

# 음성학적 분석 기반의 간접흡연이 조음기관에 미치는 영향

서경원, 강덕현, 배정수, 장영조, 연용흠, 임순용, 민지선, 김봉현, 가민경, 조동욱  
충북도립대학교 정보통신과학과

hinakiri@nate.com

## The Effects of Secondhand Smoking on Articulators Based on Phonetic Analysis

Kyoung-Won Seo, Deok-Hyun Kang, Jung-Su Bae, Yong-Jo Jang, Yong-Hem Yean,  
Soon-Yong Lim, Ji-Seon Min, Bong-Hyun Kim, Min-Kyoung Ka, Dong-Uk Cho  
Dept. of Information & Communications Engineering, Chungbuk Provincial University

### 요 약

웰빙의 바람을 타고 이제 자신의 건강을 관리하는 사람들이 많아지고, 흡연에 대한 좋지 않은 인식이 높아지면서 금연의 열풍이 강하게 불고 있다. 하지만 금연을 한다고 해도 주위의 담배연기는 우리 몸의 건강을 해치기 때문에 담배연기로부터 해방되기는 매우 어렵다. 실제로 흡연하는 배우자를 가진 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 심장병 발생률은 40%, 폐암 발생률은 30%가 더 높다. 따라서 본 논문에서는 간접흡연이 인체의 조음기관에 미치는 영향을 분석하기 위해 간접흡연에 따른 음성의 변화를 측정하고 비교, 분석하는 실험을 수행하였다. 이를 위해 간접흡연 전과 후의 음성을 수집하여 음성 분석학적 요소 기술 중 Pitch, Jitter, Shimmer 등의 성대 진동 요소를 적용하고 인체 내의 공명기관을 분석하는 Formant를 적용하여 실험을 수행하여 간접흡연이 음성에 미치는 영향을 연구하였다.

### 1. 서론

목소리는 하루에도 몇 번씩 변화하기 때문에 항상 일정하게 유지되는 것이 어렵다. 물을 마신다거나 밥을 먹는 다거나 이야기를 하는 등 일상생활에서 우리의 목소리는 항상 영향을 받고 변화가 생긴다. 목소리가 나게 되는 이유는 우리가 코로 들이마신 공기는 성대가 있는 후두를 거쳐 기도, 기관지를 지나 폐 속으로 들어가게 된다. 이렇게 들이쉴 숨을 천천히 다시 내보내면서 성대를 진동시켜 소리가 생성 되는 것이다. 이 생성된 소리가 공명과 구음이라는 과정을 거쳐 음성이라는 목소리로 인식된다. 이중 목소리의 고유한 특색을 결정해 주는 것이 성대의 진동이다[1]. 이러한 소리의 특성 요소를 분석하여 삶의 질을 높이는 데 있어 건강한 삶을 살 수 있도록 이용되고 있다.

웰빙의 바람을 타고 이제 자신의 건강을 관리하는 사람들이 많아지고, 흡연에 대한 좋지 않은 인식이 높아지면서 금연의 열풍이 강하게 불고 있다. 하지만 금연을 한다고 해서 담배연기를 안마시게 된다면 정말 좋겠지만, 주위에서의 담배연기는 우리 몸의 건강을 앗아가고 있다. 흡연에 대한 피해는 단지 흡연자의 건강을 해치는 것에서 끝나지 않는 것이다. 한 예로 담배를 피우지 않은 한 여자 노인이 남편의 흡연으로 인한 간접흡연으로 평생 담배를 입에 물어보지도 않았지만 폐암으로 사망한 예도 있다. 이 뿐만 아니라 간접흡연으로 인해서 아이가 있는 가정은 아

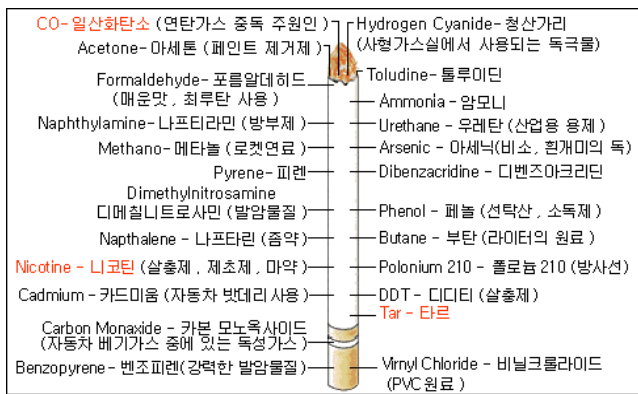
이에게 치명적인 영향을 주고 또한 임산부에게 좋지 않은 영향을 주고 있다. 이러한 문제점 때문에 요즘 모든 공공 실내 기관에서는 흡연 장소를 폐쇄하고 금연 구역으로 바뀌고 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 간접흡연으로 인한 음성의 변화를 음성 분석학적 요소의 적용으로 분석을 수행하였다. 이를 위해 간접흡연에 따라 사람의 목소리가 변화하는 결과를 음성 공학적 수치로 객관화하는 것에 목적을 두고 실험을 수행하였다.

