

# 청소년의 직접 및 간접흡연 노출과 체내 코티닌 농도와의 관련성 연구

지선하<sup>1)</sup>, 김수정<sup>2)</sup>, 원소영<sup>3)</sup>, 신호상<sup>3)</sup>, 김창수<sup>4)</sup>, 김희자<sup>5)</sup>

연세대학교 보건대학원<sup>1)</sup>, 한국보건사회 연구원<sup>2)</sup>, 공주대학 환경교육학과<sup>3)</sup>,  
과천시 외국어 고등학교<sup>4)</sup>, 과천시 보건소<sup>5)</sup>

## 서 론

간접흡연이란 담배 피우는 사람들이 만들어 내는 연기를 담배 피우지 않는 사람들이 들며 마시으로써 소량의 담배를 피우는 것과 같은 효과를 나타내는 것을 말한다. 간접흡연으로도 건강상의 피해를 받을 수 있는가 하는 것은 대단히 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면 간접흡연이 해롭다면 제도적으로 비흡연자를 흡연자로부터 보호해 주어야 하기 때문이다. 1980년대부터 간접흡연만으로도 건강에 피해를 입을 수 있다는 학술적인 연구들이 발표되기 시작하면서, 간접흡연의 심각성을 인식한 미국 보건성에서는 그간 시행된 간접흡연의 피해에 대해 전 세계적으로 발표된 연구 논문을 전부 종합 분석하여 1986년 359페이지에 달하는 공식보고서를 미국 의회와 미국 대통령에게 제출함으로써 간접흡연의 피해를 공식화하였다[1-2].

우리나라의 경우, 간접흡연의 문제는 심각한 실정이다. 왜냐하면 직접 흡연률이 높으면, 당연히 간접흡연의 피해도 높기 때문이다. 한국인 성인남자의 흡연률이 66%로서 세계에서 가장 높은 나라 중에 속한다[3]. 성

인들의 높은 흡연률은 곧 우리사회를 흡연분위기로 만들어 왔고, 이러한 분위기는 청소년 흡연률에 직접적으로 영향을 주어왔던 것이다. 즉, 남자 고등학교 3학년의 경우 41%가 담배를 피우고 있으며, 이러한 흡연률 역시 세계에서 가장 높은 수준에 속한다[4]. 이러한 상황에서 비흡연 청소년은 가정에서 어른들의 흡연뿐만 아니라 학교에서 친구들의 흡연에 의해 간접흡연의 피해를 받을 수 있다. 한창 성장기에 있는 청소년이 본인의 의지와 관계없이 담배연기에 노출되어 간접흡연의 피해를 받는다면 이것 역시 비흡연 청소년을 담배연기로부터 보호해야한다는 당위성이 되는 것이다. 그러나 아직 국내에서는 청소년들을 대상으로 간접흡연의 피해정도를 연구 보고한 적이 없는 실정이다. 특히 직접흡연과 비교하여, 간접흡연에 노출된 경우 어느 정도 니코틴에 노출되어 있는지를 알아보는 것으로 보건학적으로도 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면 비흡연자 중에서 간접흡연에 노출된 경우와 노출되지 않은 경우 체내 니코틴 농도에 차이가 있다면 비흡연자 중에서 간접흡연자를 분리하여 보호함이 타당하기 때문이다.

이 연구는 청소년들을 대상으로 직접흡연은 물론 가정과 친한 친구로부터 간접흡연에 노출된 정도를 파악하고, 체내 코티닌 량과의 관련성을 밝히고자 한다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 조사대상

경기도 소재 일개 고등학교 1학년 9개 학급 중 무작위 선택한 4개 학급에서 153명 (남자 63명, 여자 90명)을 연구대상으로 선정하였다. 연구대상으로 선정된 학

접수 : 2002년 8월 30일 채택 : 2002년 10월 21일  
교신저자 : 지선하 연세대학교 보건대학원  
주소 : (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134번지  
전화 : 02-361-5095 팩스 : 02-365-5118  
E-mail : jsunha@yumc.yonsei.ac.kr

연구비 종류: 이 연구는 2000년 "건강도시 과천 21C 사업" 연구비 지원에 의한 결과임  
연구비 지원기관: 경기도 과천시

생들 중 설문지 작성이 불완전하였거나(25명), 혈액, 타액 및 소변 채취에 참가하지 않았던 경우(34명)를 제외하고 남은 99명 (남자 33 명, 여자 66 명)을 최종 분석대상으로 선정하였다.

## 2. 자료수집

이 연구의 자료수집은 2000년 5월중에 학생 신체검사 기간에 실시되었다. 자료수집은 크게 코티닌 검사를 위해 필요한 검체 (소변, 혈액, 타액)과 설문조사로 나누어 이루어졌다.

### 1) 시료 채취 및 보관

이 연구에서는 체내 코티닌의 농도를 조사하기 위해 소변, 타액 및 혈액을 오전 10시에서 12시 사이에 채취하였다. 소변은 검진센터에서 준비한 종이컵에 받은 후 5ml 정도를 시험관에 받았다.

