

## 후두외상 후 발생한 저음발성 여자환자에서의 라디오전파를 이용한 음도상승 유도 치료 1예

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소  
김민호 · 송기재 · 최홍식

= Abstract =

### Radiofrequency Pitch Raising Surgery of Low Vocal Pitch Female that Results from Laryngeal Trauma

Min Ho Kim, MD, Ki Jae Song, MD and Hong Shik Choi, MD

Department of Otorhinolaryngology, The Institute of Logopedics & Phoniatrics, College of Medicine, Yonsei University,  
Seoul, Korea

The factors involved in controlling the vocal pitch are the tension, the mass, the length of the vocal cords and the subglottic pressure. Vocal pitch can be elevated surgically by increasing the stiffness or reducing the vibrating mass of the vocal cords. Recently, we experienced a case of 25 year-old female whose vocal pitch was elevated with radiofrequency surgery of right vocal cord on suspension laryngoscopy. Elevation of vocal pitch(134.11 to 144.73) was noted two months after operation. So we report this case with review of literature.

KEY WORDS : Radiofrequency · Vocal pitch.

### 서 론

여성에게 있어 지나치게 낮은 음성은 성적 정체성의 혼란을 일으키고, 정상적인 사회생활을 곤란하게 한다. 음도(vocal pitch, 음높이)가 낮은 환자에서 음도를 높이는 방법으로 경도(stiffness)를 증가시키는 방법과 성대의 진동 질량(vibrating mass)을 감소시키는 방법이 있다.<sup>1)</sup>

Isshiki 등이 기술한 제 4형 갑상성형술을 이용해 윤상갑상근이 수축하는 것처럼 윤상연골과 갑상연골을 접근시킴으로써 음도를 높이는 방법은 음도를 효과적으로 높일 수 있으나, 경부에 수술 반흔이 생기고 성대의 질량이 증가된 경우는 실제 음도를 높이는데 한계가 있다.

최근 저자들은 후두외상 후 발생한 저음발성을 주소로 내원한 여자환자를 대상으로 라디오전파를 이용해 치료(ra-

diofrequency surgery, RF surgery)한 1예를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 증 례

25세 여자환자로 2000년 4월경 교통사고에 의한 두부 및 후두외상으로 타병원에서 기관내삽관과 기관절개술을 시행받고 치료 중 발견된 후두기관협착을 주소로 2000년 5월 본원 이비인후과에 내원하였다. 과거력과 가족력상 특이 질환력은 없었다. 2000년 5월 수술현미경하에서 CO2 레이저를 이용해 협착부의 절제술과 2달간 T-튜브가 삽입되었다. 수술 후에도 지속된 저음발성과 경부의 기관절개술로 인해 생긴 반흔에 대한 정신적 충격으로 정신과 치료를 받았다. 환자가 경부의 반흔 없이 음도를 높이기를 원해 라디오 전파를 이용하여 성대의 부피를 감소시켜 음도를 높이하고자 하였다. 수술 전과 수술 2개월 후 음향분석(acoustic analysis), 공기역학 검사(aerodynamic study), 성대 스트로보스코피(videostroboscope) 검사를 실시하였다. MDVP(multidimensional voice program)를 이용하여 기본단모음 /a/아'를 3초이상 발성하게 하여 가장 안정되고

논문접수일 : 2006년 5월 23일

심사완료일 : 2006년 6월 12일

책임저자 : 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

편안하게 발생된 소리를 선택한 후 기본주파수(fundamental frequency, F0), 주파수변동률(jitter), 진폭변동률(shimmer), 잡음 대 화음의 비율(noise to harmonic ratio, NHR)을 측정 하였고, 음향분석 및 전기성문과 검사로 Lx Speech Studio(Laryngograph Ltd., London, UK)을 이용하였다. 사용된 문장은 '가을' 문단(김양희)으로서 보통 높이의 편안한 크기로 2분정도에 걸쳐 읽도록 하였다. 공기역학적 검사는 Phonatory function analyzer(Nagashima, Model PS 77H, Japan)를 이용하였다. 호흡이 새어나가지 않게 하고 안정된 발성이 2초 이상 지속된 후 기류 저지 셔터를 눌러 기본주파수, 성문하압, 평균호기류율, 음의 강도를 측정하였다. 성대 스트로보스코피검사는 Lx Strobe 2(Laryngograph Ltd., London, UK)를 이용하여 성대의 상태 및 진동형태를 파악하였으며 성대의 접촉정도를 검사하였다.

