

흡연환자 음성의 음향학적 특성에 관한 연구

전북대학교 의학전문대학원 음성과학연구소,¹ 임상의학연구소,² 이비인후과학교실³
이명희¹ · 이승노¹ · 문승영³ · 임상호³ · 조영주³ · 홍기환^{2,3}

= Abstract =

Acoustic Characteristics of the Smoking Patients in the Voice Disorders

Myeong Hee Lee¹, Seung Rho Lee¹, Seung Young Moon, MD³,
Sang Ho Lim, MD³, Young Joo Cho, MD³ and Ki Hwan Hong, MD^{2,3}

¹Department of Otolaryngology-HNS, ²Institute of Speech Science and ³Research Institute of Clinical Medicine,
Chonbuk National University, Jeonju, Korea

Background and Objectives : Smoking has been identified as one of the main determinants of negative changes on the larynx histology. The purpose of this study is to investigate the voice characteristics and correlation between voice parameters of the smokers with vocal polyp or nodule or both of them.

Materials and Method : MPT, F₀, jitter, shimmer, NHR of Korean /a/ vowel from 54 smokers and 50 nonsmokers diagnosed as vocal polyp or nodule were analyzed. A Computerized Speech Lab(4400) was for the analysis of each voice sample and statistical analysis was done by one-way ANOVA and Pearson correlation coefficient.

Result and Conclusion : It showed that we can find difference between smokers and nonsmokers group in MPT, F₀, jitter, shimmer were different except NHR. each group shows difference in correlation coefficient between MPT, F₀, jitter, shimmer.

KEY WORDS : Acoustic characteristic · Voice · Benign mucosal.

서 론

후두 질환 중 성대폴립과 성대결절은 높은 비율을 차지하고 있다. 후두에 병리가 발생하게 되면 일반적으로 성대의 부피나 질량이 증가하게 되고 성대의 조직을 변화시켜 성대의 비정상적인 진동패턴을 만들어 낸다. 이러한 변화는 청지각적으로 거친 소리와 쉼 소리 등의 병리적인 음성을 초래한다. 성대폴립과 성대용종은 음성의 기능적 사용 문제, 음성 위생, 생활 습관 등과 관계가 있다. Lee 등¹⁾은 성대 폴립 및 결절은 성대 남용과 흡연 등에 의한 물리적 자극 혹은 화학적 자극, 상기도 감염 등이 중요한 원인이 된다고 하였다. 성대 남용이나 성대 오용, 즉 습관적인 음도나 강도 수준을 기준치보다 높거나 낮게 사용하는 경우,

성대에 기질적 장애를 초래하는 경우가 있다. 따라서 음성 건강을 위해서는 큰 소리로 말하거나 과도한 말하기를 피하고(voice rest) 충분한 수분 섭취가 필요하며 카페인, 흡연, 술 등의 섭취를 피하도록 한다. 금연이 필요한 이유는 흡연이 후두 조직을 자극하여 후두에 특징적인 형태변화를 일으킨다고 알려져 있기 때문이다.²⁾

Myerson³⁾은 흡연 시 후두에 나타나는 일련의 만성 염증 반응을 흡연자의 후두라 명명하였다. 즉 흡연은 점막을 자극하여 성대의 자유 진동면에 부종을 유발하고 장시간 흡연 시에는 성대의 부피가 증가 한다고 하였다. 발성곤란, 이물감, 만성 후두염 등을 유발할 수 있고 만성 기침과 천식, 성대 결절이나 Reinke씨 부종 같은 염증성 변화, 성대 하 협착 같은 상처 조직 형성, 근육 긴장성 발성 곤란 같은 기능성 장애, 상피 증식이나 침습적 상피암종 등을 유발할 수 있다.⁴⁾ 이와 같이 흡연이 후두에 부정적인 변화를 유발하므로 음질에도 영향을 미칠 것이라고 생각이 되어 왔지만 흡연 음성에 대한 국내 연구는 많지 않고 특히 후두 질환 환자에 있어서 흡연이 음성에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다.

