

# 납 및 카드뮴의 노출과 치아우식증 발생요인과의 관련성

원영순 · 권호장<sup>1</sup> · 노상철<sup>2</sup> · 채유미<sup>2</sup> · 김영수<sup>3</sup> · 배광학<sup>4</sup>

벽성대학 치위생과 · <sup>1</sup>단국대학교 의과대학 예방의학교실 · <sup>2</sup>단국대학교 의과대학 산업의학교실 ·  
<sup>3</sup>고려대학교의료원 구로병원 임상예방치과 · <sup>4</sup>서울대학교 치의학대학원

## The exposure of lead and cadmium and the dental caries

Young-Soon Won · Ho-Jang Kwon<sup>1</sup> · Sang-Chul Rho<sup>2</sup> ·  
Yoo-Mi Chae<sup>2</sup> · Young-Soo Kim<sup>3</sup> · Kwang-Hak Bae<sup>4</sup>

*Dept. of Dental Hygiene, Byuksung College*

<sup>1</sup>*Dept. of Preventive and Medicine and Public Health, College of Medicine, Dankook University*

<sup>2</sup>*Dept. of Occupational and Environmental Medicine, College of Medicine, Dankook University*

<sup>3</sup>*Dept. of Preventive Dentistry, Guro Medical Center, Korea University*

<sup>4</sup>*Dept. of Preventive and Public Health Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University*

---

### ABSTRACT

**Objectives** : The purpose of this study is to evaluate the appearance of having relationship between the exposure to lead and cadmium and the dental caries targeting adults in the Republic of Korea.

**Methods** : The study was designed as a cross-sectional study, using the data of the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. The subjects as 1,966 people, who were confirmed the appearance of dental caries among 1,991 people of having been offered the heavy-metal concentration in blood. Statistical analysis was conducted using SPSS 19.0, according to complex sampling design.

**Results** : As a result of multi-variate analysis on factors of dental caries, in Model I without correction, the gender, age, educational level, appearance of lifelong smoking, daily toothbrushing frequency, appearance of using dental floss, and subjective oral health status were recognized as important factors. In Model II with correction of gender and age, the educational level, daily toothbrushing frequency, and subjective oral health status were recognized as statistically significant factors. In Model III with correction of all factors, the gender, age, educational level, appearance of using dental floss, and subjective oral health status were functioning as statistically significant factors. As a result of statistically analyzing relationship between the exposure to lead and cadmium and the dental caries targeting adults, it was analyzed that there is no significant correlation. However, in case of lead, the tendency of being grown the

cross ratio of dental caries could be examined in model I, which didn't correct disturbance factor, model II, which corrected gender and age, and model III, which corrected all variables of disturbance factor.

**Conclusions** : The exposure to lead and cadmium was indicated to have no relationship with adults' dental caries. However, a continuous research of relationship was considered to be necessary by using Korea National Health and Nutrition Examination Survey, which is surveyed in the future.(J Korean Soc Dent Hyg 2012;12(4):695-705)

**Key words** : cadmium, dental caries, heavy metal, lead

**색인** : 납, 중금속, 치아우식증, 카드뮴

## 1. 서론

산업이 발달함에 따라 환경오염과 더불어 식품을 통한 중금속 오염 위험도가 증가되고 있고, 인체에 피해를 주는 중금속은 대부분이 오염된 물이나 토양, 대기에서 식품에 오염되기도 하며, 식품 원료의 수확, 저장, 제조 및 가공, 조리과 포장단계 중에서도 오염되기도 한다<sup>1)</sup>. 이러한 중금속은 지구상에 잠재적 위험요소를 가지고 있어 인간의 건강에 큰 위협을 주며, 낮은 수준이라도 지속적으로 노출되면 생체 내 축적과 인간의 건강장애를 초래하므로 최근 중금속 노출에 대한 관심이 증대되고 있다. 특히 납 및 카드뮴은 일상 환경에 흔히 존재하는 중금속으로 직업 및 환경적으로 우리의 인체에 유입되어 건강에 악영향을 초래하는 것으로 알려져 있다.

치아우식증은 다빈도 상병의 상위를 차지하는 구강질환으로 우리나라 국민의 구강건강을 파괴시키는 가장 대표적인 구강질환이다<sup>2)</sup>.