채취된 소변은 갈색유리병에 받아 4℃ 냉장 보관한 후 1달 이내에 분석하였다. 타액은 별도로 준비된 용기에 1ml 정도 받은 후 즉시 마개를 닫아 -70℃ 냉동고에 분석시 까지 보관하였다. 혈액은 해파린으로 처리된 진공 튜브를 이용하였으며, 혈액채취와 동시에 -70℃ 냉동고에 분석 시까지 보관하였다. 소변채취의 완전성을 보고자 creatinine이나 density 등의 보정은 하지 않았다.

### 2) 설문조사

이 연구에서 설문조사는 시료 채취 후 4개월 이상 지난 시점에서 개별 면접방법을 통해 실시되었다.

왜냐하면 연구 목적상 유기명 설문조사가 필수적이므로 설문조사와 시료채취 간격이 가까울 경우 학생들로부터 솔직한 답변을 얻기가 어렵다고 판단되었기 때문이다.

즉, 시료채취 후 4개월 이상 지난 다음 학생들에게 과거의 흡연력에 대해서 책임을 묻지 않는다는 조건으로 설문조사를 실시함으로써 학생들이 부담을 덜 느끼고 솔직하게 기입할 것으로 기대하였기 때문이다. 설문내용에는 본인의 4개월 전 흡연상태를 흡연자, 금연자, 비흡연자로 구분하여 질문하였고, 흡연자의 경우 흡연량과 흡연기간을 각각 조사하였다. 간접흡연 여부를 파악하기 위하여 가족 중 아버지, 어머니, 할아버지, 할머니, 형이나 오빠 등에 대한 흡연력을 자세히 질문하였다. 또

한 교우생활에서 친한 친구의 흡연력을 조사하였다. 이 연구에서 직접흡연자, 간접흡연자 및 비흡연자의 정의는 다음과 같다.

- 직접흡연 : 본인이 상습적으로 담배를 매일 1개비 이상 피우는 경우.

- 간접흡연 : 본인은 담배를 안 피우면서 친구나 가족 구성원이 담배를 피우는 경우.

- 비 흡연 : 지금까지 담배를 한번도 피운적이 없고, 친구나 아버지도 전혀 피우지 않는 경우.

## 3. 표준물질 및 시약

이 연구를 위해 사용된 Nicotine 및 Cotinine의 internal standard는 Sigma(미국)사로 부터 구입하여 사용하였으며 diethyl ether, methylene chloride, ethylacetate, methanol은 모두 J.T. Baker사(미국)의 LC 용을 사용하였다.

무수 황산나트륨은 Yakuri사(일본)로부터 구입하여 300℃에서 12시간동안 구운 후 식혀 사용하였으며 sodiumcarbonate, potassium bicarbonate는 Sigma(미국)사로부터 구입하여 사용하였다. 혈액 실험시에 사용한 blank 혈액은 서울 의과학 연구소(서울, 용산구)로부터 신생아 건강검진을 위해 사용하고 남은 혈액을 모아서 사용하였으며 사용전에 nicotine과 cotinine이 없음을 확인한 후에 사용하였다. 타액과 뇨의 blank시료는 비흡연자이며 평상시 흡연자로부터 노출이 거의 없는 대학생들로부터 취하여 시료 중에 nicotine과 cotinine이 없음을 확인한 후에 사용하였다.

## 4. 생체시료중 니코틴 및 코티닌 분석방법

### 1) Gas chromatograph-nitrogen phosphorus detector (GC-NPD) 조건

사용한 분석장비는 Hewlett Packard 5890 series II gas chromatograph (GC)와 nitrogen-phosphorus detector (NPD)를 사용하였으며 분석에 이용한 column은 HP-5MS (5% phenyl methyl siloxane)이었다.

### 2) Gas chromatograph-mass spectrometry (GC-MS) 조건

사용한 분석장비는 Hewlett Packard 5890 series II gas chromatograph (GC)와 mass selective detector (HP 5972)를 사용하였으며 분석에 이용한 column은 HP-

SMS (5% phenyl methyl siloxane)이었다.

### 5. 시료의 전처리 방법

#### 1) 혈액 및 타액 중 nicotine 및 cotinine의 시료 전처리 방법

혈액 및 타액시료는 사용하기 10분전에 냉동실에서 꺼내어 녹인 후 사용하였으며 시료량은 각각 0.5 ml를 사용하였다. 검량선 작성, 정밀·정확도 계산, 회수율 및 검출한계 조사를 위해서는 nicotine과 cotinine이 없는 것으로 확인된 blank 시료 0.5 ml를 사용하였다. 혈액 및 타액시료 0.5 ml를 시험관에 취한 다음 potassium carbonate 약 100 mg으로 pH를 10으로 조절한 다음 내부표준물질 diphenylamine (10 µg/ml) 20 µl를 넣었다. 검량선 작성을 위해서는 위의 단계에서 nicotine과 cotinine (1 µg/ml)을 0, 5, 10, 25, 50 그리고 100 µl를 단계적으로 첨가한 후 추출실험을 하였다. 추출용매로 methylene chloride 3 ml를 시험관에 넣은 후 무수 sodium sulfate 약 2g을 넣어 포화시킨 후 10분간 흔들 어 준 다음 원심 분리하여 유기층과 수층을 분리하였다. Ethyl acetate 50 µl를 test tube에 미리 옮겨놓은 후 추출액 중 유기층을 test tube에 옮겨 고순도 질소로서 부드럽게 유기층을 증발시켜 초기 ethyl acetate 50 µl의 양 이 test tube에 남을 때까지 농축시켰다. 이 농축액 약 2 µl를 GC에 주입하여 분석하였다.

