. 7. Glottic Vibration with complete closure in patient with vocal nodule.

다. 음성 장애가 경미한 경우가 평균 수치만으로는 정상치와 차이가 나타나지 않았지만, 문단 읽기를 통해 얻은 측정치의 분포도에서는 정상과 다른 특이요소가 관찰되었다. CFx의 경우는 주기성이 불규칙적임을 나타내는 부수적인

선이 넓게, 여러 개 관찰되었고, QxFx의 경우는 분포도가 비대칭적이었고, 저주파수대에서 주요분포와 동떨어진 특이요소가 관찰되었다. 즉, 음성 장애가 다소 심한 경우에는 두 개의 다른 과제 -모음연장 발생과 문단 읽기-에서 음성

문제가 일관적으로 나타나지만, 음성 장애가 경미한 경우에는 모음 발성에서보다는 다양한 자음과 모음이 포함된 연속 발화에서 환자의 음성 문제가 확인될 가능성이 높음으로 나타났다.

한편, 전기성문과형 측정치에 관한 대부분의 연구에서는 성대결절이나 폴립의 경우에 성문폐쇄율이 정상치보다 높다고 보고되었으나,^{8),9)} 본 연구에서는 중증도에 따라 다른 양상이 나타났다. 환자G1군은 기존 연구 결과와 마찬가지로 성문폐쇄율이 정상보다 다소 높았지만, 환자G2군은 오히려 낮았다. 부가적으로 후두 스트로보스코피를 통해 모음 발성시 성대 접촉 양상을 관찰한 결과, 환자G2군은 7명 모두에게서 성대 전체가 아닌 비대해진 결절부위만의 접촉이 관찰되었는데(Fig. 6), 이로 인하여 성문폐쇄율이 오히려 정상치보다 낮아진 것으로 추측된다. 본 연구와 같이 대상자를 여성으로만 국한한 Kelly의 연구¹⁰⁾에서도 성문폐쇄율이 정상보다 낮게 보고되었다. 한편, 환자G1군 중에서 성문폐쇄율이 낮게 나타난 3명은 환자G2군과 마찬가지로 결절 부위만 진동하여 성문폐쇄율이 낮게 나타났지만, 나머지 5명은 성대 전체가 접촉되는 것이 관찰되었고(Fig. 7) 성대 개방시 결절 부위가 늦게 떨어져서 기존의 보고대로 성문폐쇄율이 정상보다 높게 나타났다. 또한 성문폐쇄율이 높게 나타난 이들 5명 중 4명이 성악 전공자였다는 점은 흥미로운 점이다. 대화시의 편안한 발성에서는 성대 전체를 넓게 접촉시키는 것으로 확인되었지만, 고음을 발성할 때에도 효율적인 성대 접촉이 이루어지는지를 확인하는 것이 정확한 음성 진단에 포함되어야 할 것으로 보인다.

결 론

성대결절 여환의 전기성문과형 측정치는 청지각적 평가

에 의한 중증도에 따라 다른 양상을 나타내었다. 그 중, 성문폐쇄율은 성대결절의 크기나 성대접촉양상에 따라 민감하게 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 음성문제가 경미한 경우, 전기성문과형 측정치의 평균 수치만으로는 정상과 차이가 나지 않더라도 분포도에서 특이요소가 관찰되므로, 음성진단에 있어 연속발화(connected speech)에 관한 분포도의 중요성이 확인되었다.

중심 단어 : 전기성문과형검사 · Lx Speech Studio.

REFERENCES

- 1) Titze IR. Interpretation of the Electrolottographic Signal. *J Voice* 1990;4 (1):1-9.
- 2) Baken RJ. Special Article: Electrolottography. *J Voice* 1992;6 (2): 98-110.
- 3) Kitzing P. Clinical Applications of Electrolottography. *J Voice* 1990; 4 (3):238-49.
- 4) Colton RH, Conture EG. Problems and Pitfalls of Electrolottography. *J Voice* 1990;4 (1):10-24.
- 5) Choi HS, Kim GR, Kim KM, Kim KS, Cho GJ. Clinical application of Electrolottography. *Korean J Otolaryngol.* 1990;33 (3):537-47.
- 6) Choi HS, Cho JI, Kim KM, Park SS. Electrolottographic Analysis of Voice in Normal Adults. *Korean J Otolaryngol.* 1994;37 (5):1017-25.
- 7) Fourcin A. Voice Quality and Electrolaryngography. In: Kent RD, Ball MJ, editors. *Voice Quality Measurement.* Singular;2000.
- 8) Childers DG, Alaska YA, Hicks DM, Moore GP. Vocal fold vibration: An EGG model. In: Baer T, Sasaki C, Harris K, editors. *Laryngeal function in phonation and respiration.* Boston: College-Hill Press;1987.
- 9) Dejonckere PH, Lebacq J. Electrolottography and Vocal Nodules. *Folia Phoniat* 1985;77:195-200.
- 10) Kelly DH. Variations Across Time in Acoustic and Electrolottographic Measures of Phonatory Function in Women With and Without Vocal Nodules. *J Speech Hear Res.* 1995;38:783-93.