

일부 청소년들에서 흡연노출량에 따른 혈중 카드뮴 농도

장성실 · 권윤희 · 배진순* · 노영만** · 한진구**

충남대학교 의과대학 예방의학교실, *충남 금산 금성초등학교, **가톨릭대학교 의과대학 산업의학센터

Blood Cadmium Concentration According to Exposure of Smoking in Adolescence

Seong-Sil Chang, Youn-Heong Kyun, Jin-Soon Bae*,

Young-Man Roh**, Jin-Gu Han**

Department of Preventive Medicine and Public Health, Chungnam National University

**Kumsung Elementary School in Kumsan*

*** Catholic Industrial Medical Center, Catholic University of Korea*

ABSTRACT

Objectives: We surveyed the prevalence of smoking among the adolescent population and analysed the correlation of the two exposure biomarkers—concentration of blood cadmium and urinary cotinine—to the smoking status.

Methods: Subjects were 193 middle and high school students in Chungnam province. Blood cadmium and urinary cotinine were compared by sex and smoking status. Smoking status were classified by either the concentration of urinary cotinine or subjective answering as a smoker in the questionnaire.

Results: Smoking prevalence was 24.6%, 36.2% and 6.7% among all subjects, male and female subjects, respectively. Average smoking amount was 17.5 and 1.5 cigarettes per month among the male subjects and female subjects, respectively. Mean concentration of urinary cotinine among the male subjects was 135.57 $\mu\text{g}/\ell$, and that of female subjects was 116.59 $\mu\text{g}/\ell$. Direct smokers showed higher concentration of urinary cotinine than those of indirect smokers, and subjects with higher urinary concentration showed higher prevalence of smoking, too. Mean concentration of blood cadmium was 0.0572 $\mu\text{g}/\text{dl}$ among the male subjects, and 0.0693 $\mu\text{g}/\text{dl}$ among the female subjects. Among the male subjects, both exposure biomarkers showed significant correlation to the smoking status, but among the female subjects urinary cotinine did not show significant correlation to the smoking status.

Conclusion: Concentrations of these two biomarkers suggested that this population had significantly high environmental tobacco smoking(ETS) and efficient stop-smoking programs to reduce ETS should be directed to this population.

Key words: environmental tobacco smoking, urinary cotinine, blood cadmium

1. 서론

범세계적으로 흡연은 대부분의 질병과 사망을 초래하는 원인으로 잘 알려져 있다. 미국환경청에서는

간접흡연도 발암성이 있음을 보고하는 등(US EPA, 1992), 많은 나라들이 흡연의 부작용에 대해 개인 및 사회계몽활동을 정책적으로 펴고 있다. 그럼에도 불구하고 흡연인구는 지속적으로 증가추세에 있다.

특히 청소년시기에 있어서 최근 니코틴의 탐닉도가 증가하고 있어 문제점으로 지적되고 있다. 청소년들의 첫 흡연연령이 12.9세이며 흡연자 5명중 1명이 성인기 이전에 흡연을 시작한다. 흡연으로 인한 건강장해가 조기에 흡연을 시작할수록 높아짐을 고려할 때, 금연활동은 특히 학동기 아동부터 청소년까지 중점을 두어 시행하는 것이 필요하다.

1996년 WHO에서 15세 이상 성인 남녀를 대상으로 국가간 흡연율을 조사한 결과에 따르면, 87개 국가 중 우리나라 성인남자의 흡연율은 68.2%로 가장 높았다. 한국금연운동협의회(2000)가 주기적으로 전국의 중고등학교 학생 6000명에 대해 흡연을 실태를 조사한 바에 따르면, 최근 남자 고등학생의 흡연율은 32.6%, 여고생은 7.5%, 남자 중학생은 6.2%로 나타났다. 또한, 흡연연령도 점차 낮아지고 있어 우리나라의 경우는 청소년기부터 흡연노출 및 건강영향에 대한 평가가 절실한 실정이라 하겠다.