#### 2) 뇨 시료중 nicotine 및 cotinine의 전처리 방법

뇨 시료는 사용하기 10분전에 냉장실에서 꺼내어 실 온의 온도가 되게 하였으며 사용한 시료량은 각각 5.0

ml 이었다. 검량선 작성, 정밀·정확도 계산, 회수율 및 검출한계 조사를 위해서는 nicotine과 cotinine이 없는 것으로 확인된 blank 뇨 시료 5.0 ml를 사용하였다. 뇨 시료 5.0 ml를 시험관에 취한 다음 potassium carbonate 약 200 mg으로 pH를 10으로 조절한 다음 내부표준물질 diphenylamine (10 µg/ml) 50 µl를 추가하였다. 검량선 작성을 위해서 nicotine과 cotinine 10 µg/mL을 0, 5, 10, 20, 50 그리고 100 µl를 단계적으로 첨가한 후 용매 추출을 하였다. 추출용매로는 diethyl ether 3 ml를 사용하였고 무수 sodium sulfate 3g을 넣은 후 10분간 흔들 어 준 다음 원심 분리하였다.

### 6. 통계분석

청소년의 직접흡연 및 간접흡연과 체내 코티닌 농도와의 관련성을 보기 위하여 흡연 노출군과 비 노출군에 따라 코티닌 농도의 차이가 있는지를 보았다. 특히 간접 흡연에 의한 피해를 보기 위하여 친구의 흡연여부 및 가족 중 흡연여부에 따라 코티닌의 농도차이를 보았다. 통계분석은 t 검정을 사용하였고 SAS 통계 패키지를 이용하였다. 이때, 세 가지 검체에서 각각 측정된 코티닌 농도는 로그치환을 통해 정규분포에 근접하도록 하였다.

### 연구 성적

#### 1. 일반적 특성

Table 1은 연구대상의 일반적 특성을 보여주고 있다. 대상자의 평균연령은 17세이고, 범위는 17세에서 18세 이었다. 전체 99명중 현재 흡연을 하고 있는 경우는 전

Table 1. 연구대상의 일반적 특성

흡연종류	구 분	남자 (n=33)		여자 (n=66)		전체 (n=99)	
		수	%	수	%	수	%
직접흡연	본인	6	18.2	4	6.1	10	10.1
간접흡연	친한 친구	9	64.3	5	35.7	14	14.1
	가족중 흡연						
	아버지	17	51.5	40	60.6	57	57.4
	어머니	0	0.0	1	100.0	1	1.0
	할아버지	0	0.0	7	100.0	7	7.1
	할머니	1	33.3	2	66.7	3	3.0
	형제, 자매	0	0.0	5	100.0	5	5.1
	위중 하나이상	23	69.7	46	69.7	69	69.7

\* 친한 친구 및 가족 중 한 명이라도 흡연자가 있는 경우.

**Table 2.** 직접 흡연여부에 따른 검체별 코티닌 량 분석

검체 종류	구분	수	평균	표준편차	단위: ng/ml			
					로그치환 전		로그치환 후	
					t-값	p-값	t-값	p-값
소변	비흡연	65	120.9	145.3	1.03	0.4098	1.99	0.0501
	흡연	5	462.3	571.7				
타액	비흡연	78	13.3	30.4	1.24	0.2190	2.32	0.0231
	흡연	7	27.8	18.4				
혈액	비흡연	51	27.2	23.2	3.34	0.0015	2.35	0.022
	흡연	5	65.5	35.6				

**Table 3.** 간접흡연에 노출된 자중 검체종류별, 성별 코티닌 량 분석

검체 종류	성	수	평균	표준편차	단위: ng/ml			
					로그치환 전		로그치환 후	
					t-값	p-값	t-값	p-값
소변	남자	20	130.3	142.0	0.99	0.3250	0.59	0.5590
	여자	26	190.7	263.4				
타액	남자	23	15.7	13.8	1.71	0.0922	0.92	0.3637
	여자	37	10.5	9.8				
혈액	남자	8	30.0	22.1	0.11	0.9123	0.52	0.6040
	여자	27	31.3	29.0				

체 10.1%이었고, 성별로는 남자 18.2%, 여자 6.1%이었다. 이 연구대상에서 담배를 피우다가 끊었다고 응답한 경우는 없었다. 간접흡연의 가능한 노출로 보는 친한 친구의 흡연율은 14.1%이었다. 가족 중 아버지가 담배를 피우는 경우는 57.4%, 할아버지가 피우는 경우는 7.1%이었다. 가족구성원중 한사람이라도 담배를 피우는 경우는 69.7%로 높았다. 이 연구에서 현재 흡연자의 하루 평균 흡연량은 7.4개피이었다.

