

## 비후성 비염환자에서 음성검사 및 음향비강통기도검사를 이용한 수술전후 비교

인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실  
유영삼 · 우훈영 · 윤자복 · 최정환 · 조경래

= Abstract =

### Postoperative Change in Hypertrophic Rhinitis(Study Using Nasometer, CSL and Acoustic Rhinometer)

Young Sam Yoo, M.D., Hoon Young Woo, M.D., Ja Bock Yun, M.D.,  
Jung Hwan Choi, M.D., Kyoung Rai Cho, M.D.

*Department of Otolaryngology, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University,  
Seoul, Korea*

**Background and Objectives** : With the development of computerized systems, an objective evaluation methods of nasal speech and nasal geometry have become readily available by means of a simple, noninvasive technique. In this study, we assessed the nasality, nasal formant, nasal volume and nasal area in patients with hypertrophic rhinitis before and after turbinate surgery.

**Material and Method** : With the nasometer, we measured nasalance, which reflects the ratio of acoustic energy output of nasal sounds from the nasal and oral cavities. With CSL 4300B, we measured nasal formants. We used acoustic rhinometer to measure nasal area and nasal volume. Postoperative changes of above factors were compared with preoperative values. Paired t-test and Pearson's correlation were used for statistical analysis.

**Results** : The first nasal formant frequency, nasalance scores of three passages(baby, mamma and rabbit passages), minimal cross sectional area(MCA) of narrow side, nasal volume of narrow side and nasal volume of wide side had increased significantly after turbinate surgery( $p < 0.05$ ). The MCA and nasal volume of narrow side and MCA of wide side showed significant correlation with nasalance score of rabbit passage and baby passage showed significant correlation with nasal volume of narrow side( $p < 0.05$ ).

**Conclusion** : There were significant increases in nasalance scores, first nasal formant frequency, MCA and nasal volume after turbinate surgery. Thus, we must consider the possibility of voice changes postoperatively in professional voice users.

**KEY WORDS** : Turbinate hypertrophy · Acoustic rhinometry · Nasalance score · Nasal formant.

논문접수일 : 2001년 4월 22일

심사완료일 : 2001년 6월 10일

책임저자 : 유영삼, 139-707 서울 노원구 상계7동 761-1 인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실

전화 : (02) 950-1104 · 전송 : (02) 935-6220 E-mail : rhinoyoo@unitel.co.kr

## 서 론

비강의 수술 후 올 수 있는 변화는 비폐색감의 감소, 음성 변화 등을 들 수 있다. 이는 환자가 주관적으로 느끼는 증상으로 의사의 입장에서도 수술후 확인할 수 있는 방법이 필요하다. 이에 수술후 변화를 객관적으로 검사하는 방법들이 많이 개발되어 이용되고 있고 많은 연구들이 나와 있다. 그 중에는 레이저를 이용한 비강개 수술 후 비강 면적 및 용적을 측정하거나<sup>1)</sup> 비강 및 부비동 수술 후 비강의 면적과 용적의 변화를 보거나<sup>2)</sup> 비중격과 하비강개 수술 후 비음도와 비음형태주파수 변화<sup>3)</sup> 비용 수술 후 비음도와 비음형태 주파수를 관찰한 연구<sup>4)</sup> 등을 들 수 있고 대부분 수술 후에 비강내에 구조적인 변화가 있음을 보여주고 이를 여러 장비를 이용하여 측정하여 제시하거나 음성 검사를 하여 각각의 지표의 변화를 살펴본 연구 들이 주류를 이루고 있다.

그러나 비강내의 면적이나 체적을 지표로 이용하여 수술 혹은 치료 전후의 변화를 객관적으로 살펴 볼 수 있는 비개존도(nasal patency)와 음성이나 비음도(nasalalance)와의 관계에 대해서는 막연히 혹은 경험적으로 변화가 있을 것이라고 추측은 하여도 이를 입증할 만한 연구가 되어 있지 않다. 최근 음향비강통기도 검사나 전산화단층촬영 등의 발달로 비강내의 면적 혹은 용적에 관한 자료를 얻는 방법이 확립되어서 비강의 상태와 변화를 측정하는데 도움을 받고 있다. 특히 음향비강통기도 검사에서 측정된 면적을 전산화단층 촬영에서 측정된 면적과 비교하여 밀접한 상관 관계를 보임이 입증되어 있다.<sup>5)</sup> 이에 저자들은 비후성비염 환자에서 음성 검사 및 음향비강통기도 검사(acoustic rhinometer)를 이용한 수술 전후 비교를 위해 비개존도를 보여주는 비강내 면적이나 용적, 음성 지표인 비음형태주파수(nasal formant frequency) 및 비음도(nasalalance)를 측정하였고 각각의 측정치간의 상관 관계를 분석하여 서로 어떠한 영향을 미치는지 알아 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