논문접수일 : 2008년 10월 10일
심사완료일 : 2008년 11월 14일
책임저자 : 홍기환, 561-756 전북 전주시 덕진구 금암동 634-18
전북대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실
전화 : (063) 250-1990 · 전송 : (063) 250-1986
E-mail : khhong@chonbuk.ac.kr

Sorensen 등⁶⁾은 흡연자와 비흡연자의 자발화 및 읽기 과제에서 F₀가 차이를 보였으며 흡연자가 더 낮았다고 하였다. 발성작업(phonatory task)을 시킨 후 기본 진동수를 비교한 결과 남성에서는 일부 발성작업 후 흡연군의 F₀가 낮았다고 보고하면서, 흡연으로 인한 성대 부피와 질량의 증가로 성대의 진동이 lower frequency로 변했기 때문이라고 하였다. Isabel 등⁷⁾은 모음연장발성, 읽기, 대화수준의 모든 과제에서 흡연자의 F₀가 비흡연자보다 낮았으며, 음성문제를 지닌 흡연자의 경우는 더 낮은 F₀를 보이고 이는 통계적으로 유의한 결과(p<0.5)를 보인다고 하였다. 모음/a/ 연장 발성에서 음성문제를 지닌 흡연자의 경우 비흡연자들보다 더 높은 jitter를 보이며 이는 통계적으로 유의한 결과(p<0.1)를 보였다.

Damborenea 등⁸⁾은 흡연군과 비흡연군의 모음/a/ 연장 발성에서 voice parameter의 차이를 연구한 결과 흡연군의 F₀가 더 낮았고 average jitter와 shimmer는 더 높았다고 보고하였다. Murphy 등²⁾은 흡연자에게 40시간 동안 금연을 시킨 결과 기본진동수의 상승이 있었다고 보고하였다.

성인남성을 대상으로 한 국내 연구에서 Nam 등⁹⁾은 jitter와 shimmer는 흡연에 관계가 있고 NHR은 흡연의 영향을 받지 않는다고 하였다. 본 연구는 성인남자 성대폴립과 성대결절 환자의 음성에 있어서 흡연에 따른 음향학적 특징에 대해 알아보고 흡연이 후두 질환 음성에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보고자 하는데 목적이 있다. 또한 음질을 측정하는 각 파라미터들 사이의 상관관계가 후두질환 및 흡연 여부에 따라 달라지는 지 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 음성문제로 전북대학교병원 이비인후과를 내원하여 간접 후두경 및 후두스트로보스코프 검사를 통해 성대폴립 및 성대결절로 진단받은 성인남자 104명을 대상으로 이루어 졌다. 실험대상군은 흡연의 유무를 기준으로 흡연군과 비흡연군으로 분류하였으며 흡연 기간이 10년 이상, 최근 1년까지 흡연한 사람들을 흡연군으로 하고, 흡연

하지 않았고 현재도 흡연하지 않는 사람들을 비흡연군으로 하였다(Table 1). 집단 간의 평균 연령의 차이가 있는 지 알아보기 위해 One-way ANOVA를 실시한 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 연구방법

음향학적 분석을 위한 도구로는 CSL(Computerized Speech Lab., Kay Elemetrics, 4400) 중 MDVP(Multi-dimensional Voice Program Advanced, 5105)를 사용하였으며 모든 음성자료는 전북대학교병원 이비인후과 음성 검사실에서 녹음되었다. 녹음 시에 사용되어진 microphone은 AKG Acoustic의 C420 Head-Held 콘덴서 마이크를 사용하였으며 입과 마이크와의 거리가 약 6cm가 되게 하였다. 피험자들을 편안한 자세로 앉게 한 후 마이크 앞에서 평상시와 같은 높이와 크기의 편안한 목소리로 /a/ 모음을 최대한 길게 내도록 하여 최대발성시간(Maximum Phonation Time, MPT)을 측정하였으며, 각 개인별 3회 측정하여 가장 긴 시간을 채택하였다. 녹음된 음성자료 중 처음과 끝을 제외하고 가장 고르게 발성된 중간부분의 2초의 음성을 그 외의 분석대상으로 하였다. MDVP의 자체 분석 도구에 의해 나타난 음향학적 결과 중, 기본주파수(fundamental Frequency, F₀), 주파수변동률(jitter), 진폭변동률(shimmer), 소음대배음비(noise to harmonic rate, NHR)을 선택하여 통계학적 분석에 사용하였다.

