

장기간의 양측 감각신경성 난청환자에서 음성지표의 변화

인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실, 한림대학교 의과대학 이비인후과학교실*
윤자복 · 조경래 · 정상원 · 최정환 · 유영삼 · 우훈영 · 이강수*

= Abstract =

The Change of the Voice Parameters in Long-term Sensorineural Hearing Loss Patients

Ja Bock Yun, M.D., Kyoung Rai Cho, M.D., Sang Won Jeong, M.D.,
Jeong Hwan Choi, M.D., Young Sam Yoo, M.D.,
Hoon Young Woo, M.D., Kang Soo Lee, M.D.*

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

Backgrounds & Objectives : Prolonged hearing loss was considered as one of the factors which have the potential to cause vocal changes. However, the analysis of quality of phonation in hearing loss patients has not been achieved enough. The purpose of the study was to evaluate the difference in objective acoustic parameters between long-term hearing impaired patients and normal control group.

Material & Methods : The material of this investigation comprised a group of 20 patients (M : F=10 : 10) with moderate or profound hearing loss(over 50dB). The duration of all hearing loss was over 1 year. All of them underwent the acoustic examinations comprising electroglottography, multidimensional voice program and formant analysis during phonation of the bowels /a/ with free comfortable tone and /i/ with voluntary high tone. The results of the acoustic examinations were compared with those of a control group, composed of 20 sex- and age-matched normal hearing subjects.

Results : In the male hearing loss subjects, the significant increase was detected in pitch and shimmer during phonation of /a/ and in pitch during phonation of /i/. In addition, this group was characterized by decreased fundamental frequency during phonation of /i/. In female, there was no difference between hearing loss group and normal control group except a decreased formant 1 frequency.

Conclusion : Long-term moderate and profound sensorineural hearing loss could affect the objective voice parameters.

KEY WORDS : Hearing loss · Voice change · Voice parameter.

논문접수일 : 2001년 9월 13일

심사완료일 : 2001년 10월 5일

책임저자 : 윤자복, 139-707 서울 노원구 상계 7동 761-1

인제대학교 의과대학 상계백병원, 한림대학교 의과대학 이비인후과학교실

전화 : (02) 950-1104 · 전송 : (02) 935-6220 E-mail : yunjb@sanggyepaik.or.kr

서론

음성의 변화를 일으키는 요인은 매우 다양하며 발생기관의 형태학적 이상에서 지능장애와 뇌손상, 부적절한 음성환경과 언어환경, 정신심리장애, 운동장애, 전신의 허약과 질병, 그리고 인종과 종족의 차이 등이 있다.¹⁾

이와같은 요인에 의한 음성의 변화를 알아보기 위한 연구는 빈번히 이루어져 왔으나 대부분 비강이나 인두, 후두, 성대, 구강부위의 해부학적 변화가 동반된 시점의 전, 후를 비교한 것이었다. 월경전 증후군이나 폐경기 증후군을 가진 환자들이 정상인 여성과 다른 음성지표를 보이는 것도 연구되어 있으나 이들 연구도 여성호르몬의 변동에 따른 성대의 기질적인 변화에서 그 원인을 찾고 있다.^{2,3)} 이처럼 해부학적 변화나 기질적인 변화가 동반된 경우에 음성지표의 변화를 알아보는 연구에 비해 정신심리장애나 청각장애같은 기질적인 변화를 보이지 않는 경우의 음성변화를 연구한 예는 많지 않다.