### 2. 인체와 간접흡연의 관계 및 변화

흡연은 우리 몸에 대한 작용과 효과는 다양하게 나타난다. 담배에는 약 4000여종의 독성 화학 물질이 들어 있다. 대표적으로 타르와 니코틴 기체성분이 있다. 이 물질들이 저산소증, 금단현상, 혈액 내 산소 운반 능력을 저하시키는 등 우리 몸에 많은 영향을 준다. 특히 호흡기와 순환기에 많은 영향을 주는데 비흡연자에 비해 질병 발생 확률이 상당히 높다. 폐암의 경우에는 10배~15배까지 높다. 그리고 성대에 직접적인 영향을 가하기 때문에 후두암 발병의 원인이 된다. 또한 임산부의 흡연으로 인해 기형아, 조산아, 미숙아 등 심각한 문제가 발행하게 된다. 이때 임산부가 흡연을 하지 않아도 간접흡연을 하게 됨으로

써 기형아, 조산아, 미숙아 등의 발생 확률을 높이고 있다 [2][3].



(그림 1) 담배의 주요 화학 물질

간접흡연으로 인한 피해는 상상 이상으로 심각하다. 담배를 피우는 배우자와 같이 살고 있는 사람들이 얼마나 많은 건강상의 피해를 받고 있는가 하는 연구들도 많이 이루어졌다. 흡연하는 배우자를 가진 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 심장병 발생률은 40%나 더 높다. 폐암 발생률은 30%가 더 높다. 그런데 특이한 것은 한국인 성인남자의 흡연율은 약 70%로 세계 제 1위인 반면, 성인여성 흡연율은 약 5%미만으로 세계에서 낮은 나라중 하나이다. 그런데 여성의 폐암 사망률은 남성과 함께 계속적으로 증가하고 있다. 이것은 흡연하는 남편의 영향으로 간접흡연을 하여 폐암에 걸릴 확률을 높인다는 것은 증명하는 것이다. 그 이외에도 여러 가지 사소한 잔병의 발병률도 더 높다. 담배를 피우는 부모를 가진 어린이와 그렇지 않은 어린이의 상기도염 감염률 또한 아버지가 담배를 피우는 집의 어린이는 급성 호흡기질환 감염률이 5.7배나 높으며, 폐암 발생률도 2배나 높다. 그리고 부모 양쪽 다 담배를 피우는 경우는 2.6배나 높다. 그 이외에 천식, 기침, 중이염 등의 발현율도 부모가 담배를 피우는 어린이가 6배나 높고, 폐 기능은 전반적으로 낮아진다. 특히 어린이의 나이가 어리면 어릴수록 피해는 더욱 커진다. 흡연을 하는 부모들이 간접흡연의 문제점을 인식하고 밖으로 나가서 흡연을 하고 아이들을 피해서 흡연을 하는 경우가 있는데 이때에도 입과 손에 니코틴 등 화학 물질이 묻게 된다. 이 화학물질은 아무리 손을 깨끗이 씻고 이를 닦는다고 해도 담배의 화학물질은 깨끗이 씻기지 않고 남아 있어 흡연 후 아이들과의 접촉이나 대화를 하는 것으로도 악영향을 준다[4][5]. 또 간접흡연이 위험한 이유는 흡연자가 흡연을 하면서 들이 마시는 연기보다 필터를 거치지 않고 피어나는 연기에 있다. 담배 연기는 주류담배연기와 부 주류담배연기로 구성되어 있다. 주류담배연기는 흡연자가 들이마신 후 내뿜는 연기이고, 부 주류담배연기는 타고 있는 담배 끝에서 나오는 생담배연기를 말한다. 간접흡연은 부 주류담배연기가 85%, 주류담배연기가 15%를 차지한다. 부 주

류담배연기의 독성 화학물질의 농도는 주류담배연기보다 높고 담배연기 입자가 더 작아서 폐의 더 깊은 부분에 침착될 수 있다. 실제로 주류담배연기와 부 주류담배연기를 분석해보면 모든 연기 내 독성성분이 부 주류담배연기에 2-3배 정도 더 많다[6].