3. 통계

흡연군과 비흡연군 간의 음향학적 특성(MPT, F₀, jitter, shimmer, NHR)이 유의한 차이가 있는지 one-way ANOVA로 비교하였고, 각 변수간의 상관성 정도는 Pearson 상관계수를 통하여 살펴보았다. 모든 통계프로그램은 SPSS 12.0을 이용하였으며, 통계적 유의수준은 변수의 특징에 따라 1%, 5% 이하의 양측검증을 하였다.

연구결과

1. 집단 간 파라미터 분석 결과 비교

흡연군과 비흡연군의 두 집단을 대상으로 한 최대발성시

Table 1. Characteristic of subjects

		Smokers	Nonsmokers	Total
Diagnosis	Polyp	48명	44명	92
	Nodule	5명	6명	11
	Polyp & Nodule	1명	0명	1
	Total	54명	50명	104
Age	Average	47.93세	51.08세	49.44
	Range	29-6세	27-83세	27-83

간(maximum phonation time, MPT), 기본주파수(fundamental frequency, F₀), 주파수변동률(jitter), 진폭변동률(shimmer), 소음대배음비(noise to harmonic rate, NHR)의 집단 간 파라미터 비교는 다음과 같다(Table 2).

MPT의 측정에서는 전체 흡연군 평균 9.60초(SD 4.7), 비흡연군 평균 12.26초(SD 6.1)로 검사되었으며 통계적 분석 결과 유의하였고(p<0.05), 전체 평균은 10.88초(SD 5.5)였다. F₀는 흡연군 평균 121.26Hz(SD 21.9), 비흡연군 평균 137.81Hz(SD 26.5)로 검사되었고 통계적 분석 결과 유의하였고(p<0.01), 두 집단 전체 평균은 129.11Hz(SD 25.6)였다. Jitter는 흡연군 평균 2.77%(SD 3.0), 비흡연군 평균 2.45%(SD 2.7)로 검사되었고 통계적 분석 결과 유의하지 않았고, 두 집단 전체 평균은 2.62%(SD 2.8)였다. Shimmer는 흡연군 평균 5.66%(SD 5.7), 비흡연군 평균 4.11%(SD 3.6)로 검사되었고 통계적 분석 결과 유의하지 않았고, 두 집단 전체 평균은 4.91(SD 4.8)였다.

소음대배음비는 흡연군 평균 0.16(SD 0.1), 비흡연군 0.16(SD 0.1)로 검사되었고 통계적 분석 결과 유의하지 않았고, 두 집단 전체 평균은 0.16(SD 0.1)였다.

2. 파라미터 간 상관관계 분석

MPT, F₀, jitter, shimmer, NHR 간의 상관성 정도는 Pearson상관계수를 통하여 살펴보았다.

전체 집단의 파라미터 간 상관관계는 jitter와 shimmer, jitter와 NHR, shimmer와 NHR의 상관계수는 각각 0.876, 0.500, 0.511이었으며(p<0.01), 그 중 jitter vs shimmer는 아주 높은 상관관계를 보였다(Table 3). 흡연군 내 파라미터 간 상관관계는 jitter와 shimmer, jitter와 NHR, shimmer와 NHR의 상관계수는 각각 0.917, 0.861, 0.870이었으며(p<0.01), jitter와 shimmer, jitter와 NHR, shimmer와 NHR 모두 아주 높은 상관관계를 보였다(Table 4). 비흡연군 내 파라미터 간 상관관계는 jitter와 shimmer, MPT와 shimmer의 상관계수는 각각 0.843, -0.401이었으며(p<0.01), 그 중 jitter vs shimmer는 아주 높은 상관관계를 보였다(Table 5).