그러나 흡연량을 조사함에 있어 사용되는 통상의 설문지는 흡연관련 유해물질의 체내 부하량 및 건강영향과의 관련을 정확히 규명하는데 한계가 있기 때문에 보다 객관적인 지표를 이용한 이들 금연프로그램의 효과평가가 필요하다. 현재 많은 국가들이 개인의 생체시료로 생물학적 지표를 활용한 객관적인 흡연량의 평가가 이루어지고 있다.

흡연량에 대한 생체지표로 가장 많이 쓰이고 있는 체액 내에서의 코티닌은 담배성분 중 니코틴의 주요 대사산물로서 반감기가 12-17시간으로 짧은 기간내의 체내 노출 부하량을 나타낸다(Etzel et al. 1991). 그 외에도 몇 가지 생물학적 지표로서 호기중 일산화탄소, 혈중 카르복시헤모글로빈, 요나 타액 중 티오시아나네이트, 요중 하이드록시프롤린 및 N-니트로소프롤린 등이 있지만 대개가 코티닌과 마찬가지로 단기적인 체내 부하량을 반영하고 있다. 카드뮴의 경우 담배 1개피당 약 1.7 μg 이 포함되어 있으며 흡연을 통하여 흡입되는 양은 0.14 - 0.19 μg 으로 추정되므로(Elinder et al, 1983) 노출에 대한 생체지표가 될 수 있으면서 기타의 환경오염에 대한 간접적인 지표로도 활용될 수도 있다. 또한, 흡연량과 요중 코티닌, 혹은 흡연량과 혈중 카드뮴이 서로 관련됨을 연구한 바 있어(Willers et al, 1995; Shaham et al, 1996), 차후 금연프로그램에 대한 지속적인 모니

터링에 이들 지표가 활용될 가치가 있음에도 불구하고 아직까지 우리나라에서는 이러한 생체지표를 이용한 흡연량을 평가한 연구가 거의 없다.

그러므로 본 연구는 일부 청소년을 대상으로 흡연율을 파악하고 혈중 카드뮴 농도 및 요중 코티닌 농도를 분석하여 흡연으로 인한 체내 부하량을 산출하고 두 지표와의 상관정도를 분석함으로써 이들 지표가 차후 청소년 집단에서의 금연프로그램에 객관적인 지표로 활용되기 위한 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

대상은 대전인근 지역내에서 학교 가정통신문을 통해 학부모로부터 체혈 및 뇨시료 채취가 허락된 남녀 중학교와 남자 고등학교 4개 학급 학생 193명이었으며, 이들 모두에서 설문조사를 실시하였고, 조사기간은 1999년 12월 9일부터 1999년 12월 23일까지 이었다. 설문조사는 자기기입식으로 실시되었으며, 내용에는 연령, 지난 30일간 본인의 흡연량과, 친한 친구들 중 흡연자의 수, 가족 구성원 중 흡연자의 수, 가정 및 학교 내 밀폐된 공간에서 흡연자와의 접촉빈도 등을 포함하였다. 또한 대상중 혈중 카드뮴은 188명, 요중 코티닌은 191명에서 분석하였다.

혈중 카드뮴은 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrometer(SpectrAA300, Varian)로 228.8nm에서 분석하였다. 시료의 전처리에는 우선 질산용액으로 세척한 시험관에 1% Triton X-100을 2.8 ml 넣고 표준용액과 전혈을 각각 0.5 ml씩 넣은 다음 전혈을 완전히 용혈시켰으며, 10% Ammonium Nitrate를 0.2 ml, 20% trichloroacetic acid 1.5 ml를 넣어 혈액 내의 단백질을 침전시킨후 20분간 5000 rpm에서 원심분리하였다. 상층액 10 μl 를 원자흡광광도계 흡연로에 자동시료주입기로 주입하였다. 표준용액은 증류수로 매일 제조해서 사용하였고, 농도 범위는 2.5, 5.0, 10.0 $\mu\text{g/L}$ 로 하였다.