**2. 직접흡연에 따른 검체종류별 코티닌 량 분석**

이 연구에서 세가지 검체에서 측정된 코티닌 농도에 대해서 로그치환 전후의 Skewness와 Kurtosis를 분석한 결과, 로그치환 후 소변 중 코티닌 농도는 완전히 정규분포로 바뀌었으며 (p=0.9767), 타액과 혈액은 정규분포에 거의 근접하는 분포를 보였다(p=0.05).

연구대상자중 직접흡연을 하는 10명과 비흡연자 89명에서 소변, 타액, 혈액 검사를 마친 자중에서 코티닌의 량을 측정하였다 (Table 2). 소변의 경우, 비 흡연자의 코티닌 농도는 120.9 ng/ml인데 반해 흡연자의 코티닌 농도는 462.3 ng/ml 로서 비 흡연자에 비해 약 3.8배

높았다. 마찬가지로 타액과 혈액에서도 비흡연자에 비해 흡연자에서 코티닌의 양이 유의하게 높았다.

**3. 간접흡연에 노출된 비 흡연자중 성별, 검체 종류별 코티닌 량 분석**

Table 3은 간접흡연에 노출된 비 흡연자 중에서 성별에 따라 체내 코티닌 량을 비교한 것이다. 시료의 종류에 관계없이 성별에서 코티닌 량에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 이후의 분석에 대해서는 남, 여를 별도로 분리하지 않기로 하였다.

**1) 소변**

전체 연구대상 99명중 흡연자 10명을 제외한 89명중 간접흡연의 근원중의 하나로 볼 수 있는 친한 친구 흡연, 아버지 흡연, 그리고 가족 구성원 중 흡연여부에 따라 소변 중 코티닌 량과의 관련성을 분석하였다 (Table 4). 소변 중 코티닌 량은 친한 친구의 흡연여부에 따라서는 차이가 없었다. 그러나 아버지가 흡연하는 경우 163.5 ng/ml로 흡연하지 않는 74.2 ng/ml에 비해 2.2배 높았다 (p=0.0312). 또한 가족중 한사람이라도 흡연을

**Table 4.** 비흡연자중 간접흡연 노출 종류에 따른 소변중 코티닌 량 분석 단위: ng/ml

간접흡연 종류	구분	수	평균	표준편차	로그치환 전		로그치환 후	
					t-값	p-값	t-값	p-값
친구 흡연여부	비흡연	55	116.3	145.8	0.59	0.5520	1.11	0.2717
	흡연	10	146.3	147.3				
아버지 흡연여부	비흡연	31	74.2	70.1	2.68	0.0105	2.22	0.0312
	흡연	34	163.5	180.4				
가족중 흡연여부	비흡연	21	72.7	53.6	2.54	0.0137	3.07	0.0034
	흡연	44	143.9	168.5				

**Table 5.** 비흡연자중 간접흡연 노출 종류에 따라 타액중 코티닌 량 분석 단위: ng/ml

간접흡연 종류	구분	수	평균	표준편차	로그치환 전		로그치환 후	
					t-값	p-값	t-값	p-값
친구 흡연여부	비흡연	68	9.8	10.2	2.22	0.0293	2.00	0.0497
	흡연	10	17.5	10.2				
아버지 흡연여부	비흡연	34	8.1	6.7	2.12	0.0373	0.08	0.8285
	흡연	44	12.8	12.4				
가족중 흡연여부	비흡연	22	7.5	7.1	2.12	0.0397	0.41	0.6828
	흡연	56	12.0	11.4				

**Table 6.** 비흡연자중 간접흡연 노출 종류에 따라 혈액중 코티닌 량 분석 단위: ng/ml

간접흡연 종류	구분	수	평균	표준편차	로그치환 전		로그치환 후	
					t-값	p-값	t-값	p-값
친구 흡연여부	비흡연	47	23.9	19.8	3.89	0.0003	1.79	0.0777
	흡연	4	65.6	29.1				
아버지 흡연여부	비흡연	23	24.4	19.2	0.79	0.4285	0.32	0.7537
	흡연	28	29.6	26.2				
가족중 흡연여부	비흡연	19	24.4	19.2	0.66	0.5115	0.20	0.8427
	흡연	32	28.9	25.5				

하는 경우에서도 전혀 흡연을 하지 않는 가족에 비해 통계적으로 유의하게 코티닌의 량이 높았다 ( $p=0.0034$ ). 이러한 결과는 로그치환 전, 후에 따라 차이가 없었다.

2) 타액

간접흡연 종류별 타액 중 코티닌의 량과의 관련성은 앞서 보인 소변중의 코티닌 량의 경우와는 다른 양상을 보였다. 여기서 타액 중 코티닌 량 자료를 로그치환하기

전에는 친구흡연여부, 아버지 흡연여부, 그리고 가족 중 흡연여부에 따라 유의한 차이를 보였다. 그러나 로그치환 후에는 단지 친구의 흡연여부에서만 유의한 차이를 보였다. 즉, 친구가 흡연하는 경우 17.5 ng/ml로 비흡연하는 친구를 가진 경우 9.8 ng/ml에 비해 약 1.8배 높았다 (Table 5).