장기간의 양측 감각신경성 난청환자에 있어서도 청각 되먹임작용(auditory feedback)의 장애와 생활환경, 이에 따른 정신심리상태의 변화 등으로 정상인과는 다른 음성형태를 보일 것이라는 예측이 가능하나 현재까지 차이를 분석한 예가 없었다. 저자들은 난청환자의 발성을 EEG(Electroglottography), MDVP(Multidimensional voice program)를 이용한 음성지표와 음형대(formant)를 분석한 뒤 동일 연령대의 정상인과 비교하여 그 차이를 알아보았다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2000년 4월부터 8월까지 상계백병원 이비인후과 외래를 방문한 정상청력을 가진 정상인 20명(남자 10명, 여자 10명, 평균연령 54.8세)과, 양측 평균기도청력 57.4 ± 33.8 dB의 양측 감각신경성난청환자 20명(남자 10명, 여자 10명, 평균연령 57.1세)을 대상으로 하였다. 난청환자들은 후천적인 요인으로 난청이 발생했고 언어 구사에 문제가 없는 경우로 국한하였고 모두 청각장애 6급 2호 이상을 판정받고 동반된 다른 신체장애가 없는 사람들이었다. 정상인과 난청환자들 모두 과거력상 폐, 후두, 신경계질환이 없으며 간접 후두경검사상 구강과

후두에 구조적인 문제가 없는 서울, 경기 거주자들이었다. 직업상 음성을 과도하게 사용하는 경우와 흡연경력이 있는 경우도 제외하였다.

2. 연구방법

연구에 사용된 기구는 CSL 4300B(KAY Elemetrics corp. NJ, USA)를 사용하였고 EGG와 MDVP를 이용하여 음성지표를 구하고 이를 토대로 음형대를 측정하였다. 발성은 정상군과 환자군 모두에게 free comfortable tone /아/ 모음과, high voluntary tone /이/ 모음을 편안한 자세에서 5초간 시행하였다.

EGG는 신체조직이 전도체임을 이용하여 갑상연골 양측 피부에 부착시킨 전극을 통하는 전기의 저항을 나타내는 것으로 성문이 열릴 때 저항이 증가하고 성문이 닫힐 때 저항이 감소하는 파형이 나타난다.⁴⁾ EGG의 전극을 피검자의 갑상연골 양측에 붙이고 편안한 자세로 /아/, /이/ 모음을 차례로 5초이상 발성시켜 3회 측정하였고 측정된 pitch, 성문개대율(open quotient), 성문폐쇄율(closed quotient)의 평균을 택하였다.

MDVP는 입술에서 10cm 위치에 마이크로폰을 고정시킨 상태에서 편안한 자세로 /아/, /이/ 모음을 5초이상, 3회 발성시켜 Fo(fundamental frequency), jitter, shimmer를 측정한 뒤 평균을 취하였다. 음형대는 /아/, /이/ 모음 발성중에서 안정된 spectrum을 보이는 부분을 선택하여 12000Hz로 down-sampling하여 선택된 구간의 제 1, 2, 3 음형대의 중심주파수를 측정하였다. 모든 검사는 한사람이 행하여 검사자에 의한 오차를 최소화했고 오전 10시에서 오후3시 사이에만 검사를 행하였다. 이상의 결과치는 Mann-Whitney의 U-test로 분석하였으며 유의수준은 0.05로 하였다.

결 과

EGG 지표상 남자 정상군과 남자 난청환자군의 /아/ 발음에서 pitch가 각각 107.70 ± 39.78 Hz, 155.39 ± 40.60 Hz로 환자군에서 유의한 증가를 보였고 /이/ 발음에서도 pitch가 227.89 ± 135.74 Hz와 331.71 ± 114.02 Hz로 환자군에서 유의한 증가를 보였다.

MDVP 지표에서는 남자 정상군과 남자 난청환자군의 /아/ 발음상 shimmer가 각각 0.26 ± 0.08 dB과 0.50 ± 5.59 dB로 환자군에서 유의한 증가를 보였다. 또한 남자

고 찰

정상군과 남자 난청환자군의 /이/ 발음상 Fo가 각각 261.73±69.32Hz, 209.67±37.29Hz로 환자군에서 유의한 감소를 보였다(Table 1). 여자환자군에서는 EEG와 MDVP상 유의한 차이를 보이는 지표가 없었다(Table 2).

음형대비교에서는 여자에서 /이/ 발음상 제 1 음형대에서 정상군 4029±547Hz, 환자군 3520±287Hz로 유의한 감소를 보였다. 기타의 경우는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3, 4).

