

양성 성대 점막 질환의 음향학적 특성에 관한 연구

경상대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실,¹ 건강과학연구원²

이재석¹ · 김진평¹ · 박정제¹ · 권오진¹ · 우승훈^{1,2}

= Abstract =

A Study for Acoustic Features of Benign Laryngeal Disease

Jae Seok Lee, MS¹, Jin Pyeong Kim, MD¹, Jeong Je Park, MD¹,
Oh Jin Kwon, MD¹ and Seung Hoon Woo, MD^{1,2}

¹Department of Otorhinolaryngology; ²Institute of Health Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Background and Objectives : The purpose of this study is to find features in acoustics and to learn useful features of parameters in order to distinguish laryngeal diseases through many acoustic variables. **Materials and Methods** : The subjects of this study were 125-male patients who had been diagnosed with vocal nodule, vocal polyp, vocal cyst, Reinke’s edema, leukoplakia. To research the features of each disease in acoustics, they are measured 34 parameters by using MDVP. **Results** : It is clear that in order to see a meaning result when distinguishing laryngeal diseases, F₀, MF₀, T₀, Fhi, Flo, PER variables are significant (p < .05). It means that variables related to fundamental frequency are important to anticipate which group will be diagnosed with Reinke’s edema and leukoplakia. vAm had an effect on getting a significant result in terms of amplitude perturbation parameters, which is useful to distinguish between laryngeal polyp/cyst and other laryngeal disease (p < .05). ATRI made a significant result in related to tremor parameters, which is useful to distinguish between laryngeal polyp and other laryngeal disease (p < .05). **Conclusion** : F₀, MF₀, T₀, Fhi, Flo, PER, vAm, ATRI might be meaningful parameters distinguishing pathologic from benign laryngeal diseases. Especially, the vAm and ATRI are an important factor when forecasting which group would be diagnosed with vocal polyp.

KEY WORDS : Acoustic parameter · Benign laryngeal disease · MDVP.

서 론

음성의 기능을 객관적으로 측정하는 것은 임상에서 후두 질환 평가 및 진단에 있어서 환자의 상태를 파악하는데 중요한 정보를 제공하여 줄 수 있다.^{1,2} 이러한 검사법들 중 객관적이면서 검사가 용이하고 환자들이 불편함을 가장 적게 느낄 수 있는 음향학적 검사법은 환자의 음도, 강도, 음질 등의 음성상태를 가장 광범위하게 측정할 수 있는 검사방법 중 하나이다.¹ 현재 임상 현장에서 음성장애인의 음성을 음향학적 측면에서 분석하는 데 많이 사용되는 기기로는 CSL(computer-

lized system labotory) 프로그램 내의 MDVP(multi-dimensional voice program)이며 이것은 음질과 관련된 여러 가지 매개변수 값들을 측정하기 위해 주로 사용되는 대표적인 기기이다.²⁾

MDVP(multi-dimensional voice program)는 음성의 파형을 이용하여 음성 기본주파수 및 주파수와 관련된 시간을 토대로 음향학적 분석을 하며, 가변적이고 다변적인 음성을 다차원적으로 분석하여 음성의 여러 측면을 한 번에 살펴볼 수 있는 장점이 있다.³⁾

본 연구에서는 MDVP를 이용한 음향분석을 통해 이비인후과에서 발생 빈도가 높은 성대결절, 성대용종, 성대낭종, 레인케씨 부종, 백반증의 성대 점막 질환에 대한 음향학적 특성을 알아보고, 각 질환 간에 어떠한 특성의 차이가 있는지 살펴보고자 하였다. 이를 통해 임상 현장에서 빈번하게 접할 수 있는 양성 성대 점막 질환에 대한 음향학적 특성을 이해하고 질환을 감별하는데 도움이 되는 자료를 제공하고자 한다.

논문접수일: 2013년 5월 6일
심사완료일: 2013년 6월 11일
책임저자: 우승훈, 660-702 경남 진주시 칠암동 90
경상대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실
전화: (055) 750-8173 · 전송: (055) 759-0613
E-mail: lesaby@hanmail.net