### 3. 음성 분석 요소의 적용

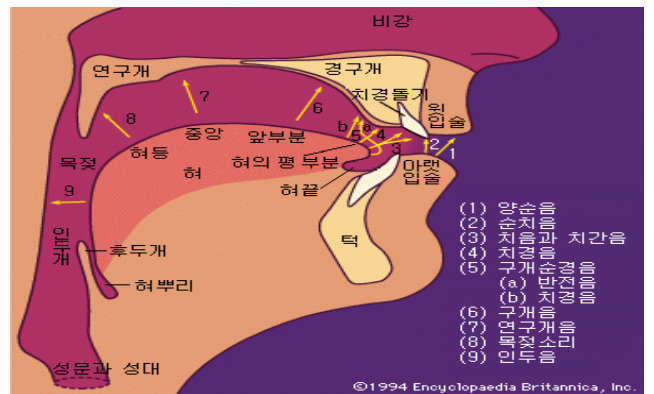
본 논문에서는 흡연에 따른 음성의 변화를 측정하기 위해 음성 분석학적 기술 중 Pitch, Jitter, Shimmer 등의 성대 진동 요소를 적용하고 인체 내의 공명음인 Formant를 적용하여 실험을 수행하였다.

Pitch는 성대가 1초에 진동하는 횟수를 나타내는 것으로 성대의 크기와 길이, 질량 등에 영향을 받는다. 성대의 크기가 클수록 진동하는 속도가 느리기 때문에 여성보다 상대적으로 큰 성대를 가진 남성의 Pitch값이 여성의 값보다 적게 나온다. Pitch값은 소음과 잡음의 영향을 많이 받는 분석 요소임으로 녹음을 할 때 주의하여야 하며 측정값을 분석할 때 매우 주의하여야 한다.

Jitter는 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동의 변화를 나타내준다. 정상적인 음성에서는 변화율이 적고 성대의 결절이나 암 세포가 있는 경우에는 변화율이 크기 때문에 이 성분 요소를 성대의 질병 여부 판단하는데 자주 사용이 된다.

Shimmer는 음성파형에서 각 시점의 진폭 값의 변화가 얼마나 규칙적인지를 나타내준다. 이에 후두암과 같은 환자의 경우 성대의 진동이 불규칙적이게 되면 이에 따라 각 시점의 진폭 값도 일정하지 않게 되므로 각시간점의 진폭값을 제공하여 제공근을 구하여 분석한다.

Formant는 조음기관의 변화를 나타낸다. 조음기관이란 말소리를 만드는데 쓰이는 신체 기관을 의미 한다. Formant의 값은 조음기관의 열고 닫힘 따라 변하게 된다. 조음기관의 열고 닫힘에 따라 입에서부터 성대까지의 길이가 결정되는데 이것을 성도라 하며 성도의 길이의 따라 Formant의 값이 변하게 된다. 음과의 음향적 특징을 조사하는 것은 Formant 에 대한 더 많은 정보를 얻을 뿐만 아니라, 음성과의 다른 중요한 특징을 알아 낼 수 있다[7].

