

An Acoustic Study on Voice Change after Tonsillectomy

Hwan Ho Lee, Joo Yeon Kim, Yong Hyeon No

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Kosin University, Busan, Korea

편도 절제술 후 음성변화에 대한 음성학적 연구

이환호·김주연·노용현

고신대학교 의과대학 이비인후과학교실

Objectives: Many people have been concerned about voice change after tonsillectomy. The purpose of this study is to analyze changes in the voice and to think about changes in the vocal tract after surgery by using CSL-MDVP.

Methods: Data of 27 patients who underwent tonsillectomy were prospectively evaluated. Acoustic analysis was performed before, after 1 week, after 1 month from the surgery. Nasometer was also conducted.

Results: In acoustic analysis, there were no significant changes in F0, jitter, shimmer, NHR, VTI, SPI. But vAM was statistically increased. Vowels and nasal consonants formant frequency analysis results in patients showed no statistically correlation in 1 months after tonsillectomy. Although the statistically increased in the nasal consonants /하나/.

Conclusions: Although the temporary increase or decrease in the acoustic factor or formant in the vowels and nasal consonants after tonsillectomy, but most factors are make no difference. The voice change that come postoperatively could be considered as no concern, but surgeons need to aware of various facts, which can affect voice changes before the surgery.

Key Words: Tonsillectomy, Voice

편도 절제술은 이비인후과 영역에서 가장 흔하게 시행하는 수술이지만 임상적으로 수술 후 음성 변화를 종종 호소하는 경우가 있다.

이는 편도 절제술이 인두강의 면적을 넓힐 수 있는 술식으로 수술 후 임상증상의 개선뿐만 아니라 환자의 음성과 공명변화를 초래할 수도 있기 때문이다.¹

그렇기에 만성 편도염, 편도 비대로 인한 코골이 등의 편도 절제술의 적응증이 되더라도 전문적으로 음성 사용하는 직업을 가진 경우 상기 수술을 피하기도 한다.

이에 편도 절제술과 환자의 음성 변화와의 관계를 알기 위하여 박 등이 본원에서 본 연구의 환자들이 다수 포함된 연구에서 편도절제술 후 비음도 변화에 대하여 보고한

결과 수술 후 1주에는 증가하는 양상을 보였으나 1달 후에는 술전과 유사한 수준으로 감소한다고 하였다.²

이 외에도 편도 절제로 인해 해부학적인 변화와 연관하여 비음도에 관련되어서는 다양한 보고들이 있다.

이에 반해 편도 절제술 후 음성 파형 및 음형대에 대한 언급은 상대적으로 적다. 최근에 성대 결절이나 낭종 등의 음성 질환으로 이비인후과를 찾는 환자들의 음성분석에 사용되는 첨단 장비들의 보급으로 국내에서도 음성분석 및 음성 의학적 연구들이 많이 진행되고 있는 실정이다.

이에 저자들은 편도 절제술 전후 환자 음성의 다양한 음향 변수로 음성 파형 분석과 함께 모음과 비강 자음의 음형대 분석을 시행해 봄으로써 비음도 외에도 수술 후

Corresponding Author: Joo Yeon Kim, Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Kosin University, College of Medicine, 34, Amnam-dong, Seo-gu, Busan 602-702, Korea
TEL: +82-51-990-6248 FAX: +82-51-245-8539 E-mail: oooo95@hanmail.net

Received: May 24, 2012
Revised: July 11, 2012
Accepted: September 28, 2012

음성에 영향을 미치는 다른 요소들을 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상의 선택

2009년 4월부터 2011년 8월까지 편도 절제술을 시행받은 환자 27명을 대상으로 하였으며 남자 12명과 여자 15명으로 연령은 평균 19.4세였다(Table 1). 대상환자는 편도의 크기가 2도 이상의 비대를 보였던 환자 중 구개열, 구개열의 가족력, 음식물의 비강내 역류 등의 병력이 없고 편도이외에 음성에 영향을 줄만한 다른 병변이 없었으며 평가 당시나 그 이전에 음성 장애 외에 다른 언어 장애는 없었고 호흡기 질환이나 청각 장애 등 발성에 영향을 주는 질환이 동반되어 있는 환자는 없었다.

2. 연구방법

1) 수술방법

전신마취하에 고식적인 편도 절제술을 시행하였으며 편도 절제술 후 모든 환자에서 구개궁의 봉합을 시행하였다.