고 질

흡연은 성대 위생에 영향을 주고 성대의 무게, 크기, 모양, 색깔 등에 변화를 일으킨다. 또한 흡연은 객담을 증가

Table 2. The means of parameters in smoking group and nonsmoking group

	Smokers (n=54)	Nonsmokers (n=50)	Total (n=104)	p value
MPT(sec)	9.60(± 4.7)	12.26± 6.1	10.88± 5.5	<0.05
F ₀ (Hz)	121.26(±21.9)	137.81±26.5	129.11±25.6	<0.01
Jitter(%)	2.77(± 3.0)	2.45± 2.7	2.62± 2.8	-
Shimmer(%)	5.66(± 5.7)	4.11± 3.6	4.91± 4.8	-
NHR	0.16(± 0.1)	0.16± 0.1	0.16± 0.1	-

MPT : Maximum Phonation Time, F₀ : Fundamental Frequency, NHR : Noise to Harmony Rate

Table 3. The correlation of between parameters in total subjects

	MPT	F ₀	Jitter	Shimmer	NHR
MPT	1.00	0.066	-0.174	-0.144	0.193(*)
F ₀	0.066	1.00	0.034	-0.022	0.006
Jitter	-0.174	0.034	1.00	0.876(**)	0.500(**)
Shimmer	-0.144	-0.022	0.876(**)	1.00	0.511(**)
NHR	0.193(*)	0.006	0.500(**)	0.511(**)	1.00

MPT : Maximum Phonation Time, F₀ : Fundamental Frequency, NHR : Noise to Harmony Rate. * : Correlation is significant at the 0.05 level, ** : Correlation is significant at the 0.01 level

Table 4. The correlation of between parameters in smoking group

	MPT	F ₀	Jitter	Shimmer	NHR
MPT	1	.088	-.004	.098	.091
F ₀	.088	1	.015	.010	.066
Jitter	-.004	.015	1	0.917(*)	0.861(*)
Shimmer	.098	.010	.917(*)	1	0.870(*)
NHR	.091	.066	.861(*)	.870(*)	1

MPT : Maximum Phonation Time, F₀ : Fundamental Frequency, NHR : Noise to Harmony Rate. * : Correlation is significant at the 0.01 level

Table 5. The correlation of between parameters in nonsmoking group

	MPT	F ₀	Jitter	Shimmer	NHR
MPT	1	-0.085	-0.323	-0.401 (**)	0.250
F ₀	-0.085	1	0.097	0.069	-0.042
Jitter	-0.323 (*)	0.097	1	0.842 (**)	0.252
Shimmer	-0.401 (**)	0.069	0.842 (**)	1	0.245
NHR	0.250	-0.042	0.252	0.245	1

MPT : Maximum Phonation Time, F₀ : Fundamental Frequency, NHR : Noise to Harmony Rate. * : Correlation is significant at the 0.05 level, ** : Correlation is significant at the 0.01 level

시키고 성대 점막의 염증성 변화를 초래한다. 이러한 변화는 음성의 질에 영향을 미친다는 것이 임상적으로 관찰되고 있는데 그 예로 Reinke 씨 부종에서 흡연은 주로 인자로 알려져 있고 치료에서 금연은 우선적으로 행해져야 한다.

Wolfe 등¹⁰⁾은 음성장애 정도를 나타내는 음향변수로 F₀, jitter, shimmer, NHR을 선택하였고 Kim 등¹¹⁾은 쉼 목소리의 판별에 있어서 공기역학적 검사 및 음향학적 검사의 음성변수인 MPT, 평균호기율, jitter, shimmer, NHR이 도움이 된다고 하였다. Jitter, shimmer 그리고 NHR은 특히 성대에 용종 또는 결절을 보이는 음성장애 환자들의 성대진동에 문제가 있거나, 편측 또는 양측 성대의 마비가 있거나, 다른 후두에 문제가 있는 경우 그들의 음질을 평가하는데 유용한 수단이 되고 있다.