3) 혈액

간접흡연여부별 혈액중 코티닌 량과의 관련성은 소변의 경우와는 상이한 차이를 보였으나 타액의 경우와

**Table 7.** 연구대상에서 검체 종류별 코티닌 농도의 상관성

	소변(n=69)		타액(n=87)	
	상관계수(r)	p 값	상관계수(r)	p 값
타액(n=87)	0.3869	0.0023		
혈액(n=57)	0.3422	0.0330	0.9480	0.0001

비슷한 양상을 보였다. 즉, 친한 친구가 흡연을 하는 경우 혈액 중 코티닌 양은 65.6 ng/ml로 비흡연의 경우 23.9 ng/ml에 비해 유의하게 높았다 (Table 6).

**4. 검체 종류별 코티닌 양의 상관성 분석**

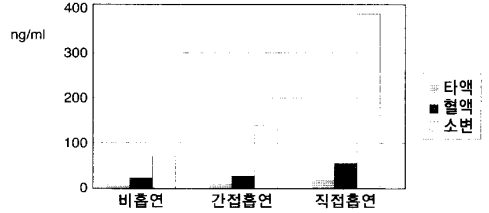
Table 7은 소변, 타액 및 혈액에서 측정된 코티닌 량과의 상관계수를 보여주고 있다. 우선적으로 소변과 타액중 코티닌 량은 상관계수 0.3869 (p=0.0023)로 비교적 낮은 관련성을 보였다. 소변과 혈액중의 코티닌 량에서도 비교적 낮은 상관계수 0.3422 (p=0.0330)를 보였다. 그러나 타액과 혈액의 경우는 상관계수 0.9480 (p=0.0001)으로 매우 높은 상관성을 보여 대조를 보이고 있다.

**5. 흡연력별 검체별 코티닌 량의 비교**

Fig. 1.은 비흡연, 간접흡연 및 직접흡연에 각각 노출되었을 경우에 각각 검체 종류별 코티닌 량을 보여준다. 전반적으로 검체종류에 관계없이 측정된 코티닌은 비흡연자에서 가장 낮았고, 간접흡연과 직접흡연에서 단계적으로 높아짐을 보였다. 검체 중에서도 소변의 경우 비흡연의 농도에 비해 간접흡연에 노출된 경우는 2배, 직접흡연을 하는 경우는 5.4배 높았다.

**고 찰**

이 연구는 경기도 소재 일개 고등학교 남자 1학년 학생 중 무작위로 추출된 99명을 대상으로 소변, 타액 및 혈액중에 코티닌 량을 측정하고 학생들의 직접 흡연 및 간접흡연에 노출된 정도와의 관련성을 보았다. 비 흡연자와 비교하여 직접 흡연하는 경우에 세 가지 검체 모두에서 코티닌의 량이 통계적으로 유의하게 높았다. 또한 소변 중 코티닌 량은 아버지나 가족 중 흡연여부와 관련성이 있었고, 타액이나 혈액 중 코티닌 량은 친한 친구 중 흡연여부와 관련성이 있었다.



**Fig. 1.** 청소년의 흡연력별 타액, 혈액, 소변 중 코티닌 농도.

연구대상의 흡연률은 남자 18.2%, 여자 6.1%로 한국 금연운동협의회에서 조사한 고등학교 1학년의 흡연률 남자 19.9%와 여자 12.2%보다 다소 낮았다. 그러나 간접흡연에 노출된 비율은 상당히 높았다. 즉, 간접흡연의 주요 노출 원인으로 볼 수 있는 집안에서 아버지가 담배를 피우는 경우는 57.4%이었고, 아버지를 포함하여 어머니, 할아버지, 할머니, 형제, 자매중 한사람이라도 담배를 피운다고 응답한 경우는 69.7%로 10명중 약 7명은 간접흡연에 노출되고 있음을 알 수 있었다.

이 연구에서 소변, 타액, 혈액 중 코티닌의 량은 표준화 된 방법을 통해 측정되었다. 그러나 측정치들은 모두 정규분포를 하지 않았으므로 모수 통계량을 사용하는데 문제가 있었다. 따라서 이 문제를 줄이기 위해 이 연구에서는 흡연력과 코티닌 량과 관련성을 보기 앞서 로그치환을 하기 전과 후에 통계분석을 각각 실시하였다. 이 연구에서 로그 치환 전, 후에 통계적인 유의성이 차이가 있을 경우는 치환후의 유의성을 중심으로 결과 해석을 하였다.

미국 NHANESIII에서 보고한 바에 의하면 비 흡연자중에서 혈청 코티닌 농도는 최저 0.5에서 최고 15mg/ml 까지 나올 수 있고, 직접 흡연자의 경우는 평균 180ng/ml이 검출된다고 했다[5]. 이 연구의 경우 혈청 코티닌 농도는 비흡연자의 경우 27.2ng/ml이었고, 직접흡연자의 경우 65.5ng/ml이어서 미국의 경우와 비교했을 때 다소 차이가 있었다. 그러나 이것은 연구대상 집단의 특성이나 검사조건에 차이라고 본다. 또한 본 연구의 경우 연구대상 흡연자의 하루 흡연량이 평균 5개 피이하로서 성인에서 보다 훨씬 적은 까닭으로 설명될 수 있다고 본다. 또한 소변 중 코티닌 량은 멕시코 흡연

자를 대상으로 한 연구에서 남자 553.8 ng/ml이었고, 여자의 경우는 267.6 ng/ml 이었다. 이번 연구에서는 흡연자의 경우 462.3 ng/ml로 다소 낮았다. 그러나 비 흡연자 군에서 120.9 ng/ml이 검출된 것은 상당히 높은 수준이라고 볼 수 있다[6-7].