2) 음성검사

술전, 술 후 1주, 1달에 음성 검사를 시행하였다. 음성 파형 분석은 언어 치료사의 주관하에 방음이 된 음성언어 검사실에 편안한 자세로 앉아서 약 10 cm 정도 거리에 있는 마이크에 소리를 내어 시행하였다. 환자로 하여금 '아' 소리를 가능하면 평상시와 같은 높이의 크기로 약 3초간 3번 내게 하여, CSL 4500 (KAY사,USA)프로그램으로 음성을 컴퓨터에 wave 파일로 저장한 후 MDVP (multi-dimensional voice program)로 분석하였다. 최

종 분석 자료는 3회 실시한 음성 자료 중 가장 평상시에 가까운 것을 선택하였으며 발성 시간 3초 중 1초 내외의 가장 전형적인 부분을 편집하여 분석하였다. 그리하여 음향학적 변수로 F0 (fundamental frequency, 기본 주파수), jitter (pitch variation, 주파수변화율), shimmer (amplitude variation, 진폭변화율), NHR (noise to harmonic ratio, 소음대배음비), VTI (voice turbulence index), SPI(soft phonation index), vAM (peak to peak amplitude variation)를 평가하였다.

그리고 피검자가 모음 /아/, /이/, /우/, /오/, /에/, 비강자음 /하나/, /엄마/, /응가/, /치킨/을 10초 이상 편안하게 발성하도록 하고 그 음성을 녹음한 뒤 제1음형대와 제2음형대를 CSL 4500 프로그램으로 분석하였다.

3) 통계적 검증

통계분석은 SPSS version 17.0 for Windows (SPSS, Chicago, IL, USA) program을 이용하여 각 군의 평균과 표준편차를 산출하고 술 전과 술 후 1주, 술 전과 술 후 1달의 구간 차이 유무를 비모수 검정법인 Wilcoxon Signed Ranks test로 분석하고 유의수준은 $P < 0.05$ 로 하였다.

결 과

편도 절제술을 시행한 환자 27명을 대상으로 한 음성 파형 분석의 결과는 다음과 같다(Table 2, Table 3).

F0, VTI는 술후 1주, 1달째 변화가 없었으며 통계학적으로도 유의하지 않았다($P > 0.05$). Jitter는 1.07%에서 술 후 1주, 1달에 동일하게 0.95%로 감소하였으며 Shimmer는 4.00%에서 술후 1주에는 변화가 없었지만, 1달에 3.47%로, SPI는 10.16%에서 술후 1주 9.87%, 1달에 9.08%로 감소하였으나 통계학적으로 의미는 없었다($P > 0.05$). NHR은 0.12%에서 술후 1주 0.16%로 증가하였으나 1달에 0.12%로 술전 상태로 돌아왔다. vAM은 술전 11.31%, 술후 1주에는 12.48%로 증가하였으나 술 후 1달에는 9.71%로 통계학적으로 유의하게 감소하였다($P = 0.032$) (Table 2).

Table 1. Age and sex distribution (n = 27)

Age	Male	Female	Total
<10	5	8	13
11-20	2	1	3
21-30	1	5	6
31-40	0	1	1
41-50	1	0	1
51-60	2	0	2
61-70	1	0	1
Total	12	15	27

Table 2. The change of voice parameters before, 1 weeks and 1 months after tonsillectomy and adenoidectomy

Parameter	Preoperation	Postoperation (1 week)	Postoperation (1 month)
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Fo	231.20 (59.2)	231.20 (56.9)	231.50 (56.4)
Jitt	1.07 (1.08)	0.95 (0.50)	0.95 (0.72)
Shim	4.00 (1.39)	4.00 (1.68)	3.47 (1.03)
NHR	0.12 (0.02)	0.16 (0.19)	0.12 (0.02)
VTI	0.05 (0.02)	0.05 (0.02)	0.05 (0.01)
SPI	10.16 (8.57)	9.87 (7.90)	9.08 (6.81)
vAm	11.31 (3.71)	12.48 (4.26)	9.71 (4.42)*

* $P < 0.05$: compared with pre op

Table 3. Mean value of formant frequencies of vowels and nasal consonants

Parameter	Preoperation		Postoperation (1week)		Postoperation (1month)	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
아	1,056.3 ± 279.9	1,917.4 ± 427.1	996.6 ± 197.4	1,825.2 ± 484.6	1,047.3 ± 211.9	1,924.4 ± 403.0
에	726.6 ± 230.7	2,248.8 ± 373.6	737.5 ± 216.5	2,422.9 ± 402.0*	728.1 ± 160.2	2,362.1 ± 357.8
이	416.9 ± 277.6	2,652.4 ± 495.0	454.4 ± 279.0	2,791.8 ± 406.4	386.1 ± 185.8	2,755.2 ± 443.1
오	490.5 ± 116.7	1,038.2 ± 340.9	521.1 ± 148.2	1,153.3 ± 413.6	482.2 ± 107.0	1,125.4 ± 340.5
우	432.8 ± 123.4	1,115.0 ± 303.3	419.5 ± 98.1	1,131.9 ± 277.0	409.9 ± 109.8	1,170.1 ± 492.8
하나	949.9 ± 233.6	1,848.8 ± 258.1	936.6 ± 222.8	1,930.5 ± 361.6	1,056.2 ± 261.7	2,077.2 ± 444.7*
엄마	639.7 ± 153.0	1,519.8 ± 276.8	634.2 ± 117.0	1,813.5 ± 741.6	645.4 ± 176.6	1,757.0 ± 755.4
응가	647.8 ± 182.9	1,966.3 ± 1,327.3	619.4 ± 118.6	1,752.1 ± 324.1	634.1 ± 216.7	1,797.8 ± 377.0
치킨	479.3 ± 242.0	2,314.6 ± 413.7	496.2 ± 139.2	2,374.6 ± 535.6	489.1 ± 256.5	2,350.9 ± 367.4

