변성발성장애의 임상적 특징 및 치료 전후 음성분석 : 이중음성(Diplophonia)과 전기성문파형 검사의 임상적 적용

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소
임재열 · 임성은 · 김정홍 · 신우철 · 이윤재 · 서형석 · 김광문 · 최홍식

Clinical Characteristics and Voice Analysis of Mutational Dysphonia : Diplophonia and Clinical Use of Electroglottographic Measures

Jae-Yol Lim, MD, Sung-Eun Lim, MS, Jeong Hong Kim, MD, Woo-Chul Shin, MD, Yoon Jae Lee, MD, Hyung Seok Seo, MD, Kwang-Moon Kim, MD and Hong-Shik Choi, MD
Department of Otorhinolaryngology, The Institute of Logopedics & Phoniatrics, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Mutational dysphonia, also referred to as mutational falsetto, is defined as the dysphonia that continuously have high pitch after adolescence. The aims of this study were to investigate the acoustic and electroglottographic characteristics of mutational dysphonia before and after voice therapy and to identify the factors that may be of help in its treatment. **Subjects and Method** : The clinical records of 15 patients with mutational dysphonia were reviewed, and analyses of their voice records were carried out with the help of Lx Speech Studio studio (Laryngograph Ltd, London, UK) program. **Results** : After voice therapy was combined with manual compression method, the voices of the subjects were lowered in pitch and also improved in voice quality. Furthermore, we were able to classify the mutational dysphonia into 4 categories according to diplophonia and closed quotients. The most common type among the categories was bimodal distribution of fundamental frequency, or so-called diplophonic, accompanied with low closed quotient - falsetto voice - at high frequency area. However, the results also showed that all cases of mutational dysphonia can not be generalized simply as falsetto voice. The effect of the therapy for each type was different, and we could assume that in the cases with diplophonia accompanied with non-trained falsetto voice, it is expected that it can be treated readily. **Conclusion** : The diplophonia and closed quotient, which were easily analyzed by using Lx Speech Studio program, are important factors which help to classify the mutational dysphonia, choose the treatment options, monitor the efficacy of therapy, and estimate the prognosis of diseases. **(Korean J Otolaryngol 2005;48:1484-90)**

KEY WORDS : Mutational falsetto · Diplophonia · Electroglottography.

서 론

변성발성장애(mutational dysphonia, mutational falsetto)는 사춘기 이후에도 지속적으로 고음성을 나타내는 음성장애의 질환 중 하나이다.[1] 원인은 제 2 차 성징의 발현과 함께 유발되는 후두의 성장, 특히 성대 길이의 증가와 그에 따라 나타나는 음도의 저하에 잘못 적응하여 사춘기 이전의 고음도를 계속 유지하려고 하는 가성화 발성에 의한 것이 대부분으로 대개 심리적인 문제를 수반하며,[2] 기질적인 원인은 드물며 정확히 찾아내기가 어렵다.[1]

이러한 환자들은 특징적으로 후두가 경부에서 높게 위치하고, 설골과 갑상연골 사이의 공간이 좁으며, 후두가 아래쪽을 향하여 기울어져 있다. 또한 윤상갑상근의 수축으로 성대가 지속적으로 긴장되거나 가늘어진 상태를 유지하며, 성대의 용적이 감소하고, 성문하압이 최소한으로 유지되어 성대의 내측면만이 진동하므로 고음도를 산출하는 것으로 알려져 있다.[1]

그렇지만 아직까지 변성발성장애의 음도 변이나 음질에 대한 연구 외에 음도 변화와 성대 접촉 양상과의 관계, 즉 실제로 가성과 같은 특성을 보이는지 등에 대해 객관적으로

논문접수일 : 2005년 1월 12일 / 심사완료일 : 2005년 8월 23일
교신저자 : 최홍식, 135 - 720 서울 강남구 도곡동 146 - 92
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소
전화 : (02) 2019 - 3461 · 전송 : (02) 3463 - 4750
E - mail : hschoi@yumc.yonsei.ac.kr

분석한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 변성발성장애의 음성특성과 치료의 결과에 대한 상관관계에 대한 연구는 아직까지 보고된 바가 없다. 저자들은 이전에 증례 보고를 통해 변성발성장애 환자의 음성특징을 분석한 적이 있으며,[3] 본 연구에서는 보다 많은 증례의 음성분석을 통해 음향학적 및 성대접촉에 관한 특징을 객관적으로 분석하고 음성치료 전후의 음성의 특성을 비교하여 치료에 도움이 될 인자를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대 상