대상 및 방법

2010년 1월부터 2011년 6월까지 이비인후과를 내원한 환자들 중 성대결절, 성대용종, 성대낭종, 레인케씨 부종, 백반증으로 진단 받은 남성 각 25명씩 총 125명을 대상으로 하였다. 각 집단의 음질의 차이를 확인하기 위해 CSL(Computerized Speech Lab, model 4150B, KayPENTAX, USA)의 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program)를 사용하였으며, F_0 (average fundamental frequency), MF_0 (mean fundamental frequency), T_0 (Average Pitch Period), F_{hi} (highest fundamental frequency), F_{lo} (lowest fundamental frequency), PER(phonatory F_0 -range in semi-tones), vAm (peak-to peak amplitude variation), ATRI(amplitude tremor intensity index) 등 총 34개의 추출가능한 변수를 측정하여 비교 분석하였다. 음성검사는 모든 대상자를 방음실에서 편안한 자세로 앉게 한 후 다이내믹 마이크(shure SM48, SHURE, USA)와 10 cm 거리를 두고 가능한 평상시와 같은 높이와 크기의 편안한 목소리로 지속모음 /아/를 3회 발성하여 이들의 평균값을 얻어 비교하였다.

통계분석은 각 군간의 음성변수들의 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석을 사용하였고, 질환의 감별진단에 있어 유의한 수치를 알아보기 위해 사후검증 절차로서 LSD검정을 실시하였다. 유의수준 0.05 이하일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였으며, 자료의 통계적 처리는 SPSS 19.0을 이용하였다.

결 과

34가지 음향 파라미터를 사용하여 각 후두질환 별 음향학적 검사에 대한 결과값을 도출하였다. 양성 성대 점막 질환을 분별 하는데 유용한 변수 중 기본 주파수 관련 측정치의 변수에 대해 F_0 , MF_0 , T_0 , F_{hi} , F_{lo} , PER이 유의한 결과를 나타냈다($p < .05$)(Table 1). 이 중 기본주파수 F_0 는 레인케씨 부종군이 100.69 Hz로 성대결절군, 성대용종군, 성대낭종군, 백반증군에 비해 유의하게 낮았다($p < .05$). 백반증군은 F_0 가 118.50 Hz으로 타 군에 비해 유의하게 높았다($p < .05$). 기본주파수의 평균인 MF_0 는 레인케씨 부종군이 100.61 Hz, 백반증군이 133.90 Hz로 나타나 F_0 와 같이 레인케씨 부종군이 타군에 비해 낮고 백반증군이 타군보다 높았다($p < .05$). 분석된 음성 구간 중 기본주파수가 가장 높을 때를 나타내는 F_{hi} 는 백반증군이 155.47 Hz로 타군에 비해 유의하게 높았다($p < .05$). 이와 반대로 기본주파수가 가장 낮을 때를 나타내는 F_{lo} 는 레인케씨 부종군이 93.33 Hz로 타군에 비해 유의하게 낮았다($p < .05$).

음성 파형의 한 주기가 차지하는 시간들의 평균치를 의미하는 T_0 는 레인케씨 부종군이 10.11 ms로 타군에 비해 유의하게 높았다($p < .05$). 음성 파형의 총 수를 나타내는 PER은 백반증군이 203.56으로 타군에 비해 유의하게 높았다($p < .05$). 음성 강도 변이 관련 변수에 대해서는 vAm 이 유의한 결과를 나타냈다($p < .05$). vAm 은 성대용종군과 성대낭종군에 있어 정상역치값인 8.20%보다 높게 나타나 두 집단 모두 병리적 수준이었으며, 성대용종군이 13.94%로 성대낭종군 9.75%에 비해 유의하게 높았다($p < .05$). 진전 관련 변수 중에서는 ATRI가 유의한 결과를 나타냈다($p < .05$). ATRI가 성대용종군은 7.32%로 나타나 성대결절군 3.86%, 성대낭종군 3.57%, 레인케씨 부종군 4.07%, 백반증군 3.98%의 타군 보다 유의하게 높았다($p < .05$)(Table 2).