음성을 내보내는 과정에 대응하여 받아들이는 과정에서도 인간의 청각은 음성을 듣기 위하여 민감해져 있어 음성에 의하여 전달되는 많은 정보를 짧은 시간에 받아들일 수가 있다.¹⁾ 호흡기관과 소화기관의 일부를 사용, 복잡한 음향성질을 형성하여 다양한 언어정보를 전달할

Table 1. The results of voice parameters according to normal group and patient group in male (EGG, MDVP)

	/a/		p-value	/i/		p-value
	Normal	Deaf		Normal	Deaf	
EGG						
PITCH(Hz)	107.70	155.39	0.02	227.89	333.71	0.03
CQ(%)*	47.91	46.99	0.27	47.81	53.13	0.05
OQ(%)†	52.07	52.99	0.27	52.17	47.61	0.15
MDVP						
Fo(Hz)	140.11	143.83	0.31	261.73	209.67	0.02
Jitter(%)	0.87	1.60	0.10	1.13	1.02	0.30
Shimmer(dB)	0.26	0.50	0.01	0.25	0.36	0.25

* : CQ, closed quotient
Normal, normal hearing patients

† : OQ, open quotient
Deaf, long-term sensorineural hearing loss patients

Table 2. The results of voice parameters according to normal group and patient group in female(EGG, MDVP)

	/a/		p-value	/i/		p-value
	Normal	Deaf		Normal	Deaf	
EGG						
PITCH(Hz)	145.66	209.25	0.05	218.65	280.11	0.20
CQ(%)*	47.46	48.42	0.32	44.59	50.05	0.19
OQ(%)†	52.52	51.56	0.32	55.39	49.94	0.19
MDVP						
Fo*(Hz)	219.72	209.47	0.34	339.85	270.83	0.06
Jitter(%)	0.90	1.13	0.32	0.99	0.86	0.24
Shimmer(dB)	0.22	0.40	0.10	0.22	0.25	0.21

* : CQ, closed quotient
Normal, normal hearing patients

† : OQ, open quotient
Deaf, long-term sensorineural hearing loss patients

Table 3. The results of formant analysis according to normal group and patient group in male

	/a/			/i/		
	Normal	Deaf	p-value	Normal	Deaf	p-value
F*1(Hz)	2111	1941	0.37	3588	3768	0.32
F2(Hz)	6021	6042	0.49	6873	6693	0.32
F3(Hz)	10722	9701	0.11	10320	9701	0.05

* : F : formant
Normal, normal hearing patients
Deaf, long-term sensoryneural hearing loss patients

Table 4. The results of formant analysis according to normal group and patient group in female

	/a/			/i/		
	Normal	Deaf	p-value	normal	deaf	p-value
F*1(Hz)	1488	1465	0.47	4029	3520	0.02
F2(Hz)	5557	5473	0.39	7182	7059	0.32
F3(Hz)	9484	9203	0.44	10583	10018	0.07

* : F : formant
Normal, normal hearing patients
Deaf, long-term sensoryneural hearing loss patients

수가 있는 것은 자신의 청각을 통해 외부청각을 구별하여 발생이나 구음을 조절하기 위한 청각 되먹임작용을 사용할 수 있다는 데 있다.¹⁾

이처럼 인간의 음성발성에 중요한 역할을 담당하는 청력에 장기간의 장애가 있다면 정상인과의 발성과는 차이가 있으리라 생각할 수 있다. 본 연구는 정상청력을 가진 성인남녀 각 10명과 동일연령대의 장기간의 감각신경성 난청환자 남녀 각 10명을 대상으로 음성특징을 비교, 분석한 결과이다.