2002년 9월부터 2004년 7월까지 본원에서 변성발성장애 진단을 받고 음성치료 후 추적 관찰이 가능하였던 15명을 대상으로 하였다. 기질적인 문제를 동반하였거나 검사기기가 달랐던 경우는 제외하였다. 환자는 모두 남자였으며 연령분포는 15세부터 27세(평균 18세)로 학생들이 대부분이었다. 대부분 환자들이 목소리가 잘 나오지 않고 자주 잠기며 음성이 높고 힘이 없음을 호소하였으며, 상기 증상으로 인하여 친구들로부터 "여자 목소리 같다"는 놀림을 받는 등, 이에 대한 심리적 부담감이 큰 상태였다.

방 법

음성치료

환자들은 첫 진찰 후 후두 압박술(manual compression)을 포함하여 치료 기간은 1개월~1년 동안, 치료 횟수는 3~42회까지 평균 15회의 음성치료를 시행받았으며 후두 압박술은 손가락으로 갑상 연골의 돌출 부위나 그 주변을 후하방으로 압박함으로써, 후두가 위쪽으로 끌려 올라가면서 성대의 긴장이 높아지는 것을 막아주어 성대의 접촉이 불량한 가성화된 소리를 산출하는 대신에 성대의 긴장이 줄면서 성대 접촉이 되고 저음의 성대음이 산출되도록 유도하였다. 이후 이를 무의미 음절부터 단어, 문장, 문단, 일상 대화 수준으로 발화 길이를 증가 시키고 발화 수준을 확장하였다.

음성정밀검사

치료 전과 치료 후에 Phonatory function analyzer(Model PS 77H, Nagashima Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 공기역학적 검사를 시행하였으며, Lx speech studio(Laryngograph Ltd., London, UK)를 이용하여 음향학적 검사를 시행하였다. EGG 전극을 환자의 갑상연골 양측에 고정시킨 후, 평상시 발성법으로 /아/ 모음을 약 2초간 연장발성하고 '가을'문단 읽기를 시행하였으며 모음은 안정구간 300 ms에서 기본주파수(Fx), 성문폐쇄율(Qx), Jitter, Shimmer, 신호대잡음비(HNR)를 측정하였고(Fig. 1), 녹음된 문단을 Quantitative Analysis(Qa)를 하여 평균기본주파수(FxM), 평균성문폐쇄율(QxM), 주파수불규칙성(Fx % irregularity ; CFx), 강도불규칙성(Ax % irregularity ; CAx)을 관찰하였다. 또한 LxStrobe 2(Laryngograph Ltd., London, UK)를 이용하여 후두스트로보스코피를 시행하였다.

통 계

Statistical Packages for Social Science(SPSS, ver. 11.5) 프로그램을 통해 paired T-test를 시행하였다. 신뢰수준은 95%로 하였다.

결 과

임상적 특징

환자의 목소리는 모두가 비정상적으로 높은 음도의 가성화된 음성이었고 저음을 못 내었으며 약하고 기식음을 동반한 상태였다. 정상적인 신체조건을 보이고 있었고, 성발달 지연의 소견은 보이지 않았다. 이비인후과적 진찰소견상 13명이 정상 후두 발육 상태를 보였으나 2명에서 갑상연골이 작거나 후두개의 발육 저하 소견을 보였다. 15명 중 10명에서 정상인에 비해 갑상설골공간이 좁고, 발성과 함께 경부촉진시 후두상승 및 설골상근의 심한 수축 소견을 보였다. 내시경 검사상 7명에서 성대가 가늘고 전 후 길이가 정상에 비해 짧은 소견을 보였고 6명에서 성문틈과 불규칙한 성대접촉 양상을 보였다. 15명 모두 호흡과 발성시 성대의 여닫힘 운동은 정상이었다. 다수의 환자들은 성인에 대한 불안과 거부감, 강압적인 아버지나 어머니에 대한 지나친 집착 등과 같은 심리적 문제를 동반하고 있었으며 발성 문제로 인한 2차적인 심리적 콤플렉스를 가지고 있었으나 그 외 기질적 원인은 관찰되지 않았다.