이 연구에서 연구대상자의 직접흡연 여부에 따라 코티닌 농도는 검체에 관계없이 유의한 관련성을 보였다. 이는 청소년에서 직접흡연을 감별하는 수단으로서 코티닌 농도 측정은 소변, 타액, 혈액 중 어느 것을 사용하더라도 가능하다는 것을 의미한다. 그러나 간접흡연의 경우는 직접흡연의 경우와 다른 양상을 보였다. 즉, 소변중 코티닌 양은 오직 아버지나 가족 중 흡연 여부에서만 유의한 관련성을 보였다. 반면에 타액이나 혈액은 아버지나 가족 중 흡연 여부에서 유의한 관련성을 보이지 않았다. 이러한 차이를 본 연구에서 규명하는 것은 자료의 제약상 어렵다고 생각이 든다. 단, 몇 가지 가능한 점을 나열한다면, 첫째, 아버지나 가족 중 흡연여부는 한마디로 가족원내 흡연으로 볼 수 있고, 친구의 흡연은 가족원의 흡연으로 볼 수 있다. 고등학교 1학년의 경우 가정에서 생활하는 시간보다는 대개 학교나 친구들과 지내는 시간이 많을 것으로 본다. 또한 체내 니코틴은 흡수 후 2시간이 지나면 대부분 대사되어 소변이나 땀으로 배출되게 되고, 일부가 안정된 물질인 코티닌으로 대사되어 검출되는 것이다[5]. 따라서 연구대상자들이 가족들의 흡연에 노출되었다고 하면 오랜기간동안 집안에서 노출되어 온 상태를 반영하는 것으로 볼 수 있다. 반면에 친한 친구의 흡연은 학교에서 생활하는 동안에 쉬는 시간이나 기타 여가시간에 노출된 상태를 반영한다고 볼 수 있다. 그렇다면 소변 중 코티닌 양은 수일 이내 노출되어 온 니코틴 양을 측정하는데 유용하고, 타액이나 혈액은 비교적 최근 혹은 가까운 시간에 노출된 담배연기, 즉 니코틴 양을 측정하는데 유용하다는 추측을 할 수 있다.

이 연구에서 타액과 혈액중의 코티닌 농도는 매우 높은 상관성을 보였다 ( $r=0.948$ ). 이는 외국의 많은 연구에서도 비슷한 결과를 보인 바 있다. Repace 등은 타액 중 코티닌의 농도가 혈 중 코티닌의 농도와 매우 상관성이 높을 뿐 아니라 직접흡연자와 간접흡연자의 구별을 위해서도 유용하게 사용할 수 있는 좋은 지표임을 발표하였다[8-9]. 비흡연자의 체내에 코티닌의 함량은 폐암과 심장질환 발생률과 매우 상관성이 있을 뿐 아니

라 이로 인한 사망에 이르는 경우도 체내 코티닌의 함량과 매우 상관성이 있다는 연구들이 있었다[10-14].

환경 중 담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS)에 대한 유해성은 지난 20년간 지속적으로 연구되어왔고 그것의 대책이 제안되어 왔다[10-11,16-19]. 미환경청(U. S. EPA)은 1992년 ETS를 사람의 확실한 폐발암물질로서 선언하였으며, 미 산업안전보건국(US Occupational Safety and Health Administration, OSHA)에서도 작업장에서 ETS를 규제하는 법률제정을 제안하고 있다[10,14-16]. 미국 심장협회는 환경 중에 담배연기의 오염으로 인한 간접흡연이 비흡연자들에게 심장질환의 중요한 원인으로 분석하고 있다[15].

작업장, 사무실 및 가정 등에서 ETS에 노출의 정도가 얼마가 되는지에 관한 연구들이 외국에서는 많이 이루어져 왔다. 연구된 결과에 의하면 공기 중에 니코틴 함량은 공기 중 담배연기의 농도와 매우 높은 상관성을 보였다. 공기 중 ETS의 간접적 측정 법으로 일산화탄소(carbon monoxide) 또는 탄화수소 등도 활용되어 왔다. 담배에는 주성분인 니코틴(nicotine)이 함유되어 있고 이는 사람의 몸 안에서 코티닌(cotinine)등으로 대사된다. 니코틴과 코티닌은 담배연기(ETS)의 인체노출 정도를 측정하는 중요한 측정값으로 연구되어 왔다[14,17]. 공기 중 니코틴은 간접흡연자의 뇨 중 코티닌의 농도와 상관성이 높았다[9,18].