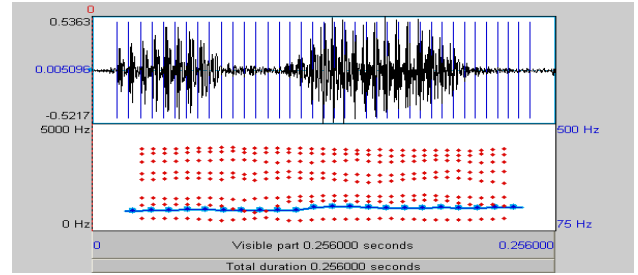


(그림 2) 조음기관의 구성도

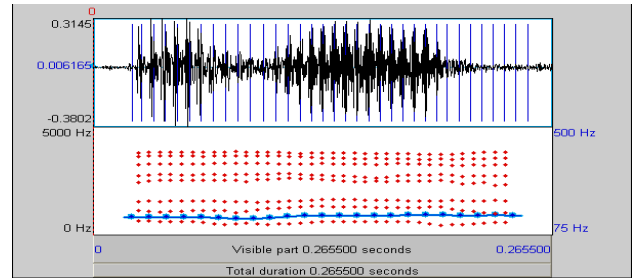
4. 실험 및 고찰

본 논문에서는 간접흡연에 따른 음성의 변화를 측정하기 위해서 Praat 음성 분석 프로그램을 사용하였다. 피실험자는 20대 초반의 건강한 비흡연자 남성 10명으로 구성하였으며, 밀폐된 흡연실에서 동일한 녹음기로 동일한 거리에서 목소리를 녹음하여 분석 하였다. 목소리를 녹음 할 때 사용한 문장은 “사자 총으로 사자를 잡다”라는 문장을 사용하였다. 위의 문장을 선택해서 음성을 녹음한 이유는 한의학적 청진이론에 근거하여 ‘ㄱ’, ‘ㅋ’발음인 파찰음이 폐와 밀접한 관계가 있어 위와 같은 문장을 선정하여 음성을 녹음 하여 분석 하였다. 데이터 분석을 하기 위하여 1초에 성대의 떨림의 횟수를 나타내는 Pitch, 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동변화율을 나타내는 Jitter, 그리고 음성과형에서 각 지점의 진폭 변화를 측정하는 Shimmer 값을 가지고 분석하였고, 조음기관의 변화에 따라 공명음의 변화를 나타내는 Formant값을 이용하여 분석 및 실험을 수행하였다. 그리고 더욱 정확한 분석을 위해 위의 문장에서 앞에서 말한 문장인 “사자 총으로 사자를 잡다”라는 문장에서 ‘사자’ 부분만을 잘라내어서 분석을 하였다.

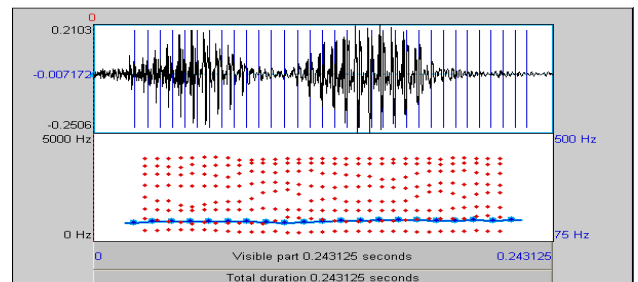
아래 (그림 3)은 NSM01의 간접흡연 전 음성의 Pitch 값, Jitter 값, Shimmer 값 및 Formant 값을 Praat를 사용하여 분석한 그림이다. (그림 4)는 NSM01의 간접흡연 후 음성의 Pitch 값, Jitter 값, Shimmer 값 및 Formant 값을 Praat를 사용하여 분석한 그림이다. 마찬가지로 (그림 5), (그림 7), (그림 9)는 각각 NSM02, NSM03, NSM04의 간접흡연 전 음성의 Pitch 값, Jitter 값, Shimmer 값 및 Formant 값을 Praat를 사용하여 분석한 그림이고, (그림 6), (그림 8), (그림 10)은 각각 NSM02, NSM03, NSM04의 간접흡연 후 음성의 Pitch 값, Jitter 값, Shimmer 값 및 Formant 값을 Praat를 사용하여 분석한 그림이다.