음성분석

변성발성장애 15예의 진단 당시 시행한 음성분석의 결과는 Table 1과 같으며, 후향적 연구로 인한 제한으로 공기역학적 검사는 5예에서만 분석이 가능하였으며 이는 통계학적으로 제한이 있었음을 밝혀둔다. 공기역학적 검사상 평균호기류율(mean flow rate)은 217.6 ml/sec로 정상보다 증가하였으나 성문하압(Psub)은 60.33 mmH_2O로 높지 않았으며 최장발성지속시간(maximum phonation time)은 평균 13.3초로 약간 감소되어 있었다. 음성강도는 73.46 dB로 대

부분이 정상 범주에 속하였다.

/아/모음 연장 발성을 통한 음향학적 분석 결과 기본주파수는 평균 193.41 Hz(142.36 241.12 Hz)였고 성문폐쇄율은 평균 26.21%(0~50.68%)로 15예 중에서 검사상 성대접촉이 미약하여 모음 연장 발성을 통해서는 성문폐쇄율을 구할 수 없는 경우도 3예가 있었다. Jitter는 평균 2.61%, Shimmer는 9.88%, 신호대잡음비는 23.64 dB로 음질이 나쁜 상태였다.

약 2분간의 어음 재료인 '가을 '문단 읽기를 통한 음향학적 및 전기성문파형분석 결과 평균기본주파수는 198.85 Hz

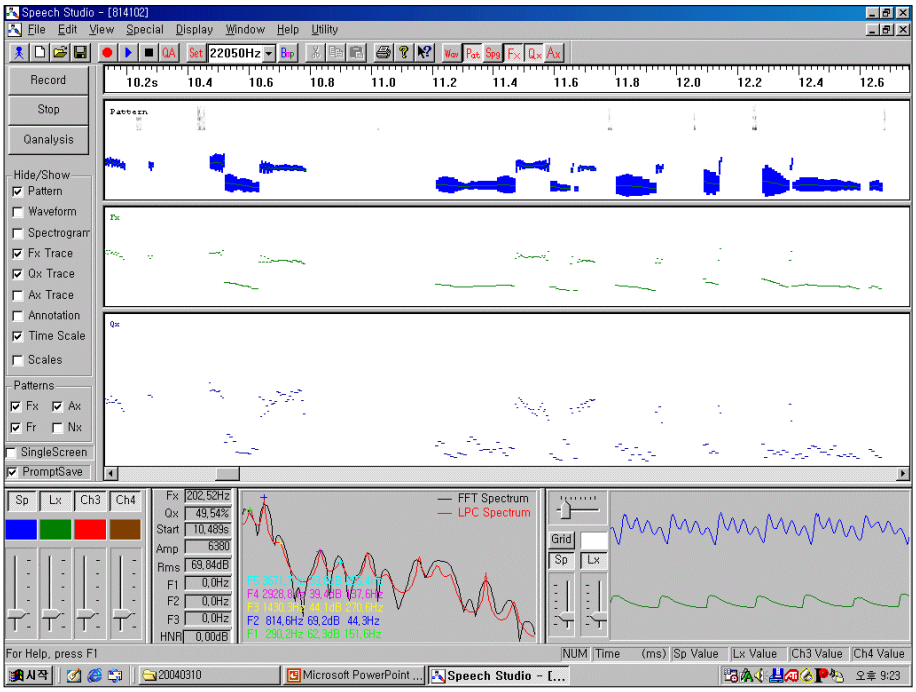

Fig. 1. Example of analysis from reading sentence on Lx Speech Studio program showing multi-channel of voice (upper), diplophonic frequency (mid), and closed quotient (lower).