최대발성시간(maximum phonation time : MPT)은 한번 폐에 흡인된 공기로 얼마나 오랫동안 발성이 가능한가를 측정하는 방법으로 stop watch만 있으면 쉽게 측정할 수 있다. 이 검사는 일상생활에서 필요한 발성 능력의 장애 여부 및 정도를 알 수 있는 매우 간편한 검사이다. 최대발성 시간은 성대용종이나 성대 마비 등으로 인해 성문부 폐쇄부전이 있는 경우 현저히 감소되는 것으로 보고되고 있다.¹²⁾

음향학적인 검사를 통해 환자의 음성상태를 알아보는 여러 측정 변수 중 대표적인 한 가지는 기본주파수(F₀)이다. 성대에 병리가 발생하면 되면 일반적으로 성대의 질량이나 부피가 증가하게 되어 성대의 내·외전의 속도가 떨어지게 되므로 기본주파수는 감소하게 된다. 이러한 기본주파수의 감소를 통해 환자의 성대 병리의 발생을 어느 정도 예견할 수 있다. 불규칙적인 jitter는 성문파형 주기의 빠른 변화로 vocal roughness와 관련되어지는 음향학적 특징으로 알려져 있다. 이것으로 기본주파수 변화 속도를 측정할 수 있고, 고주파수 쪽에서 측정하면 관측하기가 더 용이한 것으로 알려져 있다. 성대진동의 주기마다의 강도의 불규칙적인 shimmer는 연속적인 주기들 간의 평균 진폭 차이로 정의되어지며, 진폭 포락선으로부터 측정 되어진다. 이들 jitter와 shimmer는 주로 성대의 안정성(vocal stability)을 살펴보는 것으로 성대간의 비대칭성, 공기흐

름의 장애, 성대 내 점액질의 작용, 모세혈관의 분포 등에 의해 생기는 것으로 추정되며 병리적인 상태에서 값이 증가된다.¹³⁾

NHR은 음질(voice qualities)의 지각적 판단과 아주 높은 상관성을 보여주며 성대의 불완전한 내전으로 인하여 거칠고 쉼 목소리를 수량적으로 측정하는데 유용하다.

본 연구의 측정에서, MPT는 흡연군이 비흡연군 보다 약 2.7초가량 더 짧은 것을 알 수 있었다. 두 집단 모두 정상 발성 시간인 20초 보다 짧아 발성능력이 저하 되어 있는 것을 알 수 있고 이는 성대 폴립 및 결절에 의한 것으로 생각할 수 있다. 특히 10초 이하의 발성 시간은 비정상적으로 간주 할 때 흡연군의 발성 시간은 2회 평균 모두 10초 이하로 비정상적인 발성이라고 판단할 수 있다.

F₀는 흡연군이 비흡연군 보다 약 16Hz가 낮아 큰 차이를 나타내었으며 통계적 분석 결과 유의하였다(p<0.01). 흡연은 점막을 자극하여 성대의 자유 진동면에 부종을 유발하고 장시간 흡연 시에는 성대의 부피가 증가하므로 이에 따라 기본 주파수가 더 낮아진 것으로 생각 할 수 있다. 이는 흡연군 남자에서 기본주파수가 더 낮았다는 선행연구의⁵⁻⁸⁾ 결과와 일치하였다.

Jitter와 shimmer는 흡연군이 비흡연군 보다 더 높았고, 특히 shimmer가 큰 차이를 보였다. 이는 jitter와 shimmer는 흡연과 관계가 있다는 연구결과⁵⁾⁷⁾⁹⁾와 일치하였다.

소음대배음비는 집단 간 평균 차이가 없었고 통계적으로 유의하지 않았다. 두 집단 모두 0.16으로 정상인 평균 보다 더 높아 음성의 소음이 더 많이 존재하는 것을 알 수 있다. 그러나 흡연에 따른 차이는 없는 것으로 보이며 이는 NHR은 흡연 여부와 무관하다는 선행연구들의 결과와 일치하였다.⁵⁾⁹⁾

파라미터 간 상관관계는 jitter와 shimmer, jitter와 NHR, shimmer와 NHR은 상관관계가 있었고, 그 중 jitter와 shimmer는 두 파라미터 간의 결정계수 값이 0.876으로 아주 높았으며 전체 모형에서 jitter가 shimmer에 많은 영향을 끼치고 있었다. 흡연군 내의 상관관계 역시 jitter vs shimmer, jitter vs NHR, shimmer vs NHR가 상관관계