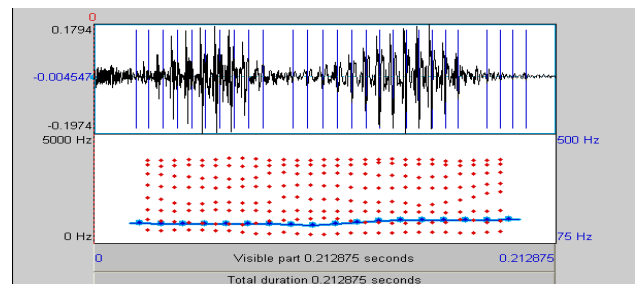
(그림 5) NSM02의 간접흡연 전 분석 그림



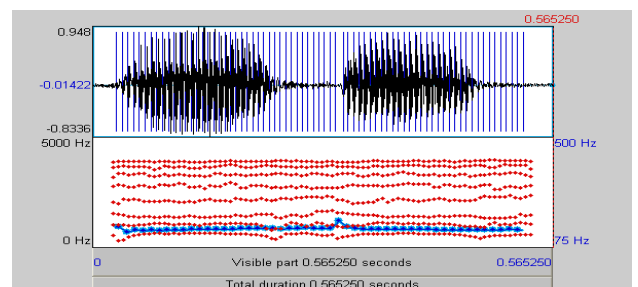
(그림 6) NSM02의 간접흡연 후 분석 그림



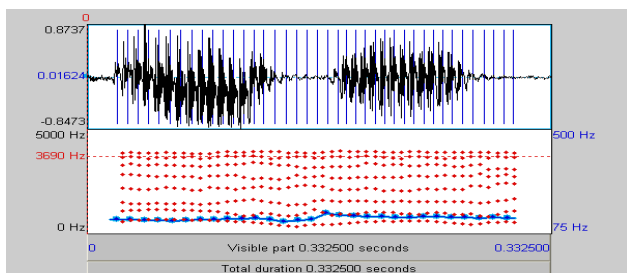
(그림 7) NSM03의 간접흡연 전 분석 그림



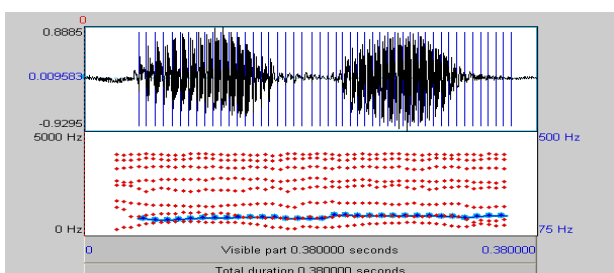
(그림 8) NSM03의 간접흡연 후 분석 그림



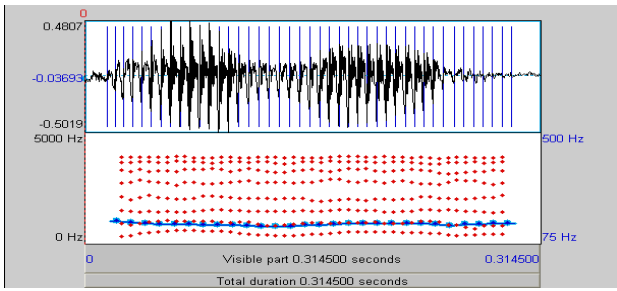
(그림 9) NSM04의 간접흡연 전 분석 그림



(그림 3) NSM01의 간접흡연 전 분석 그림



(그림 4) NSM01의 간접흡연 후 분석 그림



(그림 10) NSM04의 간접흡연 후 분석 그림

아래 <표 1>에서 알 수 있듯이 Pitch 값은 간접흡연 전과 후의 결과 값을 분석 비교 해본결과 별다른 유의성을 발견 하지 못했다. 하지만 Jitter 값은 간접흡연 전의 음성이 간접흡연 후의 음성보다 값이 100% 모두 상승 하였다. Shimmer 값은 간접흡연 전의 음성이 간접흡연 후의 음성보다 값이 70%가 상승 하였다. 비흡연자가 간접흡연을 하게 되면 담배연기에서 나오는 독성 화학물질이 성대를 자극하여 성대를 긴장시키고 악영향을 주어 성대 진동의 음성과형에서 각 시점의 진폭 값을 불규칙적으로 만들고 발음에서의 성대의 진동 또한 불안정하게 하는 것으로 분석 된다.

<표 1> 간접흡연 전과 후의 Pitch/Jitter/Shimmer값 비교 분석

구 분	Pitch		Jitter		Shimmer	
	간접흡연 전	간접흡연 후	간접흡연 전	간접흡연 후	간접흡연 전	간접흡연 후
NSM01	134.954	148.985	2.535	3.689	1.079	1.258
NSM02	159.495	149.726	1.315	1.801	1.350	1.296
NSM03	154.324	151.967	1.318	1.527	1.307	1.557
NSM04	145.001	150.631	1.158	2.111	0.849	1.048
NSM05	134.183	124.890	2.175	2.597	1.143	1.242
NSM06	166.741	160.811	1.715	1.913	1.157	1.115
NSM07	169.973	178.089	1.740	2.447	0.727	0.812
NSM08	134.144	139.989	2.557	2.666	0.953	1.009
NSM09	152.530	143.484	2.921	3.335	1.067	1.046
NSM10	140.700	139.562	0.899	2.132	0.851	1.246