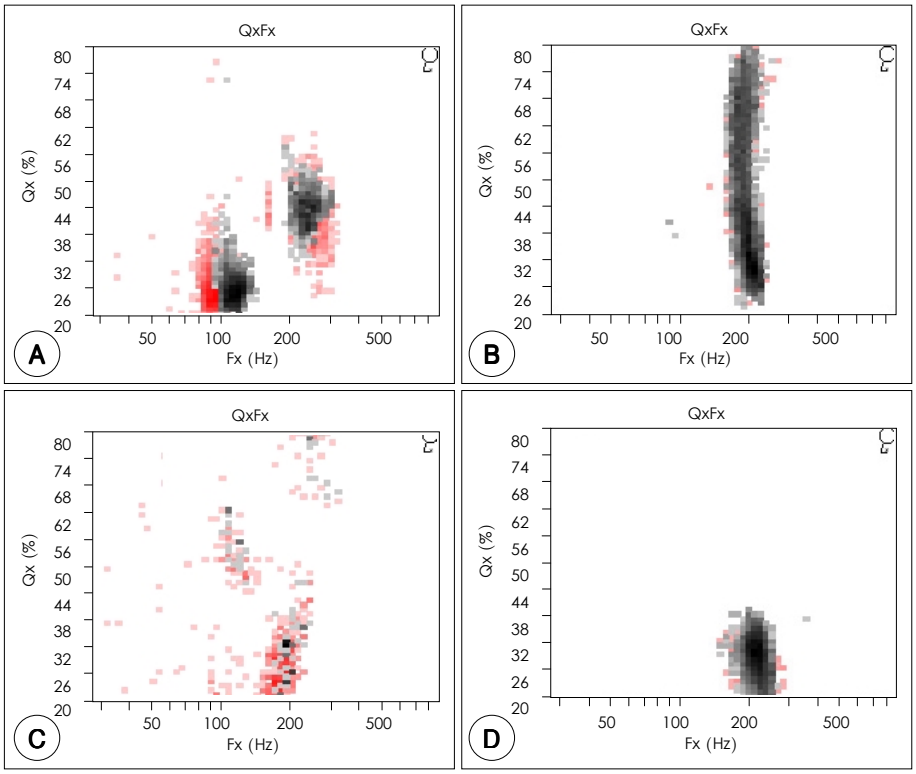

Fig. 2. The diverse types of mutational dysphonia on scattogram (QxFx) by Lx Speech Studio program. QxFx : Scattogram of Qx and Fx (quality index distribution), Qx : closed quotient, Fx : fundamental frequency. A : Type I ; diplophonia with non-falsetto voice. B : Type II ; non-diplophonia with non-falsetto voice. C : Type III ; diplophonia with falsetto. D : Type IV ; non-diplophonia with falsetto.

(142.26~268.99 Hz)였고, 평균성문폐쇄율은 43.3% (28.81~59.54%)로 나타났다. 주파수 불규칙성은 평균 21.65%로 높게 나타났으며 강도 불규칙성은 6.95%로 비교적 정상범위였다.

Lx Speech Studio를 이용하여 이러한 변성발성장애의 음성 특징을 음향학적 분석과 전기성문파형분석을 통해 다각적으로 관찰한 결과, 다음 4가지 유형으로 나누어 볼 수 있었다. 제 I 형은 이중음성을 보이면서 비정상적 고음도에서의 성문폐쇄율이 높아 가성화된 음성을 보이지 않은 경우(Fig. 2A), 제 II 형은 이중음성을 보이지 않으면서 성문폐쇄율이 넓게, 불안정하게 나타나는 경우(Fig. 2B), 제 III 형은 이중음성을 보이면서 성문폐쇄율이 정상보다 낮은, 가성화된 음성을 보이는 경우(Fig. 2C), 제 IV 형은 이중음성 현상 없이 가성화된 낮은 성문폐쇄율을 보인 경우(Fig. 2D)이다. 본 연구에서 I 형은 3예, II 형은 4예, III형은 6예, IV 형은 2예였으며 이는 성문폐쇄율과 기본주파수에 관한 분포도를 통해 쉽게 분류할 수 있었다.

음성 치료 후 변화

모든 예에서 음성치료를 통해 습득한 저음도를 일상생활에서 적절히 사용할 수 있게 되었으며 임상적으로도 후두근육의 긴장 완화와 성대접촉면이 넓어지거나 성문틈이 감소하는 소견을 관찰할 수 있었다. 이들의 음성치료 후의 분석결과는 다음과 같다(Table 1). 음성치료 후 공기역학적 검사에 대한 분석 결과 평균호기류율은 217.6 mL/sec에서 181.8 mL/sec로 감소하였으나 통계학적으로 의미있는 결과는 아니었으며 성문하압은 60.33 mmH_2O에서 88.2 mmH_2O로, 최장발성지속시간은 13.3초에서 16.46초로 통계학적으로 유의하게 증가하여 음성효율의 향상을 보였으며, 음강도는 치료 전과 별다른 차이를 보이지 않았다.