요중 코티닌은 고속액체크로마토그래피로 분석하였다. 전처리는 디클로로메탄을 이용한 액체-액체법으로 추출하고자, 요시료 2 ml 들어 있는 시험관에 내부표준물질인 리도카인용액(1 g/L) 50 $\mu\text{g/L}$ 넣고 섞은 후, 다시 12.5M KOH 용액을 0.15 ml 넣고 섞은 다음 디클로로메탄 3 ml 넣고 15분간 수평 교반

기에서 흔들고, 10분간 5,000 rpm으로 원심분리하였다. 아래층의 유기용제층을 취하여 유리 시험관에 보관하고, 남은 수층에 1.5 ml의 0.5M HCL 첨가하여 흔들고 다시 12.5 M KOH용액을 0.15 ml 첨가하여 섞은 다음, 디클로로메탄을 2 ml 가한후 5분간 수평 교반기에서 흔들고 원심분리 하였다. 분리된 유기용제층을 1차 추출액이 담긴 유리 시험관에 넣어 합한 다음, 질소가스로 유기용제층을 증발 건조시켰다. HPLC 이동상 용액 0.2 ml로 증발 건조된 시료를 녹여준 후 50 μ l를 HPLC에 주입하여 분석하였다. 코티닌 표준용액의 원액의 제조는 메탄올에 2.0 g/L로 만들어 실험시마다 HPLC(High Performamance Liquid Chromatography) 이동상 용액으로 희석하여 사용하였으며, 농도 범위는 25, 51, 102, 510, 10,20, 3060, 12,240 μ g/L의 8단계로 하였다. 또한 혈중 카드뮴과 요중 코티닌 시료는 비중과 회수율을 계산하여 보정하였다.

III. 통계적 분석방법

통계적 분석은 SPSS 10.0 window version을 이용하여 남녀 학생에서 월평균 흡연량과 요중 코티닌 농도, 혈중 카드뮴 농도를 비교하였고, 요중 코티닌 농도에 따라 50 μ g/l 미만을 낮은 군, 50에서 100 μ g/l 를 중등도인 군, 100 μ g/l 를 고농도인 군으로 나누어 성별로 흡연자의 비율을 기술하였으며, 요중 코티닌 치와 혈중 카드뮴 농도의 분포를 비교하였으며, 흡연량과 두 생물학적 지표의 관련성은 단순상관분석하였다. 요중 코티닌 농도에서 중등도인 군을 간접흡연, 고농도인 군을 직접흡연으로 간주하여 분석하였다(Hariharan and VanNoord 1991; Thompson et al. 1990; Cumming et al. 1990; Haley et al. 1989; Jarvis et al. 1987).

IV. 결 과

1. 흡연과 관련한 대상자의 일반적 특성

대상자의 평균 연령은 15.9 세(14 세-20 세)였으며, 전체 흡연율은 24.6 %였다. 이들 중 남학생의 흡연율은 36.2 %, 여학생의 경우는 6.7 %이었다.

담배를 얻는 경로를 응답한 흡연자 35명중 52.8 %

가 직접 본인이 구매, 19.4 %가 친구로 부터라고 응답하였다. 31명의 남학생 흡연자중에는 중 54.8 %, 5명의 여학생 중 40.0 %가 직접 본인이 구매하였고, 흡연자 친구가 없는 경우는 남학생이 26.9 % 여학생의 경우 71.8 %였다. 가족 중 흡연자가 있는 경우는 여학생이 83.6 %, 남학생이 67.3 %였으며, 집안에서 간접흡연하는 빈도는 남학생의 46.3 %, 여학생의 61.3 %가 일주에 일회 이상이였으며, 집외의 다른 장소에서의 간접흡연이 일주일 1회 이상인 경우는 남학생이 49.5 %, 여학생이 32.5 %였다(표 1).

2. 요중 코티닌 농도에 따른 흡연율

요중 코티닌농도가 50 μ g/l 미만인 저농도 군 85명중 흡연자는 12.9%, 50 - 100 μ g/l 인 중등도인 군 43 명중 27.9 %, 100 μ g/l 이상인 고농도인 군 63명중 38.1 %로 요중 코티닌 농도가 높아짐에 따라 흡연자의 비율이 증가하였다. 남학생의 경우는 요중 코티닌치가 50 μ g/l 을 초과하는 경우 흡연자가 54.0 %이상인 반면, 여학생의 경우는 100 μ g/l 을 초과한 경우가 14.3%였다. 191명중에서 요중 코티닌치가 100 μ g/l 넘는 경우는 63명(32.9%), 50 μ g/l 을 넘는 경우는 106명(55.5%)였다(표 2).