납은 직업적 노출과 상관없이도 평생동안 80mg이 누적될 수 있으며, 이는 주로 뼈에 축적된다<sup>3)</sup>. 또한 치아에도 납이 침착되는데, 일반적으로 다른 뼈보다 더 많은 양이 존재한다<sup>4)</sup>. 납은 골세포와 골기질 합성에 직접적으로 영향을 주는 칼슘 대사를 방해함으로써 골대사에 영향을 준다<sup>5)</sup>. 스페인에서 실시한 2개의 횡단면적인 연구 결과, 납이 치아우식에 위험 요소라고 발표한 바 있다<sup>6,7)</sup>. 카드뮴의 비직업적 노출은 주로 카드뮴이 함유된 식품물의 섭취에 의하며, 흡연 혹은 오염된 토양이나 먼지의 흡입으로 만성적으로 노출될 수 있다<sup>8)</sup>. 카드뮴은 신장에 오랫동안 남아 있기 때문에 건강에 위협이 되며, 최근 조사에 따르면 비교적 소량에 노출되어도 골격에 영향을 미칠 수 있다고 한다<sup>9)</sup>. 카드뮴과 치아우식증의 상관관계

에 대한 연구는 카드뮴에 노출된 어린쥐에서 입증된 바 있으며, 카드뮴의 투여는 쥐의 침샘 기능을 방해한다고 하였다<sup>10)</sup>.

이렇듯 최근 역학조사에서 납과 카드뮴이 치아우식증과 관련성이 있음을 제안하고 있지만, 유치에 국한된 연구들이다. 영구치의 경우는 관련성이 없는 것으로 보고된 바 있지만 이러한 관련성 연구가 매우 부족한 실정으로 이에 대해 아직 확정적인 결론을 내릴 수는 없는 상황이라 생각된다. 또한 중금속과 구강건강과의 관련성 연구 역시 부족한 실정으로 이의 관련성을 제시하는 역학적 연구가 필요한 시점이라 생각되며, 이에 본 연구의 저자들은 납 및 카드뮴이 영구치열에도 영향을 미칠 수 있다는 것을 배제할 수 없다고 사료되어 전국 표본 집단을 대상으로 실시된 국민건강영양조사 4기 3차년도(2009)원시자료를 이용하여 납과 카드뮴의 체내 노출 수준에 따른 치아우식증과의 관련성을 보고자 한다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1. 연구대상

본 연구는 순환표본조사 방법을 도입한 제4기 3차년도(2009)도에 실시된 국민건강영양조사 원시자료를 이용하였다. 제4기 3차년도 전체 조사대상자는 12,722명이었으며, 건강설문조사, 검진조사, 영양조사 중 1개 이상 참여자는 10,533명(82.8%)였다<sup>11)</sup>. 본 연구의 대상자는 전체 대상자 10,533명 중 만 20세 이상 이상의 성인에서 혈중 납과 카드뮴 노출 수준이 측정된 1,991명으로 남자가 996명, 여자가 995명이었다. 혈중 납 및 카드뮴

Table 1. Exposure of Lead and Cadmium

	N	Mean±SD	Median	Min.	Max.	50 <sup>th</sup>	90 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>
<b>Lead</b>								
total	1,991	2,5318±1,39170	2,3050	.51	24.53	2,3050	3,8850	4,4960
male	996	2,8947±1,20393	2,6740	.71	14.32	2,6740	4,3270	4,8790
female	995	2,1760±1,46937	1,9590	.51	24.53	1,9590	3,2440	3,7760
<b>Cadmium</b>								
total	1,991	1,1321±.70630	0,9940	.02	6.31	0,9940	1,9550	2,3780
male	996	1,0567±.68711	.9060	.02	6.04	.9060	1,8360	2,2020
female	995	1,2060±.71697	1,0770	.02	6.31	1,0770	2,0010	2,5230

Table 2. Experience of Dental caries

	N	%
<b>Dental caries</b>		
Not experienced	190	10.4
Experienced	1,776	89.6
total	1,966	100.0

의 노출량이 제공된 1,991명 중에서 치아우식증의 경험 여부가 확인된 1,966명을 최종분석 대상자로 하였다. 그러나 연구결과에서 총 빈도수가 일치하지 않은 것은 응답하지 않은 결측치에 의한 것이다.

## 2.2. 변수선정

### 2.2.1. 납 및 카드뮴

납 및 카드뮴의 중금속 검사는 국민건강영양조사 제4기의 대상자 중에서 임상검사에 동의한 자를 대상으로 수행되었다. 본 연구에서는 혈액에서 채취된 납 및 카드뮴 측정결과의 값을 이용하였으며, 노출 수준을 납 및 카드뮴의 중앙값을 기준으로 중앙값 미만의 그룹과 이상의 그룹으로 분류하여 분석하였다(Table 1).