수술은 전신마취로 시행하였고, 라디오 전파 수술장비는 절연된 양극방식의 Dr. Oppel을 사용하였다. 먼저 현수후 두경하에서 우측 성대에 생리식염수를 주입 후 성대근의 중간부와 후방 1/3부위에 전극을 삽입하여 초당 8unit(29.5 w)로 5초간 시술하였다. 수술 후 재원기간은 2일 이었으며 부작용 없이 퇴원하였다. 수술 후 4주간 음성안정과 충분한 습도 유지를 하도록 하였다.

## 결 과

공기역학검사에서 기본주파수, 음의 강도, 평균호기류율, 성문하압과 최대발성시간을 MDVP에서 평균기본주파수, 주파수변동율, 진폭변동율, 잡음 대 조화음 비율을, Lx Speech Studio로 평균기본주파수 분포, 평균성문폐쇄율 분포 및 평

균음성강도분포를 측정하여 수술 전과 수술 후 각각의 값이 비교되었다(Table 1). 수술 전과 비교해 수술 후 MDVP에서 평균 기본주파수가 12.71Hz 상승된 결과를 보였고, 성문 폐쇄율이 상승(45.5% to 53.5%)되었으나, 주파수변동률과 진폭변동률 및 화음 대 잡음비율은 감소되었다. 수술 전 시행한 성대스트로보스코피 검사 상 과거 후두외상에 의해 피열연부가 어긋나 치유된 상태로 우측 성대가 좌측 성대에 비해 길이가 단축되어 있었고, 성대의 부종이 심한 상태였다(Fig. 1). 수술 2개월 후 시행한 성대스트로보스코피 검사 상 우측 성대의 부종이 감소해 좌측 성대와 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

## 고 찰

후두외상은 보기 드문 외상으로 우리나라에서는 주로 교



Fig. 1. Preoperative laryngoscopic finding. Note the diffuse hyperemia and swelling of the right vocal cord.

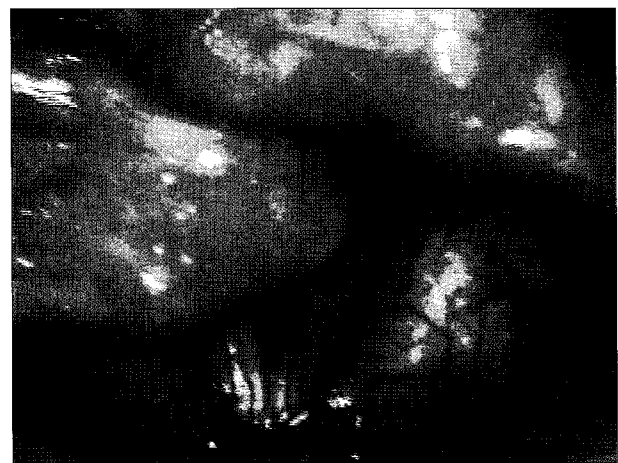


Fig. 2. Postoperative laryngoscopic finding. Note subsided status of the hyperemia and swelling of the right vocal cord.

Table 1. Voice parameter between pre

Voice parameter	Pre-RF surgery	Post-RF surgery
Intensity (dB)	66	66
MFR(mm/sec)	115	124
Psub (Cm/H2O)	77	65
MPT(Sec)	14.22	13.09
<b>Average Fx (Hz)</b>	<b>134.11</b>	<b>146.82</b>
Jitter (%)	2.63	2.48
Shimmer (%)	5.46	5.50
DFx mean (Hz)	136.6	144.73
DAx mean (dB)	63.50	63.50
DQx mean (%)	45.50	53.50
NHR	0.161	0.134

F0 : fundamental frequency, MFR : mean flow rate, Psub : subglottic pressure, MPT : maximal phonation time, Average Fx : average fundamental frequency, DFx mean : distribution of mean fundamental frequency, DAx mean : distribution of mean vocal intensity, DQx mean : distribution of mean contact quotient, NHR : noise to harmonic ratio