2000년 1월부터 2000년 12월까지 비후성비염 및 비중격만곡증으로 하비강개절제술 및 비중격교정술을 동

시에 받거나 혹은 하비강개절제술만을 받은 환자 24명(남자 17명, 여자 7명)을 대상으로 음성검사와 음향비강통기도 검사를 시행하였다. 하비강개수술은 양측 모두 절제술을 하였고 음성 검사는 술후 1개월 째에 시행하였다. 통계분석은 SPSS 8.0을 이용하였다.

### 1. 비음형태주파수(Nasal formant frequency)의 측정

검사 기구는 CSL 4300B(KAY Elemetrics Corp., NJ, USA)를 사용하였고 Son 등<sup>6)</sup>의 방법을 이용하여 비강음 /나나/ 발성을 자연스럽게 3회 시행한 후 /L/ 중 안정된 spectrogram을 보이는 nasal murmur부분을 선택하여 12000Hz로 down-sampling 하여 선택된 구간의 제 1, 2, 3음형태의 중심주파수와 band width의 평균값을 측정하였고 paired t-test로 분석하였다.

### 2. 비음도(Nasalalance)의 측정

비음도의 측정은 Nasometer™(Model 6200B, KAY Elemetrics Corp., NJ, USA)를 사용하였으며 표준 비음비율이 알려진 아기 문장, 업마 문장, 토끼 문장<sup>7)</sup>을 읽게 하여 문장별로 비음도를 수술전후에 걸쳐 측정하였고 paired t-test로 분석하였다.

### 3. 음향비강통기도 검사(Acoustic rhinometry)

측정 장비는 acoustic rhinometer(Echovision model AR-1003, USA)를 사용하였고 관취(nosepiece)에서 6cm까지의 면적 및 체적을 구하여 비개존도의 자료로 사용하였다. 측정결과 중 minimal cross sectional area(이후 MCA라 함)와 nasal volume(이후 비용적이라 함)은 컴퓨터에서 측정해주는 값을 취했다. 자료 비교는 paired t-test로 하였고 좁은 비강과 넓은 비강으로 분류하여 정리하였다.<sup>2)</sup> MCA나 비용적의 수술후 변화가 비음도나 비음형태의 수술후 변화에 어떤 영향을 주는지는 Pearson 상관계수를 구하여 검증하였다.

## 결 과

### 1. 비음형태 주파수의 측정

제 1 비음형태는 수술전 295.5Hz에서 수술후 330.6Hz로 제 2 비음형태는 수술전 1489.3Hz에서 수술후 1544.9Hz로, 제 3 비음형태는 수술전 2601.6Hz에서 수술후 2648.7Hz였다. 제 1 비음형태의 bandwidth는 수술전 91.5Hz에서 수술후 97.6Hz로 제 2 비음형태의 ba-

**Table 1.** Nasal formants and bandwidths

Nasal formant	Preoperative(Hz)	Postoperative(Hz)
NF1*	295.5 ± 49.3	330.6 ± 64.2
NF2	1489.3 ± 347.7	1544.9 ± 427.4
NF3	2601.6 ± 174.9	2648.7 ± 260.5
B1	91.5 ± 44.6	97.6 ± 34.5
B2	154.7 ± 37.8	168.6 ± 28.9
B3	123.5 ± 41.7	107.5 ± 42.5

NF1 : the first nasal formant  
 NF2 : the second nasal formant  
 NF3 : the third nasal formant  
 B1 : the first band width    B2 : the second band width  
 B3 : the third band width    \* : p<0.05

**Table 2.** Nasalance of three passages

Passage	Nasalance(%)	
	Preoperative	Postoperative
Baby*	30.3 ± 6.4	35.0 ± 7.9
Mamma*	48.7 ± 7.3	55.2 ± 7.2
Rabbit*	12.4 ± 5.6	17.6 ± 11.1

\* : p<0.05

ndwidth는 수술전 154.7Hz에서 수술후 168.6Hz로, 제 3 비음형대의 bandwidth는 수술전 123.5Hz에서 수술후 107.5Hz였다. 수술 전후 통계적으로 의미있는 변화를 보인 것은 제 1 비음형대에서였다(p<0.05)(Table 1).

## 2. 비음도의 측정

아기 문장에서 수술전 30.3%, 수술후 35%, 엄마 문장에서 수술전 48.7%, 수술후 55.2%, 토끼 문장에서 수술전 12.4%, 수술후 17.6 %였다. 모든 문장에서 수술 전후 의미있는 차이를 보였다(p<0.05)(Table 2).