음향학적 분석 결과 기본주파수는 193.41 Hz에서 113.49 Hz로 감소하였으며, 성문폐쇄율은 26.21%에서 55.04%로 증가하였고 이는 모두 통계학적으로 유의한 결과로 나타났다. Jitter와 Shimmer는 각각 2.61%에서 0.64%, 9.88%에서 4.74%로 통계학적으로 유의하게 향상되었으며 신호대잡음비는 23.64 dB에서 22.52 dB로 오히려 약간 악화되었으나 의미있는 결과는 아니었다.

전기성문파형 검사 결과 평균기본주파수는 198.85 Hz (142.26~268.99 Hz)에서 115.62 Hz(98.02~136.34 Hz)로 통계학적으로 유의하게 저음도로 낮아졌으며 주파수대의 범위도 정상 남자의 범위로 좁아졌다. 평균성문폐쇄율은 43.3%(28.21~59.54%)에서 51.9%(42.65~59.47%)로 유의하게 상승되어 정상범위의 성문폐쇄율을 보이게 되었다. 주파수불규칙성은 21.65%에서 5.2%로 유의하게 향상되어 주파수변화의 안정화를 보였으나 강도불규칙성은 6.95%에서 7.15%로 증가하여 강도의 불규칙성은 남아있었으나 통계학적으로 의미없는 결과였다. 프로그램이 제공하는 기본주파수에 대한 분포도(DFx, Fig. 3A)나 성문폐쇄율에 대한 분포도(DQx, Fig. 3B), 그리고 두가지 모두 관찰할 수 있는 분포도(QxFx, Fig. 3C)를 통해 치료후의 결과, 즉 이중음

Table 1. Pre & posttreatment voice parameters

	Pre.	Post.	p*
Aerodynamic study (n=5)			
Intensity	73.46	75.6	.115
MFR	217.6	181.8	.21
Psub	60.33	88.2	.021†
MPT	13.3	16.46	.021†
Acoustic analysis (sustained /a/ vowel) (n=15)			
Fx	193.41	113.49	<.000†
Qx	26.21	55.04	.0003†
Jitter	2.61	0.64	.0492†
Shimmer	9.88	4.74	.0016†
HNR	23.64	22.52	.6155
Electroglottographic analysis (reading passage of 'Ga-Eul') (n=15)			
FxM (90% CI)	198.85 (142.26 - 268.99)	115.62 (98.02 - 136.34)	.0113†
QxM (90% CI)	43.3 (28.21 - 59.54)	51.9 (42.65 - 59.47)	.0156†
CFx	21.65	5.2	.0028†
CAx	6.95	7.15	.8935

*paired t-test, †p<.05, CI : confidence interval, MFR : mean flow rate ; mL/sec, Psub : subglottic pressure ; mmH_2O, MPT : maximum phonation time ; sec, Fx : fundamental frequency ; Hz, Qx : closed quotients ; %, HNR : harmonic noise ratio ; dB, FxM : mean fundamental frequency ; Hz, QxM : mean closed quotient ; %, CFx : irregularity of frequency ; %, CAx : irregularity of amplitude ; % (reference value : FxM ; 121.49±58.16, QxM ; 48.17±5.64, CFx ; 10.04±2.47, CAx ; 4.86±2.68)