Table 2. Smoking prevalence by the concentration of urinary cotinine(%)

Urine cotinine(μ g/l)	N	Male students	N	Female students	N	Total
\leq 50	59	10(16.9)	26	1(3.8)	85	11(12.9)
50 - 100	22	12(54.5)	21	0(0.0)	43	12(27.9)
100 <	35	20(57.1)	28	4(14.3)	63	24(38.1)
Total	116	42(36.2)	75*	5(6.7)	191	47(24.6)

* Urine cotinine missing in one female students

3. 성별에 따른 흡연량, 요중 코티닌, 혈중 카드뮴

평균 흡연량은 남학생의 경우 월평균 17.55개피를 피는 것으로 나타나 여학생의 월평균 흡연량인 1.53 개피보다 유의하게 높았다. 그러나 요중 코티닌 농도는 남학생에서 135.57 μ g/l로 여학생의 116.59 μ g/l 보다 높았으나 분포가 광범위하여, 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 혈중 카드뮴은 여학생에서

Table 1. General Characteristic relating to the smoking behaviors

	Male students	Female students	No.(%)
Smoking			
Yes	42(36.2)	5(6.7)	47(24.6)
No	74(63.8)	70(93.3)	144(75.4)
Main source of tobacco*			
Self-purchasing	167(54.8)	2(40.0)	19(52.8)
Friends	5(16.1)	2(40.0)	7(19.4)
Family, and etc.	8(32.8)	1(20.0)	9(24.8)
Number of family smokers			
None	35(32.7)	12(16.4)	47(26.1)
1	53(49.5)	51(69.9)	104(57.8)
2	14(13.1)	8(11.0)	22(12.2)
≥ 3	5(4.6)	2(2.8)	7(3.9)
Number of smoking friends			
None	29(26.9)	51(71.8)	80(44.7)
1-5	22(20.4)	15(21.1)	37(20.7)
6-10	17(15.7)	3(4.2)	20(11.2)
≥ 11	40(36.0)	2(2.8)	42(23.5)
ETS** in the house			
None	41(38.0)	22(29.3)	63(34.4)
Unusual(< 1/week)	17(15.7)	7(9.3)	24(13.1)
≥ Once a week	50(46.3)	46(61.3)	96(52.5)
ETS** in the school			
None	32(28.8)	25(33.8)	57(30.8)
Unusual(< 1/week)	24(21.6)	25(33.8)	49(26.5)
≥ Once a week	55(49.5)	24(32.5)	79(42.7)

* Among the smokers

** Environmental Tobacco Smoking

The total numbers are not consistent due to non-answering

0.0693 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 남학생의 0.0572 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 유의하게 높았다. 여학생중 비흡연자의 혈중 카드뮴 농도는 남학생보다 유의하게 높았으나, 흡연자에 있어서는 성별로 차이가 없었다(표 3).

Table 3 . Smoking amount, the concentration of urinary cotinine and blood cadmium (mean \pm S.D)

	N	Male students	N	Female students	p-value
Smoking					
(piece/month)	116	17.55 \pm 53.29	76	1.53 \pm 9.51	0.002
Urine cotinine					
($\mu\text{g}/\text{l}$)	116	135.57 \pm 232.71	75	116.59 \pm 155.56	0.535
Smoker	42	219.90 \pm 286.10	5	174.95 \pm 110.52	0.731
Indirect smoker	74	87.70 \pm 181.45	70	112.17 \pm 158.05	0.386
Blood cadmium					
($\mu\text{g}/\text{dl}$)	114	0.0572 \pm 0.0298	74	0.0693 \pm 0.0273	0.006
Smoker	40	0.0622 \pm 0.0274	68	0.0690 \pm 0.0265	0.399
Indirect smoker	74	0.0545 \pm 0.0030	6	0.0730 \pm 0.0377	0.004

4. 성별에 따른 요중 코티닌 농도

요중 코티닌 농도가 고농도인 군은 낮은 군과 중등도인 군에 비해 넓은 분포를 하였고, 남녀 학생의 차이는 없었다. 여학생의 경우 요중 코티닌 농도가 낮은 군, 중등도인 군, 고농도인 군 모두에서 남학생보다 높은 경향을 보였다.