## 3. 음향비강통기도 검사

좁은 비강의 MCA는 수술전 0.4cm<sup>2</sup>, 수술후 0.7cm<sup>2</sup>, 좁은 비강의 비용적은 수술전 4.9cm<sup>3</sup>, 수술후 10.3cm<sup>3</sup> 이었고 넓은 비강의 MCA는 수술전 0.7cm<sup>2</sup>, 수술후 0.8cm<sup>2</sup>, 넓은 비강의 비용적은 수술전 7.7cm<sup>3</sup>, 수술후 10.6cm<sup>3</sup>이었다. 좁은 비강의 MCA와 비용적, 넓은 비강의 비용적에서 수술 전후 의미있는 차이를 보였다(p<0.05)(Table 3).

## 4. MCA 혹은 비용적과 비음도 혹은 비음형대와의 관계

Pearson 상관계수를 구해본 결과 좁은 비강의 MCA와 토끼 문장의 비음도사이에는 상관계수 0.54, p값 0.

**Table 3.** Results of Acoustic rhinometry

	Preoperative	Postoperative
MCA(narrow)(cm <sup>2</sup> )*	0.4 ± 0.2	0.7 ± 0.2
Nasal volume(narrow)(cm <sup>3</sup> )*	4.9 ± 1.9	10.3 ± 2.6
MCA(wide)(cm <sup>2</sup> )	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.2
Nasal volume(wide)(cm <sup>3</sup> )*	7.7 ± 1.9	10.6 ± 2.2

MCA(narrow) : minimal cross sectional area of narrow side  
 Nasal volume(narrow) : nasal volume of narrow side  
 MCA(wide) : minimal cross sectional area of wide side  
 Nasal volume(wide) : nasal volume of wide side

\* : p<0.05

**Table 4.** Analysis by Pearson correlation

Group	Correlation	p-value
MCA(narrow)-rabbit passage	0.54	0.01
Nasal volume(narrow)-rabbit passage	0.595	0.01
MCA(wide)-rabbit passage	0.465	0.03
Nasal volume(narrow)-baby passage	0.55	0.01

MCA(narrow) : minimal cross sectional area of narrow side  
 Nasal volume(narrow) : nasal volume of narrow side  
 MCA(wide) : minimal cross sectional area of wide side  
 Rabbit passage : nasalance of rabbit passage

011이었고 좁은 비강의 비용적과 토끼 문장의 비음도 사이에는 상관계수 0.595, p값 0.004이었고 넓은 비강의 MCA와 토끼 문장의 비음도사이에는 상관계수 0.465, p값 0.034이었고 좁은비강의 비용적과 아기 문장의 비음도 사이에는 상관계수 0.55, p값 0.01이었고 다른 자료들간에 의미있는 결과를 보이지 않았다. 본 결과에서 좁은 비강의 비용적의 변화와 토끼 문장의 비음도간에 가장 의미있고 높은 상관관계를 보였다(Table 4).

## 고 찰

비강의 상태를 평가하기 위한 방법들이 많지만 그 동안에는 수술 준비를 위한 평가 도구로 방사선 사진이나 전산화단층촬영, 자기공명영상 등이 활용되어 왔다. 그러나 수술후 비폐색의 정도나 음성의 변화를 객관적으로 간편하게 검사하는 방법은 최근에 발달하였다. 음파의 반사를 이용하여 비강의 구조적인 요소를 측정하는 방법인 음향비강통기도 검사가 도입되었고 이는 비폐색의 정도를 간단히 짧은 시간에 비침습적으로 측정할 수 있고 비강의 단면적과 체적을 수치로 나타낼 수 있

는 방법이다. 음향학적인 방법을 도입하여 비강 상태를 간접적으로 측정할 수 있는 방법이 비음도측정기(nasometer)와 음향분광사진분석기(sound spectrometer)로 여러 가지 질환의 평가에 활용되고 있다.