* $P < 0.05$: compared with pre op

*F1, F2: First and second formant frequency, respectively

편도 절제술 후 제1 음형대에서 /아/, /이/, /오/, /응가/에서는 술 후 1달 후 감소하였으며 /에/, /하나/, /엄마/, /치킨/에서는 증가하였다. 하지만 모두 통계학적으로는 유의성이 없었다($P > 0.05$).

제2 음형대에서 /아/, /이/, /우/, /어/, /오/, /에/, 비강자음 /하나/, /엄마/, /치킨/에서는 증가하였고 /응가/에서는 감소하였다. /하나/에서는 통계학적으로 유의하였다($P = 0.04$) (Table 3).

모음 /에/는 술 후 1주에는 통계학적으로 유의하게 상승하였으나 술 후 1달에는 술전과 변화가 없었다($P > 0.05$).

고찰

편도 절제술은 성도의 해부학적인 변화를 일으키는 요인으로 수술 후 공명과 비음도 등이 변화하게 된다. 성도는 성문상부를 구성하고 있는 구강, 비강, 인두강, 후두강

으로 이루어진다. 편도 절제술 후의 변화에는 편도제거로 인하여 인두강의 면적이 넓어지고 인두강의 좁힘점의 일부로 작용하던 편도가 제거되어 인두강의 좁힘점이 줄어들고, 인두강과 비강을 분리시키던 편도가 제거되어 비강이 성도의 공명강과 합쳐짐이 있다. 이런 편도 절제술로 인하여 인두강의 길이 변화가 일어날 가능성도 있다고 하였다.³ 그리고 성도의 크기와 넓이는 다양한 음성을 나타나게 되고 이런 이비인후과 수술로 이학적 변화가 생기면서 음성에 변화를 가져오게 된다. 특히 Gould 등은 전문적인 음성사용자의 경우 음성의 질에 변화를 줄 수 있는 구인두 부위의 수술에 주의를 요함을 강조하였다.⁴

비음도의 경우 Williams 등⁵, Nam 등⁶이 편도와 아데노이드 절제술 후 비음도의 유의한 변화를 보고하였으며 동일 환자군에서 실시한 비음도 검사에서 비음도가 술 후 약 1개월에 걸쳐 변화하고 이후 거의 술전 수준으로 회복되는 결과를 보인다고 보고하였다. 본원에서 32명의

환자를 대상으로 한 연구에서도 유사한 연구결과가 보고 되었다.²

음성 분석은 음성 파형에 대한 파형 분석이다.

이는 기본적으로 음성의 규칙성에 대한 분석으로 각각의 파형들에 대한 특성 중 진동의 불규칙성을 의미하는 변동률에 관한 지표들과 각각의 파형 내부의 불규칙성 잡음의 정도를 의미하는 지표들이 있다.

정상적으로 모든 사람에는 매우 적은 정도의 변동률이 존재하며 이것으로 개개인의 고유 음질이 나타나게 되는데 너무 많은 불규칙성은 병적인 음성을 의미한다.

홍 등⁷은 성대 용종 및 성대 결절 환자에서 후두 미세 수술 전후의 Jitter, Shimmer, NHR이 유의하게 호전되었다고 보고하였으며 이는 음성 검사에서 객관적 검사로 수술 전후의 음성 기능을 반영할 수 있다고 하였다.

본 연구에서 편도 절제술 전후 객관적 음성 검사의 지표로 F0, Jitter, Shimmer, SPI, NHR, vAM을 분석하였다.

음성 분석에 대해서는 Coleman 등은 구개수구개 인두 성형술을 받은 32명의 환자에서 술 후 음성 분석에서 통계적으로 유의한 변화는 없었다고 보고하였다.⁸

임 등⁹에서는 구개편도와 아데노이드 모두를 절제한 환자군에서 구개편도만 절제한 군에 비해 음형대 주파수가 현저하게 많은 변화가 있었음을 알 수 있었으며 음성파형에 대한 파형 분석은 F0, Jitter, Shimmer, NHR 등을 선택하였으며 진폭 변동률(Shimmer, dB)만이 정상범위 내에서 다소 변화가 있었을 뿐 유의한 차이는 없다고 보고 하였다.