또한 아래 <표 2>에서 알 수 있듯이 Formant 값은 조음기관의 변화에 따라 신체의 공명음의 변화를 나타내는 Formant에 의한 분석 결과로 5Formant~8Formant 까지 분석하였다. 분석 결과 5Formant는 70%가 간접흡연 전 값보다 간접흡연 후의 값이 증가하였고, 6Formant는 80%가 간접흡연 전 값보다 간접흡연 후의 값이 증가하였다. 7Formant는 간접흡연 전 값보다 간접흡연 후의 값이 80%가 증가하였으며, 8Formant는 간접흡연 전 값보다 간접흡연 후의 값이 80%가 증가하였다. 위의 분석 결과를 보면 알 수 있듯이 거의 대부분의 피실험자들의 Formant 값이 증가 하고 있음을 알 수 있다. Formant 값을 수치화 시키는 방법은 우리가 말을 하는 동안의 각 층 Formant의 대역폭의 값을 수치화 시키는 것이다. Formant의 값이 올라갔다는 것은 간접흡연을 하기 전 보다 간접흡연을 하고 난 후의 음성이 불안해 졌다는 것을 증명한다. 간접흡

연을 하였을 때 담배에 들어있는 독성 화학물질이 비흡연자의 몸을 긴장시키고 악영향을 주어 음성을 불안정하게 만든다고 분석된다.

<표 2> 간접흡연 전과 후의 Formant값 비교 분석

구 분	5 Formant		6 Forman		7 Formant		8 Formant	
	간접흡연 전	간접흡연 후	간접흡연 전	간접흡연 후	간접흡연 전	간접흡연 후	간접흡연 전	간접흡연 후
NSM01	2680.2	2649.6	3239.7	3244.3	3629.6	3632.1	3857.3	3863.7
NSM02	2647.6	2730.5	3218.8	3252.1	3576.2	3554.7	3793.0	3760.2
NSM03	2551.7	2584.5	3076.5	3092.1	3527.5	3546.7	3793.1	3794.1
NSM04	2745.6	2748.2	3262.8	3250.4	3627.8	3631.4	3860.8	3863.9
NSM05	2745.3	2753.1	3268.2	3258.1	3650.7	3652.3	3864.8	3867.3
NSM06	2636.5	2599.3	3223.2	3230.1	3625.9	3637.7	3851.9	3865.7
NSM07	2704.0	2721.2	3250.9	3256.7	3624.0	3640.9	3858.1	3862.0
NSM08	2744.9	2692.8	3246.7	3253.2	3632.7	3636.4	3857.6	3866.8
NSM09	2748.6	2756.9	3205.7	3236.8	3631.3	3612.9	3866.5	3868.5
NSM10	2802.1	2803.1	3269.5	3313.7	3651.7	3657.8	3873.3	3866.8

## 5. 결론

헬빙의 바람을 타고 이제 자신의 건강을 관리하는 사람들이 많아지고, 흡연에 대한 좋지 않은 인식이 높아지면서 금연의 열풍이 강하게 불고 있다. 하지만 담배를 비우지 않는다고 담배 연기에 안전한 것이 아니다. 간접흡연으로 인한 피해가 점차적으로 증가하고 있는 시기이다. 본 논문에서는 간접흡연이 음성에 미치는 영향을 음성 분석학적 요소들의 적용 방법에 의해 실험 하였다. 실험 결과 간접흡연 전 보다 후의 음성이 Jitter값은 100% 증가하였고, Shimmer값은 70%가 내려갔다. 이는 간접흡연이 성대에 좋지 않은 영향을 주어 성대를 긴장 시킨다고 분석된다.

또한, Formant값은 전체적으로 증가하는 것으로 분석되었다. 5Formant는 간접흡연 전의 값보다 후의 값이 70% 증가하였고, 6Formant는 80%가 증가하였다. 7Formant는 80%가 증가하였고, 8Formant는 간접흡연 후의 값이 전보다 80%가 증가 하였다. 추후 보다 많은 피실험자를 가지고 연구를 수행하여 간접흡연에 대한 음성 분석을 수행하여 객관화 시킨다면 더욱 신뢰성 높은 실험 결과를 도출 할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- [1] 젠에스테틱 & 척추관리, 목과 목소리 그 속을 들여다 본다, 2006.
- [2] 양동규, 폐암 가이드북, 국일미디어, 2006.
- [3] 이상철, 구강암: 진단과 치료, 군자 출판사, 1993.
- [4] 베르너 바르텐스, 의학 상식 오류 사진, 민음in, 2008.
- [5] 박문일, 태교는 과학이다, 프리미엄박스, 2007.
- [6] 한국금연운동협의회, 담배없는 세상 5월호, 2001.
- [7] 양병곤 저, 프라트(Praat)를 이용한 음성 분석의 이론과 실제, 만수출판사, 2003.