통사고에 의한 둔상이 대부분을 차지한다.<sup>2)</sup> 후두외상시 후두 골격의 손상으로 호흡곤란이 생기면 기도확보를 위해 기관내삽관이나 기관절개술이 장기간 요구될 수 있으며, 후두외상과 기도확보술의 후유증으로 기관협착이 생겨 호흡장애나 발성장애가 발생할 수 있으나 경과관찰 중 발성장애의 경우 호흡장애에 비해 흔히 간과되기 쉽다.<sup>3)</sup>

여성에서 기저주파수가 극히 낮은 목소리를 가진 경우를 남성형 목소리라고 하는데, 최근엔 성전환자(transgender)의 사회활동이 증가하면서 음도를 높이는 수술적 치료의 수요가 증가하고 있다.<sup>4)5)</sup>

음도를 결정하는 요소에는 성대의 경도(stiffness), 질량(mass), 길이(length) 및 성문하 압력(subglottic pressure)이 있다. 수술적으로 음도를 높이는 방법으로는 경도를 증가시키는 방법과 진동 질량(vibrating mass)을 감소시키는 방법이 있으며, 이 중 경도를 증가시키는 방법으로는 제 IVa형 갑상연골 성형술인 윤상갑상연골 접근술(cricothyroid approximation)이나 성대근 자체를 당겨주는 연장 갑상성형술(elongation thyroplasty, A-P expansion of thyroid ala) 및 반흔에 의해 성대를 유동학적으로 변화(rheological change)시키는 방법이 있다. Isshiki 등<sup>1)</sup>은 1) 윤상갑상연골 접근술, 2) 연장 갑상성형술, 3) 반흔에 의한 stiffness 증가를 목적으로 한 성대의 longitudinal incision, 4) 성대의 질량을 감소시킬 목적으로 스테로이드의 성대주입 및 5) 성대에 CO2 레이저를 조사하는 방법이 있다고 하였다.

Isshiki 등은 11명의 환자에서 윤상갑상연골 접근술을 시행하여 평균 56.5Hz의 음도상승을 보고하였다. Kim 등<sup>5)</sup>도 1명의 성전환자에서 윤상갑상연골 접근술을 시행하여 29Hz의 음도상승을 보고하였다. 윤상갑상연골 접근술은 성대 자체에 손상 없이 음도를 높이는 가장 안전한 수술로 국소마취하에 시행되며, 수술 전 후두압박검사(laryngeal manual compression test)를 시행하여 음도의 상승이 있을 때 적용증이 된다. 하지만 윤상연골과 갑상연골을 접근된 상태로 유지하는데 큰 힘이 요구되며 수술 후 붓합부가 느슨해질 수 있고, 성대 비대에 의해 질량이 증가된 경우에는 효과가 적으며, 경부에 수술 반흔이 남는다는 단점이 있다.

반면, 성대의 질량을 감소시키는 술식은 경부에 수술 반흔이 남지 않아 미용학적으로 우수하나, 단점으로 성대의 진동에 장애를 초래할 수 있고 수술 후 후방성문틈새를 초래하여 발성장애를 일으킬 수 있다. 따라서 성대의 수술시에는 성대진동에 영향을 주지 않도록 약간 더 넓고 깊게 성대수술(surgical intervention)을 시행해야 수술로 인한 발성장애를 방지할 수 있다.