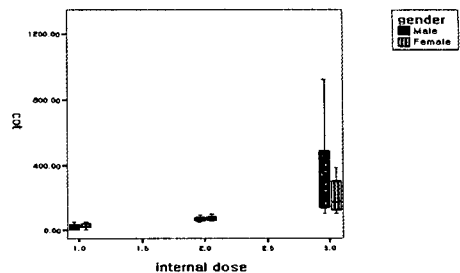


Figure 1. Urinary cotinine concentration by sex among three exposure groups

5. 성별에 따른 혈중 카드뮴 농도

여학생의 경우 전반적인 군에서 남학생보다 혈중 카드뮴이 높게 나타났으며 3군간의 유의한 차이는 없었다.

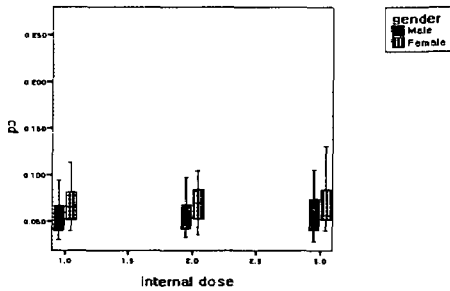


Figure 2. Blood cadmium concentration by sex among three exposure groups

6. 흡연량, 혈중 카드뮴, 요중 코티닌의 상관관계

흡연량은 남학생의 경우 요중 코티닌 농도 및 혈중 카드뮴 농도와 유의한 상관관계를 보인 반면, 여학생의 경우는 혈중 카드뮴만 유의한 상관관계를 보였고, 요중 코티닌 농도와 혈중 카드뮴 농도 사이에는 남녀 학생 모두에서 상관관계가 유의하지 않았다(표 4).

Table 4. Correlation Matrix

	Male students		Female Students	
	U-cotinine (µg/l)	Cadmium (µg/l)	U-cotinine (µg/l)	Cadmium (µg/l)
Smoking(piece/m)	0.502** (p=0.000)	0.217* (p=0.021)	0.176 (0.132)	0.262* (p=0.024)
Cadmium		0.023 (p=0.805)		0.073 (p=0.538)

V. 고찰

연구결과 흡연율은 남학생에서 36.2 %, 여학생에서 6.7 %, 한국금연운동협의회(1999)에서 조사한 남자고등학생의 평균흡연율 32.6 %, 여자고등학생의 흡연율은 7.5 %와 유사하였다.

설문지로 조사된 흡연여부와 실제 요중 코티닌분석을 통한 흡연량의 파악은 상관관계가 유의하게 높

았고 요중 코티닌농도가 50 µg/l 미만인 85명중 흡연자는 12.9 %, 50을 초과 100 µg/l 이하인 경우는 43명중 27.9 %, 100 µg/l 을 초과하는 경우는 63명중 38.1 %로 요중 코티닌 농도가 높아짐에 따라 흡연자의 비율이 증가하였다. 그러나 요중 코티닌 치가 높아 흡연을 하였을 것으로 생각되는 학생 중에서도 60-70 % 이상이 비흡연자로 응답하여, 통상의 설문조사로는 청소년의 흡연으로 인한 니코틴의 체내 부하량은 매우 과소 추정됨을 시사하였다. 그러므로, 요중 코티닌 50-100 µg/l 을 간접흡연, 100 µg/l 이상을 직접흡연으로 간주할 때(Hariharan and VanNoord 1991; Thompson et al. 1990; Cumming et al. 1990; Haley et al. 1989; Jarvis et al. 1987), 191명 중 63명(32.9 %)은 직접 흡연을 하는 것으로 사료되며, 106명(55.5 %)은 직·간접흡연을 하는 것으로 사료된다.