이 연구에서 코티닌 검사의 정밀도 및 정확도 검증은 다음과 같이 시행하였다. 생체시료 중에서 nicotine과 cotinine의 정밀·정확도를 조사하였다. 이 조사는 100 ng/ml, 250 ng/ml 및 500 ng/ml의 세 개의 다른 농도에서 실시되었으며 각각 5개의 같은 시료를 blank시료에 첨가한 후 첨가한 시료로부터 얼마나 편차가 생기는지를 조사하여 각각의 정확도(accuracy)와 정밀도(precision)로서 나타내었다. 그 결과 3개의 다른 농도에서 7%이내의 정밀도와 약 90%이상의 정확도를 보이고 있다. 따라서 제시된 분석방법은 정밀·정확도 면에서 매우 우수하다고 볼 수 있었다. 그러나 이 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 연구대상수가 적은 까닭에 통계적 검증결과에 신뢰성이 낮을 것으로 본다. 그러나 연구결과에 나타난 방향들이 대부분 타당하게 나온 것으로 보아 연구결과에 체계적인 오류를 범할 만큼 문제가 되었다고는 생각지 않는다. 그러나 연구대상자의 직은수는 흡연자중 흡연량이나 기간에 따른 분석을



불가능하게 하는 부가적인 제한점을 넣었다. 둘째, 연구 대상자로부터 시료 측정을 단 1회 실시함으로써 연구대상자내의 생리적인 변동이 연구결과에 영향을 주었을 가능성이 높다. 셋째, 검체 채취 후 4개월 뒤에 설문조사를 실시한 것은 또다를 제한점이다. 그러나, 4개월동안 이 학교에선 학생들의 흡연행태에 특별한 영향을 줄만한 어떠한 금연교육도 없었기에 흡연자들의 행태가 많이 변했다고는 볼 수 없다. 오히려, 유기명 조사에서 소변검사를 하고, 곧바로 설문조사를 할 경우 본인의 흡연력과 연관을 시키면서 거짓답변을 할 경향이 더욱 클 경우를 감안하면 제한점만은 아닐 수도 있다. 마지막으로 코티닌 량에 영향을 미치는 것으로는 담배의 종류, 흡연할 때 폐 깊숙이 흡입하는 정도, 담배를 피우는 길이 등이 있을 수 있으나 이러한 요인들에 대한 고려가 없었다. 앞으로 이러한 연구의 제한점을 보완한 후후 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 이번 연구를 통해 비흡연 청소년들이 가족 중 혹은 친한 친구들로부터 적지 않은 량의 간접흡연의 피해를 받고 있음이 입증되었다. 즉, 이 연구결과를 담배를 피우지 않는 비흡연자라도 간접흡연에 노출되었다면 간접흡연에 노출되지 않은 순수한 비흡연자와 분리되어 관리되어야 함을 지적하고 있다.

## 결 론

이 연구는 직접 담배를 피우지 않는 청소년들 중에서 간접흡연에 노출될 경우 체액에서 측정되는 코티닌 량을 비흡연자나 직접흡연자와 비교 분석함으로써 간접흡연피해의 심각성을 밝히고자 하였다. 연구대상은 경기도 소재 일개 고등학교 1학년 학생 중 무작위로 추출된 99명 (남자 33명, 여자 66명)이었다. 연구대상들에서 소변, 타액 및 혈액 중에 코티닌 량을 측정하고 대상학생들의 직접 흡연 및 간접흡연에 노출된 정도와의 관련성을 분석하였다. 이 연구에서 간접흡연은 가족구성원 중 한 명이라도 흡연을 하거나 친한 친구 중 흡연을 하는 경우로 정의하였다. 간접흡연의 피해는 담배를 직접 피우지 않는 비흡연자 중에서 간접흡연에 노출되지 않은 경우 (순수 비흡연자)와 간접흡연에 노출된 경우 (간접흡연자) 체액 중 코티닌 량 분석을 통해 밝히고자 하였다. 연구결과는 다음과 같았다.

첫째, 연구대상의 흡연률은 남자 18.2%, 여자 6.1%이었고, 간접흡연에 노출된 물은 남녀 공히 69.7%이었다.

둘째, 비흡연자에 비해 직접흡연의 경우에 소변, 타액 및 혈액 모두에서 코티닌의 량이 통계적으로 유의하게 높았다.

셋째, 간접흡연의 경우에, 소변 중 코티닌 량은 가족구성 중 흡연여부와 관련성이 있었고, 타액이나 혈액 중 코티닌 량은 가족구성원외에 친한 친구 중 흡연여부와 관련성이 있었다.

넷째, 혈액 중 코티닌의 농도는 타액 중 농도와 높은 상관성( $r=0.9480$ )을 보였으며, 소변 중 코티닌 농도와는 비교적 낮은 상관성( $r=0.3422$ )을 보였다.

결론적으로 소변, 타액, 혈액 중 코티닌의 측정은 청소년에서 직접 및 간접흡연의 노출여부를 판단하는데 결정적인 방법이라고 생각된다. 특히, 앞으로 청소년을 대상으로 실시하는 간접흡연의 연구는 혈액 중 높은 상관성을 보였고, 시료채취가 쉬운 타액을 통한 방법이 가장 추천할 만하다.