고 찰

최근 음성공학의 발달로 MDVP에서 분석 가능한 변수들의 범위가 증가하여 현재는 34개의 변수들을 분석할 수 있어 음성을 보다 정교하게 음향학적으로 분석할 수 있게 되었다. 그리고 어떤 대상자의 음성에서 분석된 변수들이 정상 기준치와 함께 도식으로 나타낼 수 있어 그 대상자의 음성이 어느 영역에서 문제가 있는지를 한눈에 파악할 수 있다. 변수 중 F_0 는 음도(pitch)와 관련이 있으며 성대가 초당 진동하는 횟수로 자기상관계수(auto-correlation)로 추출된다. jitter는 음질과 관련이 있으며, 기본주파수에서 short-term(cycle-to-cycle) 변동을 측정한다. shimmer는 음성의 진폭을 통해 산출되며 주파수변동률-강도(jitter-amplitude)의 짝(companion)으로 고안된 것으로, 파형 진폭에 short-term(cycle-to-cycle)의 변동을 측정한다. vAm 은 음성 강도 변이 관련 변수(Amplitude Perturbation)로서, 인접해 있는 cycle 간의 음성 강도 변이에 대한 표준편차를 상대적으로 보여준다. ATRI는 진전 관련 변수(Tremor)로 음성 강도의 진전에 대해 분석하기 위해 설정해 놓은 범위에 있는 진폭 변조된 저주파 요소 중, 가장 에너지가 큰 주파수의 에너지가 전체 주파수 에너지 중 차지하는 비율을 보여준다. 이외에도 기본주파수 변이 관련 변수(Frequency Perturbation), 잡음 관련 변수(Noise Related), 음성 일탈 관련 변수(Voice Break), Sub-Harmonics 관련 변수(Sub-Harmonic), 음성의 불규칙성 관련 변수(Voice Irregularity)에 대해 분석이 가능하다.⁴⁾ 성대의 병변이 생기면, 그 양상에 따라 음성변화의 차이가 생기게 된다. 이런 미세한 음질의 차이는 결국 각 집단의 음성에 대한 대표성을 가질 수도 있다.

최근 많은 연구들에서 MDVP를 이용해 성대의 질환을 감별해 내고자 하는 시도들이 있다. 본 연구도 최근 발달되고 다

Table 1. Acoustic analysis in laryngeal diseases

Parameter	Nodule	Polyp	Cyst	Reinke's edema	Leukoplakia	p
F ₀	122.34±18.23	115.41± 18.05	118.18± 17.21	100.69± 13.61	118.50± 24.89	.000*
MF ₀	122.26±18.19	115.35± 18.06	118.09± 17.22	100.61± 13.60	133.90± 23.29	.000*
T ₀	8.36± 1.36	8.88± 1.51	8.55± 1.25	10.11± 1.42	7.66± 0.21	.000*
Fhi	131.97±25.11	122.71± 19.49	131.14± 21.18	109.79± 17.05	155.47± 53.36	.000*
Flo	114.48±17.66	110.76± 25.06	110.30± 18.50	93.33± 13.27	121.24± 25.44	.000*
STD	2.44± 2.03	2.36± 1.24	2.68± 1.88	2.54± 1.41	6.68± 3.76	.075
PER	154.08±57.54	143.72± 51.77	150.70± 43.66	145.32± 70.78	203.56± 58.65	.001*
Jita	131.00±96.16	146.25±119.77	187.06±208.25	201.87±127.23	134.32±169.6	.330
Jitt	1.63± 1.32	1.61± 1.20	2.12± 0.02	2.01± 1.23	1.85± 2.51	.797
RAP	0.95± 0.80	0.96± 0.73	1.29± 1.30	1.20± 0.75	1.07± 1.43	.719
PPQ	1.01± 0.85	0.97± 0.75	1.18± 0.96	1.10± 0.65	1.11± 1.59	.955
sPPQ	1.21± 0.67	1.29± 0.64	1.43± 1.08	1.46± 0.68	2.11± 4.04	.537
vFO	1.95± 1.46	2.08± 1.13	2.25± 1.72	2.49± 1.33	3.13± 6.21	.678
ShdB	0.44± 0.24	0.63± 0.45	0.84± 1.40	0.73± 0.27	0.56± 0.49	.357
shim	5.23± 2.81	7.15± 4.64	6.44± 5.01	8.43± 3.07	6.41± 5.39	.124
APQ	3.83± 1.66	5.23± 3.22	4.41± 2.78	5.47± 2.05	4.70± 3.91	.266
sAPQ	5.55± 2.13	8.03± 5.46	6.28± 3.34	6.92± 2.46	6.29± 4.56	.229
vAm	10.88± 4.33	13.94± 8.09	9.75± 4.68	13.04± 4.82	10.31± 5.33	.040*
Fftr	5.48± 3.09	4.46± 2.21	3.71± 1.45	4.72± 2.65	4.27± 2.63	.186
Fatr	4.40± 2.27	4.38± 2.26	4.24± 1.74	5.26± 2.99	4.46± 2.17	.773
FTRI	0.51± 0.33	0.70± 0.33	0.66± 0.45	1.02± 0.63	0.68± 0.87	.060
ATRI	3.86± 1.96	7.32± 6.94	3.57± 2.13	4.07± 1.52	3.98± 1.90	.019*
DUV	4.98±13.16	7.16± 15.89	10.35± 24.64	14.75± 20.50	9.71± 24.23	.509
NUV	1.80± 4.23	2.20± 5.22	6.84± 15.48	7.00± 10.12	4.12± 9.60	.182
DVB	0.00± 0.00	1.41± 7.06	0.61± 3.05	0.28± 1.41	0.00± 0.00	.589
NVB	0.00± 0.00	0.04± 0.20	0.04± 0.20	0.04± 0.20	0.00± 0.00	.736
DSH	0.00± 0.00	0.00± 0.00	3.42± 12.26	0.00± 0.00	0.23± 0.66	.118
NSH	0.00± 0.00	0.00± 0.00	1.12± 3.95	0.00± 0.00	0.12± 0.33	.113
NHR	0.13± 0.04	0.15± 0.03	0.15± 0.10	0.19± 0.08	0.19± 0.18	.271
VTI	0.04± 0.01	0.05± 0.03	1.17± 5.65	0.08± 0.03	0.05± 0.03	.420
SPI	19.94± 6.69	17.30± 6.36	17.33± 10.39	13.17± 6.80	21.31± 18.29	.083
PFR	3.32± 2.46	3.32± 1.90	4.08± 2.51	3.76± 1.87	4.88± 6.55	.503
SEG	43.32±17.95	42.48± 13.18	46.60± 18.00	49.80± 18.79	51.64± 13.43	.219
Tsam	1.30± 0.53	1.28± 0.39	1.31± 0.36	1.50± 0.56	1.59± 0.36	.062