저자의 연구에서 제 1 비음형대의 주파수에서만 수술 후 의미있는 증가를 보였다. 이에 비해 Hong 등<sup>7)</sup>은 비용종 수술후 제 1 비음형대의 주파수의 의미있는 감소를 보고 하였고 Jin 등<sup>3)</sup>은 비중격성형술 및 하비갑개 절제 수술 후에 제 1 비음형대의 주파수의 감소를 보고하여 저자와 다른 결과를 보였다. 또한 Hong 등<sup>7)</sup>의 연구는 비용종 환자를 대상으로 한 연구이기 때문에 하비갑개 수술을 한 본 연구와의 직접적인 비교가 어렵다고 생각 하며 Jin 등<sup>3)</sup>은 구개비강자음 /양양/에서만 의미있는 감소를 보여서 치조비강자음 /나나/를 사용한 본 연구와 직접 비교할 수가 없다. 반면 Son 등<sup>8)</sup>이 중비도에 merocel로 막아 비폐색을 유발한 실험에서는 제 1 비음형대의 주파수의 감소를 보여서 이를 역으로 해석하면 비폐색을 없애면 제 1 비음형대의 주파수가 증가한다고 할 수 있겠다. 향후 유사한 연구를 비용종 환자나 부비동염 환자를 대상으로 해 볼 필요가 있다.

또한 비중격 및 하비갑개 절제술후 3가지 문장에서 모두 의미있는 비음도 증가를 보였는데 Son 등<sup>8)</sup>은 비폐색을 인위적으로 유발한 실험에서 3가지 문장에서 모두 비폐색후 비음도의 감소를 보고하였고 Jin 등<sup>3)</sup>은 엄마 문장으로 실험한 결과 비중격 및 하비갑개 절제술후 비음도의 증가를 보고하였다. Hong 등<sup>4)</sup> Dhong 등<sup>9)</sup>은 부비동수술 후 비음도의 증가를 보고하여 질환의 종류나 수술 방법과 무관하게 수술후 비음도의 증가를 보임을 알 수 있었다.

음향비강통기도 검사 결과, 수술후 좁은 비강의 MCA, 좁은 비강의 비용적, 넓은 비강의 비용적은 의미있는 증가를 하였다. Choi 등,<sup>1)</sup> Grymer 등,<sup>10)</sup> Kemker 등<sup>2)</sup>도 비중격 및 하비갑개절제수술후 비강면적이나 비강용적의 증가한다고 하여 저자와 유사한 결과를 보였다. 충분히 예상할 수 있는 결과이지만 객관적으로 확인한 점에 의미가 있고 수술후 경과를 환자에게 설명하는데 도움이 되리라 생각한다.

Pearson 상관계수의 비교에서는 좁은 비강의 MCA, 좁은 비강의 비용적, 넓은 비강의 MCA들의 수술후 변화와 토끼 문장에 대한 비음도의 수술후 변화 그리고 좁은 비강의 비용적의 수술 후 변화와 아기 문장에 대

한 비음도의 수술 후 변화가 각각 의미있는 상관관계를 보였다. 이는 Mayo 등<sup>11)</sup>이 인종간의 비음도와 rhinomanometry를 이용한 연구에서 nasal sentence에서의 비음도와 비강 면적간에 상관관계가 0.26으로 낮기는 하지만 통계적으로 의미있는 상관관계를 보인다고 한 것과 같은 결과이다. 따라서 비강의 면적이나 체적의 변화가 비음도에 영향을 미침을 알 수 있었고 이는 비강 수술 후 음성 변화가 올 수 있음을 설명해야 할 근거로 삼을 수 있을 것이다.

Williams 등<sup>12)</sup>은 비음도에 영향을 주는 요소를 언급 하였는데 연구개의 기능, 비강기도의 특성, 구강 및 구순의 기능 등 3가지이다.

후두에서 발생한 소리는 velopharyngeal isthmus를 지나 비강과 구강으로 갈라진다. 이 때 갈라지는 비율은 연구개의 위치나 기능에 따라 달라진다. nasal component는 다시 비강의 상태, 특히 해부학적 이상 정도의 영향을 받는다. Oral component는 구강이나 구순의 기능, 모양의 영향을 받는다. 따라서 비강내의 용종, 비갑개, 비중격에 대한 수술을 하면 앞서 언급한 에너지의 분산에 영향을 주고 비음도에 변화를 주게 된다.

비음도 검사, 음향비강통기도 검사, 음성검사는 성별이나 연령에 관계없이 쉽게 할 수 있는 검사로 환자의 수술 전후 변화를 객관적으로 볼 수 있는 방법이다. 특히 비음도 검사는 상기도의 변화 특히 연구개의 위치나 기능 상태의 영향을 받으므로 단독으로 환자의 평가를 위한 수단으로 쓸 수 없고 여러 결과를 종합하여 평가하는 것이 바람직하다.

수술 후 비음도나 비강내의 면적이나 체적이 증가한 것은 예상된 결과이고 비음도의 변화와 비강내의 면적이나 용적의 변화가 서로 밀접한 관계를 보임이 입증되어 수술후 음성이 변한다는 것을 알 수 있었다.