는 보였고 비흡연군 내에서는 jitter vs shimmer, MPT vs shimmer가 상관관계를 보였다. 흡연군 및 비흡연군에서 jitter와 shimmer의 상관지수는 각각 0.917, 0.843으로 아주 높게 나타났다. 정상인 남성의 파라미터 간 상관관계 연구에서 모든 상관계수가 0.23 이하로 다소 약했던 것에 비해 성대폴립 및 결절 환자의 파라미터 간 상관관계는 아주 높은 것을 알 수 있었다. 본 연구의 결과는 후두질환 환자의 음성, 진단 및 치료 시 활용하여 쓰일 수 있으며 흡연이 음성에 나쁜 영향을 미침을 보여 준다. 향후 카페인 및 알코올의 섭취 등 기타 생활 습관을 고려한 후행연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 성인남자 성대폴립 및 결절 환자들을 대상으로 흡연에 따른 음향학적 특성을 분석하고 각 파라미터 간 상관관계를 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 최대발성시간은 흡연군이 비흡연군에 비해 짧게 나타났으며, 기본 주파수는 흡연군이 비흡연군에 비해 낮게 나타났다. 주파수변동률과 진폭변동률은 흡연군이 비흡연군에 비해 높게 나타났고, 소음대배음비는 흡연군과 비흡연군의 차이가 없었다. 전체 집단과 흡연군내에서는 jitter와 shimmer, jitter와 NHR, shimmer와 NHR은 상관관계가 있었으며, 특히 jitter와 shimmer는 아주 높은 상관관계를 보였다. 비흡연군 내에서 jitter와 shimmer, MPT와 shimmer는 상관관계가 있었다.

중심 단어 : 음향학적 특성 · 음성 · 양성점막.

REFERENCES

- 1) Lee YS, Lee WR, Park ID, Kim YT, Park KH. *Clinico-pathological analysis of the laryngeal polyp and vocal nodule*. *Korean J Otolaryngol* 1986;29 (5):647-53.
- 2) Murphy CH, Doyle PC. *The effects of cigarette smoking on voice fundamental frequency*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1987;97 (4):376-80.
- 3) Myerson MC. *The human larynx*. Springfield, Ill. Charles C. Thomas publishers; 1964. p.186-90.
- 4) Powitzky ES. *Extraesophageal reflux. The role in laryngeal disease*. *Current Opinion in Otolaryngology & Head & Neck Surgery* 2002; 10 (6):485-91.
- 5) Julio G, Amparo C. *Early effects of smoking on the voice. A multi-dimensional study*. *Med Sci Monit* 2004; 10 (12):649-56.
- 6) Sorensen D, Horii Y. *Cigarette smoking and voice fundamental frequency Dis* 1982;15:135-44.
- 7) Isabel G, Evelyn A. *Health and voice quality in smokers. An exploratory investigation*. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 2005;30:185-91.
- 8) Damborenea Tajada J, Fernandez Lieas R, Llorente Arenas E, Naya Gálvez MJ, Marin Garrido C, Rueda Gormedino P, et al. *The effect of tobacco consumption on acoustic voice parameters*. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1999;50:448-52.
- 9) Nam SY, Nam EC, Lee KS. *Effects of aging and smoking on acoustic characteristics of voice*. *Kor J Otolaryngol* 1997;40 (8):1156-61.
- 10) Wolf V, Fitch J, Cornell R. *Acoustic prediction of severity in commonly occurring voicing problems*. *J Speech Hear Res* 1995;38:273-79.
- 11) Kim KM. *Clinical examination of the voice. The first phonosurgery workshop*. *Yonsei university college of medicine department of otorhinolaryngology*; 1993. p.29-41.
- 12) 김영호. 공기역학적 검사. 제 2회 대한음성언어의학회 학술대회 심포지움. 음성검사법. 대한음성언어의학회 1994;5:5-10.
- 13) Hirano M. *Clinical examination of voice*. Vienna New York. Springer: 1981. p.56-64.