음성기능의 평가에 있어서 음성의 청각심리검사(perceptual), 음향학적 검사(acoustics), 공기역학적 검사(aerodynamics), 후두구조물의 운동관찰, 근과 신경의 기능검사 등이 이용될 수 있다.⁵⁾ 수술이나 질병에 의해 기질적인 변화나 해부학적 변화가 동반되는 경우에 있어 음성기능 평가는 청각심리검사 측면에서 주관적 척도가 사용된 경우가 많았는데 최근에는 음성검사를 이용한 객관적인 척도들이 많이 사용되고 있다.⁶⁾ 본 연구에서처럼 기질적인 변화가 동반되지 않는 음성기능의 비교 평가연구는 많지 않지만 음향학적 검사와 같은 객관적인 검사가 타당하리라 생각된다.

남자난청환자군은 정상군에 비해 EGG 지표상 free comfortable tone /아/ 발음과 voluntary high tone /이/ 발음에서 pitch가 유의하게 증가하였다. 성대진동의 1주기내에 성대가 열려있는 비율을 나타낸 성문개대율과 닫혀있는 비율을 나타낸 성문폐쇄율은 유의한 차이를 보이지 않았다.⁷⁾

여자난청환자군에서는 EGG 지표상 pitch가 /아/ 발음과 /이/ 발음에서 모두 증가를 보였으나 유의한 수준은 아니었다($p>0.05$). 성문개대율과 성문폐쇄율은 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 여자에서 유의한 수준을 보이지는 않았으나 남녀 모두 난청환자들이 정상인보다 높은 음도를 내는 것으로 보아 청각 되먹임기능장애에 따른 영향이 있을 것이라 사료되었다. 추후 스트로보스코피(stroboscopy)를 이용하여 두 군간의 성대진동의 병태생리를 관찰하는 연구가 필요할 것으로 생각되었다.⁸⁾

Mary 등⁹⁾은 문화와 종족의 차이에 따른 음성 특징을 비교하기위해 MDVP를 이용하여 Fo, jitter, shimmer 등의 음성 지표를 사용하였고 문화, 종족, 성별에 따라 유의한 차이가 있음을 밝힌 바 있다. Wolfe 등¹⁰⁾도 음성 장애 정도를 나타내는 음향 변수로 Fo, jitter, shimmer 등을 선택하였고 Fex 등¹¹⁾은 기능성 발성장애 환자에

서 음성치료 후 Fo, jitter, shimmer 등의 개선을 보고 하였다.

본 연구에서는 MDVP 지표상 남자난청환자군이 정상인에 비해 /아/ 발음상 shimmer가 유의하게 증가되었고 /이/ 발음에서 Fo가 유의하게 감소하였다. 여자난청환자군에서는 유의한 차이를 보이는 지표가 없었다. 유의한 차이는 없었으나 남자와 여자 모두에서 Fo가 감소되고 jitter, shimmer가 증가되는 결과를 보였다. Fo는 성대가 1초간 진동하는 기본진동수이고, jitter와 shimmer는 주로 성대의 안정성을 살펴보는 것으로 성대간의 비대칭성, 공기 흐름의 장애, 성대내 점액질의 작용, 모세혈관의 분포등에 의해 증가되는 것으로 알려져 있다.¹²⁾ 폐경후 여성의 음성에서 jitter, shimmer 등이 감소하는 경향을 보이는데 이도 테스트스테론과 에스트로겐 비의 증가에 따른 성대의 남성화로 인해 점막의 위축 및 탈수와 함께 성문 상하부에서 분비되는 점액의 점도가 높아지고 성대내근의 위축이 발생하는 기질적인 구조의 변화라고 설명하고 있다.⁹⁾ 이처럼 기질적인 변화가 동반되었을 때 차이를 가져오는 음성지표들이 본 연구에서도 관찰되었다. 이는 난청환자에서 청각 되먹임 기능장애뿐 아니라 생활환경과 정신심리상태에 따른 자신의 음성습관변화에서 비롯되리라 생각된다. 즉 이러한 요소들이 기질적인 변화를 동반하리라는 추측을 할 수 있고 앞에서 언급하였듯이 난청환자들의 발생기관 관찰을 통한 연구가 이루어져야 할 것이다.