저자들은 환자가 경부 반흔과 같은 미용적인 면에 예민하

여 수술 후 반흔이 남지 않는 방법을 모색하였고, 간단하면서도 반복적인 시술이 가능한 라디오전파의 특성을 이용해 성대근에 라디오전파를 주어 성대질량을 감소시키는 방법으로 음도를 높이려고 하였다. 라디오전파 수술은 냉절제(cold ablation) 혹은 조절 절제(controlled ablation)의 합성어인 coblation이라고도 한다.<sup>6)</sup> 원리는 조직과 전극사이에 생리식염수를 주입 후 무선주파수를 주면 plasma라 불리는 전리 증기층(inonized vapor layer)이 형성되어 조직과 전극사이에 전위차가 생기고, 이때 전극을 떼 입자들이 조직내로 침투하여 세포의 분자연결을 분리시키고 저온의 열이 발생하여 이러한 분자구조의 해리와 저온의 열이 조직의 절개 및 열응고 흡수를 가능하게 한다. 이러한 원리를 이용해 이비인후과 영역에서는 하비갑개성형술과 수면무호흡증치료를 목적으로 연구개나 설근의 부피를 감소시키는데 이용되고 있고, 경련성 발성장애에서 임상적 응용이 시도되고 있다.<sup>7)</sup> 저자들은 수술효과를 높이기 위해 전극삽입 전 성대에 생리식염수를 주입하였다. 효과적인 부피 감소가 일어나도록 성대근의 중간부와 후방 1/3에 전극을 삽입하였고, 수술 후의 발성장애를 최소화하고 수술 후 부작용을 최소화 하고자 우측 성대에만 수술을 시행하였다. 결과에서처럼 우측 성대의 라디오전파술 2개월 후 음도는 12.71Hz 상승되었고, 성대 부피의 감소가 있었으나, Isshiki 등이 사용한 윤상갑상연골 접근술의 결과와 많은 차이가 난다. 이것은 교통사고로 인한 일차적인 성대 골격의 외상과 장기간의 기관삽관에 의한 성대자체의 부종과 반흔으로 질량이 증가되어 라디오 전파술로 성대 질량을 감소시켜 음도를 높이기에는 한계가 있기 때문이다. Isshiki 등도 후두 압박검사상 음도의 증가 소견을 보이지 않고, 질량 증가에 의한 기본주파수 감소가 있을 경우 음도를 증가시키는 것의 한계를 지적한 바 있다. 또한 임상적 경험의 부족과 안전한 시행을 위해 한쪽 성대에만 수술을 시행한 것도 음도 상승에 제한점이 된 것 같다.

하지만, 결과에서처럼 평균 기본주파수와 성문 폐쇄율이 상승되었으나 주파수변동률과 진폭변동률 및 화음 대 잡음 비율은 감소되어, 라디오전파 수술은 음도를 높이면서도 음성 질(voice quality) 저하 없이 음도를 높일 수 있는 술식이라고 생각된다. 또한, 경부에 반흔 없이 시행가능하고 반복적으로 시행할 수 있으므로 젊은 여성이나 반흔에 민감한 여성 환자에게 적합하다고 생각되며, 전신마취가 필요하지만 수술시간이 짧고 부작용이 적어 성대의 질량증가에 의한 저음환자에게 이용할 수 있다고 본다.

앞으로 환자에 대한 지속적인 경과관찰 및 음성평가를 시행하여 변화양상에 대한 주의 깊은 고찰과 효과적으로

음도를 높이기 위하여 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

중심 단어 : 라디오전파술 · 음도.

### REFERENCES

- 1) Isshiki N, Taira T, Tanabe M. *Surgical alteration of the vocal pitch. The Journal of Otolaryngology* 1983;12:335-40.
- 2) Tae K, Jeong JS, Park IB, Cho SH, Lee SH, Lee HS. *The treatment of acute external laryngotracheal injuries. Korean J Otolaryngol* 2005; 48:84-8.
- 3) Hwang EG, Park JY, Jeon SY, Jung TG, Kang JY, Sung JH. *Retro-spective analysis of acute laryngeal trauma. Korean J Otolaryngol* 1999;42:97-101.
- 4) Kim HS, Kim KM, Choi HS, Lim JY. *A clinical review on 197 cases of phonosurgery. Korean J Otolaryngol* 2005;48:78-83.
- 5) Kim HS, Lee SE, Park TJ, Choi HS. *The result of voice assessment after type IV thyroplasty in a transgender (male to female, MTF). The Journal of The Korean Society of Logopedics and Phoniatics* 2003; 14:47-50.
- 6) Kim JH. *Radiofrequency surgery. Korean J Otolaryngol* 2002;45: 531-7.
- 7) Marc R, Isabelle PG, Georges L, Jean A. *Bipolar radiofrequency-induced thermotherapy (rfitt) for the treatment of spasmodic dysphonia. A report of three cases. Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005;262: 871-4.