외국에서 연구한 요중 코티닌 농도의 참고치를 보면, Jarvis 등(1984)은 46명의 완전한 비흡연자의 요중 코티닌이 1.5 µg/l, 간접흡연군 7.7 µg/l, 흡연군 1,390 µg/l 라 하였고 Thomson 등(1990)도 85명 성인 남자 비흡연자에서 19.7 µg/l, 9명의 흡연자에서 2,050 µg/l 라 하였으며, Cumming 등(1990)에 의하면 4일 이상 노출이 없는 경우는 6.2 µg/l, 지난 4일간 2-4회 노출된 경우 7.8 µg/l, 3-5회 노출된 경우 9.8 µg/l, 6회 이상인 경우는 12.5 µg/l 를 보였고, Michael 등(1988)은 비흡연군에서 6.0 µg/l, 간접흡연군에서 9.2 µg/l, 하루 10개피 미만자에서 646.8 µg/l, 10개피 이상자에서 1100.7µg/l 으로 보고하였다. 영유아를 대상으로 한 연구(Dwyer et al., 1999)에서는 아기가 있는 방에서 흡연을 하지 않는 경우 아기의 요중 코티닌은 2.36µg/l, 아기가 있는 방에서 흡연을 하는 경우 3.07µg/l 였다. 본 연구대상인 남녀 청소년의 요중 코티닌이 이들의 결과보다 높은 것으로 나타나 직·간접흡연의 영향이 심각한 것을 나타냈다.

특히, 요중 코티닌 농도가 높은 군은 농도가 낮거나 중등도인 군에 비해 넓은 분포를 하였는데, 이는 개개인의 흡연습관에 따라 담배 한 개피당 흡수되는 니코틴의 양이 0.3-3.0 mg(Benowitz 1996; Benowitz and Jacob 1984)로 광범위하기 때문으로 사료되며, 고, 남녀 학생의 차이는 없었으나 설문지로 조사된

흡연율과 요중 코티닌농도를 비교해도 남학생이 여학생보다 많은 직·간접흡연에 노출되고 있었다.

카드뮴은 연령 및 흡연력과 함께 증가하며, 혈중 카드뮴은 최근 노출을 반영하는 것으로 0.05-0.3 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 분포를 갖으며(Shaikh et al, 1987). 카드뮴의 노출은 주로 음식물(곡류, 시리얼, 기타 채소), 폐기물이나 비료, 오염된 물을 통해 흡수되며 대개 일일 3 $\mu\text{g}/\text{day}$ 가 흡수되며 이는 신장내 임계농도보다 10 배 낮은 농도로 알려져 있다. 통상 도시지역 음용수 중에는 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 미만(1 ppb)의 카드뮴이 포함되어 있고 광산이나 공업지역의 폐기물이 있는 경우는 더 높다. 산성비에 의해 납과 함께 쉽게 토양으로 흡수된다. 대개 이런 정도의 농도로는 중독이 어렵지만 낮은 농도라도 체내 축적을 일으킬 수는 있다. 성인 남성을 대상으로 한 연구에서 혈중 카드뮴 농도로 흡연자는 0.49 - 13.33 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 비흡연자는 0.19 - 1.49 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 분포로 나타났으며 중앙치로는 흡연자가 0.85, 비흡연자가 0.46 이었다(Sponmenka et al, 1997).

본 연구에서는 혈중 카드뮴은 상기 연구들에 비해 상당히 낮아서 0.057 - 0.070 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이었고 여학생의 경우는 비흡연군이 흡연군보다 높은 카드뮴농도를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 요중 코티닌과 혈중 카드뮴은 직·간접흡연의 생물학적 노출지표로서 흡연량이 많을수록 혈중 카드뮴과 요중 코티닌이 높았다(Shaham et al, 1996)는 보고가 있으나, 본 연구에서는 요중 코티닌 농도가 상대적으로 낮고 비흡연군이 다소 높은 카드뮴농도치를 보이는 여학생 군에서 흡연량과 혈중 카드뮴이 상관관계를 보여서, 성별에 따라 혹은 노출량에 따라 생물학적 지표의 양상이 다른 것인지, 환경노출로 인한 차이 때문에 다르게 나타난 것인지를 밝히기 위한 연구가 계속 필요하겠다.