Mary 등¹³⁾은 음형대 측정을 통해 인종과 문화의 차이에 따라 차이가 있음을 밝혔다. 성도음향관의 구조에 따라 공명특성이 결정되고 공명특성은 공명주파수와 공명에 예민함에 관련된 주파수대역폭으로 표시되어 각각 음형대 주파수, 음형대 대역폭이라 한다.¹⁾ 본 연구에서는 여자난청환자군이 정상군에 비해 /이/ 발음상 제1음형대에서 유의한 감소를 보였다. 이도 난청환자들에 있어 정상인과는 다른 음성형태를 보이는 것으로 정신심리적인 영향분석과 함께 실질적인 관찰을 통해 병태생리를 알아보는 시도가 필요할 것이라 사료된다.

결론

장기간의 양측감각신경성난청의 남자환자에서 정상인 남자보다 /아/ 모음에서 pitch, shimmer가 유의하게 증가하였고 /이/ 모음에서는 pitch가 유의하게 증가하였고

F₀가 유의하게 감소하였다. 여자인청환자에서는 /이/ 모음에서 제 1 음형대가 유의하게 감소하였다. 이는 많은 연구가 이루어진 후두의 미세구조변화에 따라 달라지는 음성지표와 공통점이 있었다. 저자들은 난청에 따른 환경적, 정신심리적 변화가 음성의 변화를 가져옴을 알 수 있었다. 궁극적으로는 후두미세구조의 기질적인 변화가 음성변화의 원인이 되리라는 생각을 하게 되었고 추후 발생기관의 관찰을 통한 연구가 이루어져야겠다.

중심 단어 : 난청 · 음성변화 · 음성지표.

본 논문은 2000년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

References

- 1) 안회영 역 : 음성검사법 임상편 (일본음성언어학회 편). 제 2 판 : 군자출판사, 1996
- 2) Chae SW, Choi G, Choi JH, Song JJ, Choi JO, Jin SM : *Clinical analysis of voice change as a parameter of the premenstrual syndrome. Korean J Otolaryngol.* 1999 ; 42 : 1300-3
- 3) Kim SH, No HS, Hwang DJ, Oh YS, Moon SW, Kim HS, Jung ES : *The study of voice in postmenopausal syndrome. Korean J Otolaryngol.* 2000 ; 43 : 1125-5
- 4) Smith S : *Reserch on the principle of electroglottography. Folia Phoniatr.* 1981 ; 33 : 216-24
- 5) Hong KW : *Aerodynamics of speech using aerophone II. J Korean Logo Phon.* 1995 ; 6 : 165-72
- 6) Kim YM, Cho JI, Kim CH, Kim YJ, Hà HR : *Vocal dynamic studies before and after Laryngeal surgery. Korean J Otolaryngol.* 1999 ; 42 : 1174-8
- 7) Song YK, Sim HS, Choi HS : *Comparision of aerodynamic and EGG waveform characteristics under resonant voice, accent method, and tongue-tip trills : J Korean Soc Logo Phon.* 2000 ; 11 : 146-60
- 8) Woo P, Casper J, Colton R, Brewer D : *Aerodynamic and stroboscopic findings before and after microlaryngeal phonosurgery. J Voice.* 1994 ; 8 : 186-94
- 9) Mary V, Keith N, Jie C : *Multimodal standardization of voice among four multicultural populations : fundamental frequency and spectral characteristics. J Voice.* 2000 ; 15 : 194-219
- 10) Wolfe V, Fitch J, Cornell R : *Acoustic prediction of severity in commonly occurring voice problems. J Speech Hear Res.* 1995 ; 38 : 273-9
- 11) Fex B, Shiromoto O, Hirano M : *Acoustic analysis of functional dysphonia : Before and after voice therapy. J Voice.* 1994 ; 8 : 163-7
- 12) Nam SY, Park JH, Jeon HG, Kim SY : *Acoustic analysis of benign vocal lesion : before and after microlaryngeal surgery. Korean J Otolaryngol.* 1998 ; 41 : 925-8
- 13) Mary V, Keith N, Jie C : *Multimodal standardization of voice among four multicultural populations formant structures. J Voice.* 2000 ; 15 : 61-77