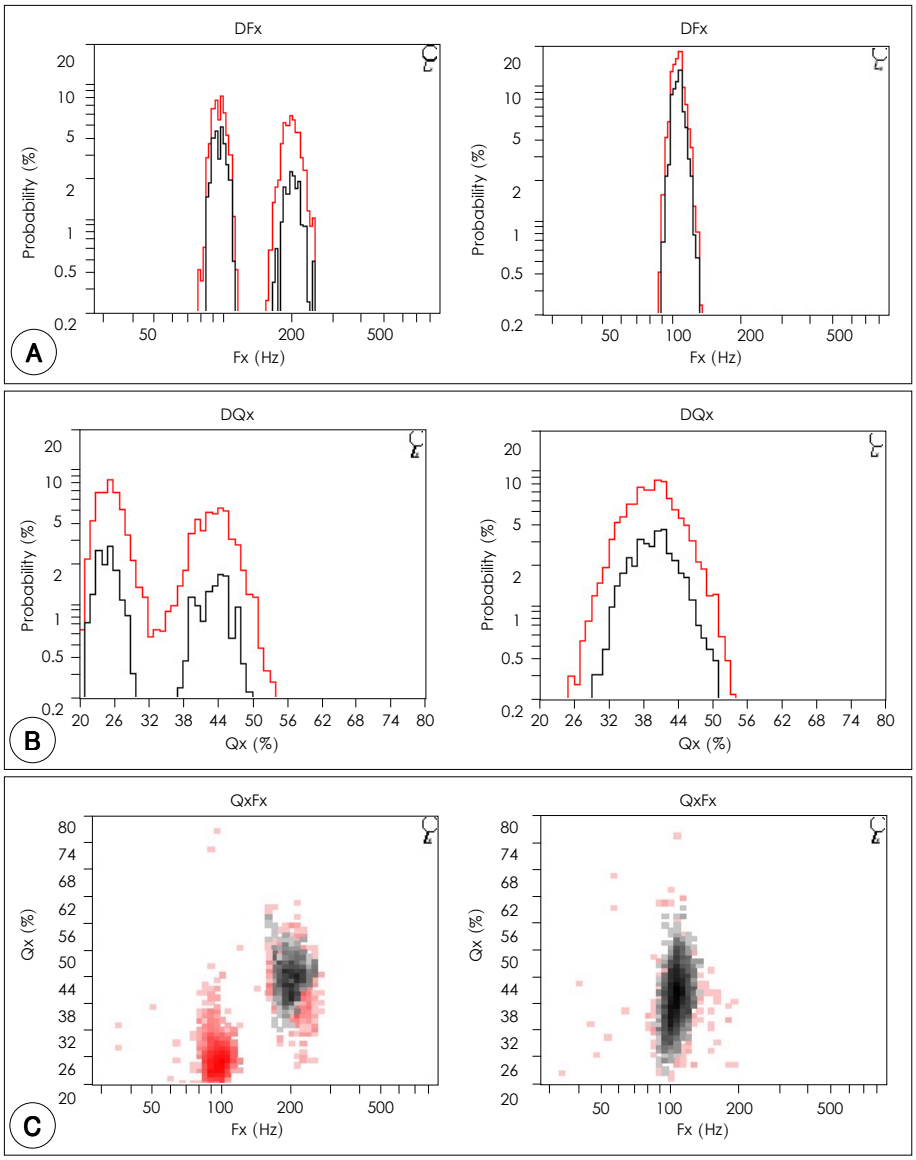

Fig. 3. Example of a case of 18-years old mutational falsetto patient with analysis from reading sentence by Lx Speech Studio program before and 1 month after treatment. DFx : distribution of fundamental frequency, DQx : distribution of closed quotients, QxFx : Scattogram of Fx and Ax quality index distribution (left : pre., right : post-therapy). A : The stabilization of diplophonic distribution of fundmental frequency to a single low pitch after the voice therapy. B : The stabilization of the closed quotients at two different frequencies. C : The change of bimodal distribution of FxQx to a low pitch and stabilization of the closed quotient.

성이 하나의 저음도로 바뀐 현상이나 성문폐쇄율의 안정화를 보인 결과 등이 보다 객관적으로 제시되었다.

고 찰

사춘기에 내분비계의 발달과 함께 후두의 성장과 음도(pitch)의 변화가 일어나는데 정상적으로 남자의 경우 1 옥타브, 여자의 경우 1/3~1/4 옥타브 정도 떨어지게 되며, 이러한 음도 변화가 일어나지 않아 지속적인 고음성을 나타내는 질환을 변성발성장애라고 한다.[1)]

심리적인 원인으로는 일찍 변성기가 나타난 경우 목소리에 대한 거부감으로 의도적으로 고음도를 내거나, 성장과 더불어 부여되는 사회적 책임감을 회피하려고 하는 경우, 성인에 대한 거부감, 그리고 자아인식을 하지 못하거나 남성의 역할보다는 여성의 역할에 더 강한 애착을 보이는 경우 등을 들 수 있다.[2)] 드물지만 기질적 원인으로는 내분비계의 발육장애에 의해 후두 발육부전이 초래되어 갑상연골이 여성의 형태를 가진 경우나 자신의 목소리를 조절할 수 없는 중등도 이상의 난청이 있는 경우, 신경학적 혹은 전신질환으로 인한 성대의 약화나 호흡량의 감소로 인해 충분한 성문하압을 형성하지 못하는 경우에도 발생할 수 있다.[1)]