본 연구결과, 요중 코티닌 농도를 통하여 본 청소년의 직·간접 흡연량은 타국의 여러 인구집단과 비교할 때, 심각한 상태라고 판단된다. 특히, 담배를 구하는 경로로 본인이 직접 구매하거나 친구를 통해 얻는 경우가 80%를 초과하는 것으로 나타나서 관련 연구자들과, 자발적인 기관, 국가 및 정부정책 등의 포괄적인 접근(CDC, 1994)을 통하여 청소년에게 담배를 팔지도 않고 청소년들 스스로가 담배를 피우지

않는 금연프로그램의 실제적인 정착을 위한 보다 적극적인 노력이 필요할 것으로 사료된다.

VI. 결론

본 연구는 일부 청소년들의 흡연율을 파악하고, 혈중 카드뮴 및 요중 코티닌 농도와 상관관계를 알아보고자 대전 인근 중, 고등학교 193명을 대상으로 설문지 작성 및 혈액, 요 체취를 하여 분석하였다.

혈중 카드뮴은 원자흡광광도계로, 요중 코티닌은 고속액체크로마토그래피를 이용하여 분석하였으며 다음과 같은 연구 결과를 얻었다.

1. 대상자의 평균 연령은 15.9세, 전체 흡연율은 24.6% 이었으며, 이들 중 남학생의 흡연율은 36.2%, 여학생은 6.7%로 나타났다.

2. 요중 코티닌 농도에서 50 $\mu\text{g}/\text{l}$ 미만인 저농도 군에서 흡연자는 12.9%, 50 - 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 인 중등도인 군에서 흡연자는 27.9 %, 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이상인 고농도인 군에서는 38.1 %가 흡연학생으로 요중 코티닌 농도가 높아짐에 따라 흡연자의 비율이 증가하였다.

3. 월평균 흡연량으로 남학생은 17.5개피, 여학생은 1.53개피였으며 남학생이 유의하게 높게 나타났다.

4. 요중 코티닌 농도는 남학생이 135.57 $\mu\text{g}/\text{l}$, 여학생이 116.59 $\mu\text{g}/\text{l}$ 였으며 분포가 광범위하여, 통계적으로는 유의하지 않았다. 요중 코티닌 농도가 높은 군은 요중 코티닌 농도가 낮거나 중등도인 군에 비해 넓은 분포를 하였으며, 남녀 학생의 차이는 없었다

5. 혈중 카드뮴은 농도는 남학생은 0.0572 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 여학생은 0.0693 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 유의한 차이를 보였으며, 여학생은 전반적으로 높게 나타났다.

6. 남학생의 경우 흡연량은 요중 코티닌 농도 및 혈중 카드뮴 농도와 유의한 상관관계를 보였으며 여학생의 경우 혈중 카드뮴과 유의한 상관관계를 보였고, 요중 코티닌 농도와 혈중 카드뮴 농도사이에는 차이가 없었다.