본 연구에서도 vAM 외에는 각 지표들이 다소 변화는 있었지만 통계적으로 유의한 지표는 수술 후 1개월째 vAM 외에는 없었다.

vAM은 인접해 있는 주기 간의 음성 강도 변이에 대한 표준 편차를 상대적으로 보여주는 지표로 고유 음질이 변하였다고는 보기가 어렵다.

편도 절제술 후 음형대 분석은 Hong 등¹⁰에 의한 연구는 조사대상 22례에서 술후 1개월에 모음 /i/의 제 1음형대만이 감소하였고 그 외의 주파수는 변화가 없었고 구강 모음의 비음도가 증대되었다고 보고하였다.

임 등⁹에서는 구개 편도 절제술만을 시행한 환자군에서 모음 /아/와 /오/의 제3음형대 주파수가 술후 유의하게 감소하였고 구개편도와 아데노이드를 모두 절제한 환자군이 구개편도만 절제한 환자군에 비해 음형대 주파수가 현저하게 많은 변화가 있었다고 보고 하였다.

본 연구에서 음형대의 변화는 술 후 1주의 제2음형대의 /에/가 통계학적으로 유의하게 증가하였다가 1개월에는 정상으로 돌아왔지만 다른 모음들에서는 유의한 변화는 관찰되지 않았다.

이는 편도 절제술 후 구인두강의 면적인 변화로 나타났으며 술 후 1개월에는 편도 절제 부위의 섬유화 등의 보상으로 음성학적 변화는 돌아온 것으로 생각된다.

비강 자음의 경우 /하나/가 통계학적으로 유의하게 제 2음형대가 증가하는 양상을 보이고 있다. 하지만 다른 비강 자음 /응가/는 감소하였으며 /치킨/, /엄마/는 증가 폭이 술전과 크게 차이가 나지 않고 있기에 의미를 부여하기는 어렵다.

결론

편도 절제술 후 음성학적 변화를 규명하기 위하여 시행한 음향 분석과 모음 및 비강 자음에 대한 음향대 분석하였으며 대부분의 지표에서 의미있는 변화는 없었다. /하나/, /에/, /vAM/ 등의 지표는 편도 절제술을 시행하는 환자들에게 환자의 목소리가 변화하였다고 참고해 볼 수 있을 것으로 생각되지만 본 연구는 대상환자의 수도 적고 수술 후 1개월에 국한되어 있는 조사결과이기에 향후 대상환자의 수 증가와 장기적인 관찰이 필요할 것이다.

참고문헌

1. Kim IT, Song SY, Chang KH, Jeon JH, Kim HJ. The Effect of Tonsillectomy and Adenoidectomy on Nasality in Children. Korean J Otolaryngol 2000;43:615-9.
2. Park HS, Choi YJ, Oh JH, Kim SW, Lee HH, Kim JY. Nasalance Changes After Tonsillectomy and Adenoidectomy. J Korean Logo Phon 2011;22:115-8.

3. Lee JH, Koo GJ, Koo HE, Kim YC, Koo SK, Lee SH, et al. An Acoustic and Radiologic Study on Voice Change after Tonsillectomy and Adenotonsillectomy. *Korean J Otolaryngol* 1999;42:762-9.
4. Gould WJ. Surgery in professional singers. *Ear Nose Throat J* 1987;66:327-32.
5. Williams RG, Preece M, Rhys R, Eccles R. The effect of adenoid and tonsil surgery on nasalance. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1992;17:136-40.
6. Nam SY, Suh SB, Chang Y. The effect of Tonsillectomy and Adenoidectomy on Nasality. *Korean J Otolaryngol* 1999;42:354-7.
7. Hong JC, Lee KD, Kim WS, Jang AL, Kim KA, Kwon SB. Voice Analysis of Vocal polyp and Vocal nodule before and after Microlaryngeal surgery. *J Korean Logo Phon* 2009;20:42-6.
8. Coleman RF, Sly DE. Preoperative and postoperative voice analysis of uvulopalatopharyngoplasty patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;117:1345-9.
9. Lim ST, Sohn JH, Ryu JW, Kang JW, Lee HS, Shin SH, et al. The Effect of Tonsillectomy and Adenoidectomy on Acoustic Factors. *J Korean Logo Phon* 1998;9:38-42.
10. Hong KH, Kim YJ, Kim YK. An effect of tonsillectomy on formant and nasality. *Korean J Otolaryngol* 1994;37:543-52.