치료로는 우선 음성 치료와 함께 도수 후두근육 긴장완화 방법을 병행할 수 있으며[3-6)] 대체로 변성발성장애의 원인이 기질적이지 않을 때 효과적이다.[5)] 설골상근의 과도한 수축으로 음성 치료에 반응하지 않는 경우에는 2차적으로 설골상근에 보툴리눔 독소 주입을 시도해 볼 수 있다.[7)8)] 후두의

근전도를 이용하여 설골상근이 발성에 따라 수축하는 것을 확인한 후 보툴리눔 독소를 주입하여 후두의 구조적인 변화를 초래하지 않으면서 안전하게 저음도를 유지시킬 수 있다. 그러나 보툴리눔 독소의 작용은 약 3~6개월간만 지속되므로 목소리가 다시 원상태로 환원이 될 수도 있는 단점이 있다.[7] 상기 치료에도 반응하지 않는 경우 제 3 형 갑상연골성형술이나 설골상근과 설골을 분리시키는 방법(suprahyoid release)과 같은 수술적 치료방법을 시도해 볼 수 있다.[9)10)] 수술적 치료는 환자에게 심적 부담감이 크며 감염의 위험성이 있고 치유기간이 오래 걸릴 수 있고 수술 후 음질적인 문제가 남아 있거나 음도 저하가 완전하지 못할 수 있다.[9]

변성발성장애의 경우 대체로 음도가 높은 경우 외에도 연약하며, 낮은 성문하압으로 구강내압의 형성이 불완전하여 기식음이 많은 느낌을 준다. 이러한 상태에서 치료 후 발성시 성대 접촉면이 넓어지고 호흡 양상이 개선되면서 음질 또한 개선되는 것으로 알려져 있다.[11] 이중음성은 발성시 서로 다른 2개의 음도가 나타나는 경우로 주로 성대 긴장의 불균형에 의해 생성되며 임상적으로 변성발성장애 외에 불완전한 성문 폐쇄를 보이는 일측 성대마비의 경우나 성대 낭과 같은 성대질환에서도 관찰된다.[12)13)]

저자들이 음향학적 분석과 전기성문파형분석을 통해 변성발성장애를 4가지 유형으로 분류할 수 있었는데, I형의 경우 특징적으로 100 Hz 부위와 200 Hz 부위에서 이중음성 현상을 관찰할 수 있었으며 치료 후에는 정상적인 남성의 저음도로 변화하였다. 성문폐쇄율은 서로 다른 2개의 주파수대에 따라 각각 서로 다른 접촉율을 보였고 불안전한 양상을 나타냈으며, 치료 후에는 접촉양상이 안정화됨을 관찰할 수 있었다. 성문폐쇄율과 기본주파수분포의 상관관계에서 비정상적인 고음도를 보일 때 오히려 성문폐쇄율이 높게 관찰되는 것은 근육의 과도한 긴장과 고음도에 익숙해진 환자의 특성에서 기인한 것으로 사료되며 일반적으로 치료에 대한 반응이 느렸다. II형의 경우 이중음성 현상은 보이지 않으나 200 Hz 부위의 고음도에서 불안정한 성문폐쇄율을 보이는 경우로, 불안정한 발성을 보이나 저음도를 전혀 내지 못하므로 치료가 쉽지 않았던 유형이었다. 가장 많은 III형은 이중음성현상과 함께 고음도가 가성화된 발성으로 나타난 경우로 가장 전형적인 형태로 사료되며 치료 역시 용이하였다. 가성화된 발성을 보이나 이중음성이 없는 IV형의 경우 역시 II형과 같이 전혀 저음도를 내지 못하던 경우로 치료기간이 오래 걸린 유형이었다.