* : p<.05

양화된 MDVP의 측정 요소들을 이용해 후두질환의 음향학적 특성을 살펴보고, 후두 내시경으로 구별하기 어려운 질환들을 감별해 내고자 하는 목적으로 시도되었다.

권순복 등¹⁾의 연구에서는 성대결절, 성대마비, 성대용종, 라인케씨 부종, 정상인을 대상으로 음향학적 변수를 측정하였는데 정상인과 성대질환 환자들 사이에 기본주파수(F₀)가 유의미한 차이를 나타냈다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 백반증 군만이 다른 군에 비해 유의하게 기본주파수(F₀)가 높게 나타났는데, 이는 성대 점막이 과각화 되어 감에 따라 발성 시에 일어나는 성문의 기류 방출이 기본주파수를 산출하는 데 영향을 미친 것으로 사료된다. 이로 인해 T₀, Fhi, Flo, PER에도 유사한 결과를 보이는 것으로 여겨진다.

김상균⁵⁾의 비슷한 연구에서는 라인케씨 부종 환자의 음성학적 특성이 유의하게 낮은 음도를 나타낸다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 주파수 관련 변수 중 F₀와 MF₀에 있어 라인케씨 부종 집단이 다른 집단에 비해 유의하게 낮은 결과를 나타내었는데, 이는 라인케씨 부종의 특성 상 병소 부위의 질량이 다른 질환에 비해 크므로 인해 성대접촉 횡수가 감소하여 기본주파수가 저하 된 것으로 여겨진다.

성대낭종은 병리적 특성 상 후두내시경으로 성대용종과 정확히 구별하는 것이 불가능한 경우가 종종있다. 따라서 수술 중 확진되는 경우가 발생한다. 고윤우 등⁶⁾에 의하면 성대낭종 환자에서의 후두미세수술 전후의 음성분석에서 vAm이 유의하게 감소한다고 보고하고 있다. 이는 성대낭종을 분별할 수있

Table 2. A comparison with acoustic parameters of 5groups

Parameter	Nodule	Polyp	Cyst	Reinke's edema	Leukoplakia
F ₀				E<N	L>N
	N>E	P>E	C>E	E<P	L>P
	N<L	P<L	C<L	E<C	L>C
MF ₀				E<L	L>E
				E<N	L>N
	N>E	P>E	C>E	E<P	L>P
T ₀				E<C	L>C
				E<L	L>E
	N<E	P<E	C<E	E>P	L<P
F _{hi}				E>C	L<E
				E>L	
	N>E	P<L	C>E	E<N	L>P
F _{lo}				E<C	L>C
				E<L	L>E
	N>E	P>E	C>E	E<P	L>E
PER				E<C	
				E<L	L>E
	N<L	P<L	C<L	E<P	L>P
vAM					L>C
					L>E
		P>C	C<P	E>C	L<P
ATRI					
		P>L	C<E		
	N<P	P>N	C<P	E<P	L<P
		P>E			
		P>L			