제 1 비음형대의 주파수의 증가를 보이는 저자의 결과는 Hong 등<sup>7)</sup>이나 Jin 등<sup>3)</sup>의 결과와는 상반되는 결과이지만 Son 등<sup>8)</sup>의 결과와는 유사하였다. 저자의 자료 중에서 일부는 제 1 비음형대의 주파수의 수술후 감소를 보이는 경우도 있어서 증례수를 늘리고 성별로 따로 분석을 하는 실험이 필요하리라 생각한다.

또한 장기적인 비강 질환으로 인한 비폐색에 대하여 병적으로 발생한 연구개의 보상기전이 수술 3개월 후에 정상적으로 돌아오므로<sup>13)</sup> 수술 후의 검사기간을 3개월 이상으로 늘려서 연구를 해보아야 할 것이다.

## 결 론

비후성비염환자에서 하비갑개 절제수술은 비강 체적과 면적을 증대시키고 비음도를 증가시켰으며 제 1 비음형대 주파수의 증가를 가져왔다. 비강의 체적과 면적의 변화는 토끼 문장에서 비음도 변화와 의미있는 상관관계를 보였다. 비음형대 주파수의 수술후 변화에 관한 추가 연구는 향후 증례수를 늘려서 시행을 해야 할 것이며 하비갑개의 수술을 할 경우 음성 변화를 고려해야 한다.

**중심 단어 :** 비후성비염 · 음향비강통기도검사 · 비음도 · 비음형대.

본 논문은 1999년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의해서 이루어짐.

## References

- 1) Choi BY, Han GC, Park SA, Lee WS, Chung DH : *Evaluation of nasal patency by acoustic rhinometry : before and after septoplasty with laser-assisted turbinoplasty.* *Korean J Otolaryngol.* 1996 ; 39(12) : 2001-2006
- 2) Kemker B, Liu X, Gungor A, Moinuddin R, Corey JP : *Effect of nasal surgery on the nasal cavity as determined by acoustic rhinometry.* *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999 ; 121(5) : 567-571
- 3) Jin SM, Kang HG, Lee KC, Park SO, Lee SC, Lee YB : *Significance of Nasometer and First Formant for Nasal Patency After Septoplasty and Turbinoplasty.* *J Korean Logo Phon.* 1997 ; 8(2) : 161-165
- 4) Hong KH, Kwon SH, Jung SS : *The assessment of nasality with a nasometer and sound spectrography in patients with nasal polyposis.* *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997 ; 117(4) : 343-348
- 5) Min YG, Jang YJ, Cho YS, Choi YS, Yoo YS : *Evaluation of accuracy of acoustic rhinometric measurement.* *Korean J Otolaryngol.* 1994 ; 37 : 300-305
- 6) Hong KH, Kim JY, Kim YK : *An effect of tonsillectomy on formant and nasality.* *Korean J Otolaryngol.* 1994 ; 37 : 543-552
- 7) Hong KH, Jeong SS, Jung KY, Jeong KH, Kim JH : *Assessment of nasality change after surgery of nasal polyposis.* *Korean J Otolaryngol.* 1995 ; 38(7) : 1049-1057
- 8) Son YI, Jung YS, Lee EK, Chung WH : *Acoustic Characteristics of Nasal Consonants and the Change of Nasalance according to the Sites of Nasal Obstruction.* *J Korean Logo Phon.* 1998 ; 9(1) : 27-31
- 9) Dhong HJ, Kim SI, Kwon JK, Yun YS, Kang SM, Chu KC : *Effects of Endoscopic Sinus Surgery on Nasality.* *Korean J Otolaryngol.* 1999 ; 42 : 871-875
- 10) Grymer LF, Illum P, Hilberg O : *Septoplasty and compensatory inferior turbinate hypertrophy : a randomized study evaluated by acoustic rhinometry.* *J Laryngol Otol.* 1993 ; 107(5) : 413-417
- 11) Mayo R, Floyd LA, Warren DW, Dalston RM, Mayo CM : *Nasalance and nasal area values : cross-racial study.* *Cleft Palate Craniofac J.* 1996 ; 33(2) : 143-149
- 12) Williams RG, Eccles R, Hutchings H : *The relationship between nasalance and nasal resistance to airflow.* *Acta Otolaryngol.* 1990 ; 110(5-6) : 443-449
- 13) Kim CS, Kong SK, Lee HS, Cho KS, Wang SG, Roh HJ : *Analysis of Changes in Nasal Formant, Spectra and Resonant Volume in Rhinosinus after Endoscopic Sinus Surgery.* *Korean J Otolaryngol.* 2000 ; 43 : 1108-1115