저자들의 분석 결과에서 나타났듯이 변성발성장애의 특징을 낮은 성대접촉률을 보이는 가성화된 음성으로 일률적으로 규정할 수 없음을 알 수 있었다. 치료에 있어서는 환자의 성향이나 주변인의 도움이 많은 영향을 미칠 수 있으므로 단정지어 말하기 어려울 수 있으나, 이중음성을 보이며 가성화된 발성을 하는 경우일수록 치료가 용이하였다. 또한 이중음성을 보이나 고음도의 발성이 훈련된 음성으로 약하지 않고 확고한 경우에도 치료에 대한 반응이 느린 편이었다. 이러한 음성특성을 살펴보면 향후 치료에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

치료 후 주파수불규칙성은 치료 전 21.65%에서 치료 후 5.2%로 향상되었으나 강도 불규칙성은 치료 전 6.95%에서 치료 후 7.15%로 오히려 증가하였는데 이는 통계학적으로 의미있는 변화는 아닐 것으로 사료된다. 또한 Jitter와 Shimmer 모두 감소하여 치료 전에 비해 음질의 개선을 보였으나 신호대잡음비가 치료 전에 비해 악화된 것도 정상범위 내에서의 변화로 음질에 있어서는 의미있는 변화는 아닌 것으로 사료되었다.

결 론

이상으로 전기성문파형과 음향학적 및 공기역학적 음성분석을 통해 변성발성장애환자의 특징을 살펴보았다. 특징적으로 200 Hz 부위와 100 Hz 부위의 이중음도를 보이면서 서로 다른 접촉 양상을 나타내는 경우 진단이 용이하며 이미 낮은 음도를 산출하고 있거나 고음도의 음성이 훈련되지 않은 가성화된 발성인 경우일수록 치료가 수월할 것으로 예상할 수 있다. 또한 Lx Speech Studio는 기본주파수 분포나 성문폐쇄율과의 상관관계 등과 같은 자료를 제공하기 때문에 변성발성장애 환자의 진단과 치료 결정 및 예후 예측에 있어 매우 유용한 검사방법으로 사료된다.

결론적으로, 변성발성장애 환자의 기본주파수 분포를 통해 이중음성 현상과 성대접촉양상을 분석해보면 어느 정도 예후를 예측할 수 있으며 치료에 있어서 과도한 수술적 치료방법 등을 피할 수 있을 것으로 사료된다.

중심 단어 : 변성발성장애 · 이중음성 · 전기성문파형.

REFERENCES

1) Aronson AE. *Clinical voice disorders: An interdisciplinary approach. 3th ed. New York: Them Inc;1990. p.136-8.*
2) Kaplan SL. *Case report-mutational falsetto. J Am Acad Child Psych 1982;21:82-5.*
3) Lim JY, Lim SE, Lee SE, Choi HS. *Diplophonia in mutational falsetto: Acoustic characteristics and treatment: A case report. Korean Soc Logo Phon 2004;15:47-51.*
4) Brodinita FS. *The pressure test in mutational voice disorders. Ann Otol Rhinol Laryngol 1958;67:235-40.*
5) Prater RJ, Swift RW. *Manual of voice therapy. Boston: Little, Brown*

and Company;1984.
6) Pyo HW. *The efficiency of voice therapy for the patients with mutational falsetto. Korean Soc Logo Phon 1998;9:134-41.*
7) Choi HS, Chung YS, Kim WS, Pyo HY, Lee K. *A case of mutational falsetto with marked contraction of suprahyoid muscles treated with botulinum toxin. Korean Soc Logo Phon 1997;8:65-8.*
8) Woodson GE, Murry T. *Botulinum toxin in the treatment of recalcitrant mutational dysphonia. J Voice 1994;8:347-51.*
9) Choi HS, Choi CH, Kim KM. *A case of mutational dysphonia treated with type III thyroplasty. Korean Soc Logo Phon 1996;7:61-8.*
10) Li GD, Mu L, Yang S. *Acoustic evaluation of Isshiki type III thyroplasty for treatment of mutational voice disorder. J Laryngol Otol 1999;113:31-4.*
11) Hammarberg B. *Pitch and quality characteristics of mutational voice disorders before and after therapy. Folia Phoniatr 1987;39:204-16.*
12) Ward PH, Moore GD. *Diplophonia. Ann Otol Rhinol Laryngol 1969;78:771-7.*
13) Hong KH, Kim HK. *Diplophonia in unilateral vocal fold paralysis and intracordal cyst. Otolaryngol Head Neck Surg 1999;121:815-9.*