N : Nodule, P : Polyp, C : Cyst, E : Reinke's edema, L : Leukoplakia

는 음성 지표 중 vAm이 의미있는 변수로 작용될 수 있음을 시사한다. 또한 홍기환 등⁷⁾은 발화 노력과 성대 운동성의 관계를 음성질환자를 대상으로 음향학적 분석을 실시하였는데, 성대용종 환자의 경우 발화 노력이 증가하면서 vAm이 역치값 이상으로 나타났다고 보고하였다. 이를 통해 병적음성에서 발화 노력이 증가함에 따라 부종으로 인하여 내전 시 성대 접촉율의 불안정함과 불완전함이 후두근의 긴장을 통해 보상되지 못하고 오히려 증가되어 vAm이 차이가 날 수 있다는 것을 추측할 수 있다. 이것은 vAm이 성대용종을 분별하는 변수로 작용할 수 있으므로 사료되며, 본 연구에서도 성대용종군이 성대낭종군보다 vAm이 유의하게 큰 것은 성대용종이 성대낭종보다 발화노력이 더욱 큰 것으로 생각된다. 또한 발화 노력이 ATRI의 값을 증가시킬 수 있다는 결과는, 이번 연구에서 성대용종이 ATRI에 대해 병리적 수준인 반면, 성대낭종은 정

상범위에 속해 있어 이를 뒷받침 한다. 따라서 성대용종은 성대낭종을 포함한 다른 후두질환에 비해 발화노력이 크다는 것을 추측할 수 있게 해주며, 이것은 성대용종의 중증도에 따라 진전관련 변수가 유의미한 결과를 나타낸 선행연구와도 상관이 있을것으로 사료된다.⁸⁾

그러나 본 연구의 제한점으로는 양성 성대 점막 질환 대상을 선정함에 있어 병변의 크기나 양측성 유무를 고려하지 않았고, 남성 환자를 대상으로 하였기 때문에 연구대상의 범위가 좁았다. 그리고 연령에 따른 통제가 미흡하였다. 따라서 후속 연구에서는 이에 대한 통제를 좀 더 자세하게 한 후 대상을 표집하는 것이 객관적인 음향학적 비교에서 다소 고려되어야 할 요인으로 생각된다.

결론

이비인후과에서 발생 빈도가 높은 성대결절, 성대용종, 라인케씨 부종, 백반증 질환을 구별하는데 있어 음향학적 분석 기기인 MDVP의 변수 중 F₀, MF₀, T₀, F_{hi}, F_{lo}, PER, vAm, ATRI가 유용할 것으로 사료된다. 특히, 임상현장에서 구별이 쉽지 않은 성대용종과 성대낭종에 있어 vAm과 ATRI가 감별에 도움이 될 것으로 사료된다.

중심 단어 : 음향학적 분석·양성성대질환·MDVP.

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구 사업 지원을 받아 수행된 것임(2013R1A1A1A1012542).

REFERENCES

- 1) Kwon SB, Wang SG. A study of Acoustic Features of Benign Laryngeal Disease Patients. *Journal of Special Education & Rehabilitation* 2008;47(2):100-85.
- 2) Yoo JY, Jeong OR, Jang TY, Ko DH. A Correlation Study among Acoustic Parameters of MDVP, Praat, and Dr. Speech. *Korean J speech sciences* 2003;10(3):36-29.
- 3) Pyo HY, Ko DH, Jung OR, Shin PG, Choi HS, Kim HK, et al. 음성 및 언어분석기기 활용법. 1st ed, Seoul, Korea: 한국문화사;2001. p.3-382.
- 4) Uhm HY. Reliability measure of the multi-dimensional voice program analysis result for normal and pathological voices. *Yongin: Kangnam Uni.*;2010.
- 5) Kim SG, Choi HS, Kong SC, Hong WP. Acoustic Analysis of Reinke's Edema. *Korean J Society of Logopedics and Phoniatics* 1996;7(1):19-11.
- 6) Koh YW, Bae JH, Yoon HC, Chung TY, Choi HS, Kim KM. Voice Analysis and Videostroboscopic Findings before and after Laryngomicrosurgery of Intracordal Cysts. *Korean J Society of Logopedics and Phoniatics* 2000;11(1):19-12.
- 7) Hong KH, Yang YS, Kim HG. The Effect of Noise on the Normal and Pathological Voice. *Korean J Speech Sciences* 2002;9(4):38-27.
- 8) Hong KH, Yang YS, Kim JS, Lee JK, Lee, EJ. A Study of Correlation Between Severity of Vocal Polyp and Acoustic Parameters. *Korean J Society of Logopedics and Phoniatics* 2006;17(1):27-17.