## 참고문헌

1. Hirayama T. Nonsmoking wives of heavy smokers have a higher risk of lung cancer: A study from Japan. *Br Med J* 1981;183-5.
2. Surgeon General. The Health Consequence of Involuntary Smoking U.S. Dept. of Health & Human Service. Washington D.C.;1986.
3. 한국갤럽. 흡연실태조사 보고서. 2000.
4. The American Cancer Society. Tobacco control country profile. Atlanta, Georgia;2000.
5. Pirkle JL, Flegal KM, Bernert JJ, Brody DJ, Etzel RA, Maurer KR. Exposure of the US population to environmental tobacco smoke: the Third National Health and Nutrition Examination Survey 1988 to 1991. *JAMA* 1996;275(16):1233-240.
6. Wagenknecht LE, Cutter GR, Haley NL, Sidney S, Manolio TA, Hughes GH et al. Racial differences



- in serum cotinine levels among smokers in the coronary artery risk development in (young) adults study. *Am J Public Health* 1990;80(9):1053-6.
7. Coultas DB, Stidley CA, Samet JM. Cigarette yields of tar and nicotine and markers of exposure to tobacco smoke. *Am Rev Respir Dis* 1993;148: 435-40.
  8. Abrams DB, Follick MJ, Biener L, Carey KB, Hitti J. Saliva cotinine as a measure of smoking status in field settings. *Am J Public Health* 1987; 77(7): 846-8.
  9. Repace JL, Lowrey AH An enforceable indoor air quality standard for environmental tobacco smoke in the workplace. *Risk Anal.*1993;13(4):463-75.
  10. U.S. Environmental Protection Agency. Respiratory Health Effects of Passive Smoking. In:Lung Cancer and Other Disorders(EPA 600/6-90/006F), USA.;Washington D.C.;1992.
  11. Fontham ET, Correa P, Reynolds P, Wu-Williams A, Greenberg ES, Burrler PA et al. Environmental tobacco smoke and lung cancer in nonsmoking women. A multicenter study. *JAMA* 1994;271(2): 1752-9.
  12. Fontham ET, Correa P, Wu-Williams A, Reynolds P Greenbag RS, Buffler PA et al. Lung cancer in nonsmoking women:A multicenter case-control study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1991; 1(1):35-43.
  13. Reynolds P, von Behren J, Fontham ET, Correr P, Wu A, Buffler PA et al. Occupational exposure to environmental tobacco smoke. *JAMA* 1996;275(6): 441-2.
  14. National Research Council. Environmental Tobacco Smoke Measuring Exposures and Assessing Health Effects. Washington D.C.:National Academy Press;1986.
  15. American Heart Association. TaylorAE, Johnson DC, Kazemi H. Environmental tobacco smoke and cardiovascular disease. A position paper from the Council on Cardio pulmonary and Critical Care, American Heart Association. *Circulation* 1992; 86(2):699-702.
  16. Repace JL, Lowrey AH Indoor air pollution, tobacco smoke, and public health. *Science* 1980; 208(4443):464-74.
  17. Benowitz NL Cotinine as a biomarker of environmental tobacco smoke exposure. *Epidemiol Rev* 1996;18(2):188-204.
  18. Marbury MC, Hammond SK, Haley NJ Measuring exposure to environmental tobacco smoke in studies of acute health effects. *Am J Epidemiol* 1993;137(10):1089-97.

**=Abstract=**

## The Study on Active and Environmental Tobacco Smoke in Biological Samples among High School Students in Korea

Sun Ha Jee<sup>1)</sup>, Su jung Kim<sup>2)</sup>, So young Won<sup>1)</sup>, Ho Sang Shin<sup>3)</sup>, Chang Su Kim<sup>4)</sup>, HeeJa Kim<sup>5)</sup>

Graduate School of Health Science and Management, Yonsei University<sup>1)</sup>,  
Korean Institute of Health Affairs<sup>2)</sup>, Department of Environmental Education, Kong Ju National University<sup>3)</sup>,  
Foreign Language High School, Gwacheon<sup>4)</sup>, Health Center, Gwacheon<sup>5)</sup>

**Purpose** : The objective of this study was to determine the active and environmental tobacco smoke (ETS) in biological samples (plasma, saliva and urine) among high school students in Korea.

**Methods** : Study samples were from 99 nonsmoker or smoking volunteers from high school in Kyungki-do in 2000. ETS was defined as the having smokers of their family members or their friends. Urinary samples were extracted with ethyl ether at pH 10.5, and the extract was injected in GC-NPD. Plasma or saliva was extracted with methylene chloride at pH 10.5 and the quantification was performed with GC-MS (SIM). Peak shapes and quantitation of nicotine and cotinine were excellent, with linear calibration curves over a wide range of 1 to 3000 ng/mL.

**Results** : The results are as followings

1. The prevalence of smoking among study subjects were 18.2% among males and 6.1% among females. A 69.7% of total subjects among both males and females were exposed at ETS.
2. The primary metabolite cotinine of nicotine was good indicator of ETS exposure in nonsmokers. Salivary cotinine was found to be highly correlated to the concentration of cotinine in plasma ( $r=0.9480$ ).
3. Urine cotinine was increased among those with smokers in their family members, while salivary or blood cotinine was increased among with smoking friends.
4. Blood cotinine was highly correlated with salivary cotinine, but it was relatively poorly correlated with urine cotinine.

**Conclusions** : In conclusion, the results show how the students in high school in Korea suffer from secondhand smoke. It appeared that salivary cotinine was easy to collect and best way to predict the ETS among adolescents.

**Key Words**: Adolescents, Environmental Tobacco Smoke, Cotinine