이상과 같이 본 연구 결과 청소년의 직접, 간접흡연이 심각한 상태이며, 흡연량이 증가할수록 혈중 카드뮴에 영향을 미친다고 볼 수 있으므로 청소년을 위한 금연 예방프로그램이 활성화되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 한국금연운동협의회 알고 계십니까? 청소년흡연의 심각성을. 1-15, 1998
2. 한국금연운동협의회: 청소년의 흡연. [http:// myhome.sinbiro.com/~red72/청소년의 흡연. htm](http://myhome.sinbiro.com/~red72/청소년의_흡연.htm), 2000. 5. 12
3. Benowitz NL : Cotinine as a biomarker of environmental tobacco smoke exposure. *Epidemiologic reviews* 19(2), 188-204, 1996
4. Benowitz NL, Jacob P III : Daily intake of nicotine during cigarette smoking. *Clin Pharmacol Ther* 35, 499-504, 1984
5. Brownson RC, Eriksen MP, Davis RM, Warner KE : Environmental tobacco smoke:health effect and policies to reduce exposure,. *Annu Rev Public Health* 18, 163-85, 1997
6. Center for Disease Control and Prevention : Guidelines for School Health Programs to Prevent Tobacco. Use and Addiction *MMWR* 43(RR-2), 1-18, 02/25/94
7. Cummings KM, Markello SJ, Mahoney M : Measurement of current exposure to environmental tobacco smoke. *Arch Environ Health* 45, 74-79, 1990
8. Cummings KM, Markello SJ, Mahoney M : Measurement of current exposure to environmental tobacco smoke. *Arch Environ Health* 45, 74-9, 1990
9. Dwyer T, Ponsonby A-L, Couper D : Tobacco smoke exposure at one month of age and subsequent risk of SIDS-a prospective study, *Am J Epidemiol* 149(7), 593-602, 1999
10. Elinder CG, Kjellstrom T, Lind B, Linman L, Piscator M, Sundstedt K : Cadmium exposure from smoking cigarettes. *Environmental Reserch* 32(1), 220-227, 1983
11. Etzel RA : A review of the use of saliva cotinine as a marker of tobacco smoke exposure: In Benowitz NL, Jacob P III, Denaro C. Stable isotope studies of nicotine kinetics and bioavailability. *Clin Pharmacol Ther* 1991, 49: 270-7, 1991
12. Haley NJ, Sepkovic DW, Hoffmann D : Elimination of cotinine from body fluids: disposition in smokers and nonsmokers, *Am J Public Health* 79, 1046-1048, 1989
13. Hariharan M, VanNoord T: Liquid chromatographic determination of nicotine and cotinine in urine from passive smokers :Comparison with gas chromatography with a nitrogen-specific detector, *CLIN CHEM* 37, 1276-1280, 1991
14. Jarvis M, Tunstall-Pedoe H, Feyerabend C : Biochemical markers of smoke absorption and self-reported exposure to passive smoking, *J Epidemiol Community Health* 38, 335-9 , 1984
15. Jarvis MJ, Tunstall-Pedow H, Feyerabend C, Vesey C, Saloojee Y: Comparison of tests used to distinguish smokers form nonsmokers, *Am J Public Health* 77, 1435-1438, 1988
16. Michael A, Wall MD, Jean J, Jacob P, Benowitz N : Cotinine in the serum, saliva and urine of nonsmokers, passive smokers and active smokers. *Am J Public Health*, 78(6), 699-701, 1988
17. Shaham J, Meltzer A, Ashkenazi R, Ribak J :Biological monitoring of exposure to cadmium, a human carcinogen as a result of active and passive smoking, *J Occup Environ Med* 38(12), 1220-7, 1996
18. Shaikh AZ, Tohyama C, Nolan CV : Occupational exposure to cadmium: effect on metlothionein and other biological indices of exposure and renal function, *Arch Toxicol* 59, 360-4, 1987
19. Sponmenka T, Jasna J, Alica P, Peter C : Cadium in the blood and seminal fluid of nonoccupationally exposed adult male subjecets with regard to smoking habits, *Intetnational Archeves of Occupational and Environmental Health* 243-248, 1997
20. Stellman JM : *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, Vol 2 4th Ed. ILO Geneva, 1998
21. Thomson SG, Stone R, Nanchahal K, Wald NJ : Relation of urinary cotinine concent- ration to cigarette smoking and to expo- sure to other people's smoke, *Thorax* 45, 356-61, 1990
22. United State Environmental Protection Agency(US EPA) *Respiratory health effe- cts of passive smoking: Lung cancer and other disorders*, Publication EPA/600/690/ 006F. Washington DC, United States Envi- ronmental Protection Agency, December 1992
23. Wallace RB : *Maxcy-Rosenau-Last Public Health & Preventive Medicine*. 14th Ed. Prentice-Hall International Inc, USA, 1998
24. WHO : *Leave the pack behind. World No-Tobacco, Day-31 May 1999*