### 2.2.2. 치아우식증

본 연구의 치아우식증은 구강검사자료 중 영구치우식 경험자 여부를 이용하였다. 영구치우식경험자 여부는 우식경험영구치 수가 0인 경우와 우식경험영구치 수가 1개 이상인 경우로 분류되어 있어, 본 연구에서는 0인 경우를 치아우식증 비경험자로 우식경험영구치의 수가 1개 이상인 경우를 치아우식증으로 정의하여 분석에 이용하였다(Table 2). 이는 Arora 등<sup>10)</sup>, 이<sup>12)</sup>와 천<sup>13)</sup>의 문헌을

검토하여 정의하였다.

## 2.3. 자료분석 방법

본 연구는 국민건강영양조사 제4기 자료로 SPSS Window Program 19.0 version(IBM, United States)을 이용하여 복합표본설계에 따라 계획파일을 작성하고 분석시 복합표본 분석 기능을 이용하여 분석하였다. 연구대상자들의 납 및 카드뮴의 노출과 치아우식증을 파악하기 위해 빈도분석을 시행하여 빈도와 백분율을 구하였다. 인구사회학적 특성 및 구강건강행태에 따른 치아우식경험여부의 비교와 치아우식경험여부에 따른 납 및 카드뮴의 노출 수준의 차이는 통계적 유의성 검증을 위해 Chi-square test를 실시하였다. 납 및 카드뮴과 치아우식경험여부의 관련성을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석을 시행하여 교차비(odds ratio : OR)와 신뢰구간을 구하였다. 분석에 사용된 독립변수들은 단변량 분석에서 유의한 차이를 보였던 변수들을 모두 포함하였다. 치아우식경험여부에 미치는 영향을 살펴보기 위해 모델 I, 모델 II, 모델 III를 이용하였다. 모델 I은 변수들을 보정 전의 결과이며, 모델 II는 성별과 연령을 보정하였으며, 모델 III는 전체 변수를 모두 보정하여 교란요인을 고려하였다.

Table 3. Demographics and Socioeconomic Status and Dental Caries

unit : N(%)

Variables †	N	Dental caries	P-value*
<b>Gender</b>			.000
Male	981	846(85.7)	
Female	985	930(94.5)	
<b>Age</b>			.020
20-39	784	693(88.0)	
40-59	783	707(89.9)	
≥60	399	376(94.7)	
<b>Education level</b>			.008
≤Middle school	639	585(90.7)	
High school	736	645(86.8)	
≥University or College	580	536(92.2)	
<b>Income level</b>			.675
Lower	506	454(88.7)	
Middle	967	872(89.4)	
High	477	435(90.7)	
<b>Occupation</b>			.712
Managers, experts, relevant workers	257	233(89.5)	
Clerks	178	160(90.8)	
Service & sales workers	270	246(92.1)	
Skilled workers in agriculture, forestry and fishery	113	101(87.5)	
Technicians, workers of device-machine manipulation and assembly	226	197(87.1)	
Simple labor workers	177	159(88.3)	
Jobless(Housewife, students, etc.)	730	666(89.6)	
<b>Appearance of smoking for the whole life</b>			.000
<5 pack	61	53(88.7)	
≥5 pack	835	725(85.7)	
Non smoker	1,059	988(93.2)	

\*by chi-square test

†Numbers may not sum to total due to missing information

### 3. 연구성적

#### 3.1. 인구사회학적 특성 및 구강건강행태에 따른 치아우식증

##### 3.1.1. 인구사회학적 특성에 따른 치아우식증

연구대상자의 성별에서 여자가 94.5%, 남자가 85.7%으로 연구대상자 중 여자가 더 많은 분포를 보였으며, 이는 통계적으로 유의한 차이( $p=.000$ )를 보였다(Table 3). 연령의 경우 연령이 증가할수록 치아우식경험여부가

더 높았으며, 이 역시 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p=.020$ ). 교육수준에서는 대졸 이상이 92.2%로 치아우식증의 경험율이 높았고, 중졸 이하 90.7%, 고졸 86.8%의 순서를 나타냈으며, 집단 간의 통계적인 유의한 차이( $p=.008$ )를 보였다. 평생흡연여부의 경우 흡연한 경험이 없는 연구대상자 중 93.2%가 가장 많은 비율을 차지하였고, 5갑 미만 흡연자는 88.7%, 5갑 이상 흡연자는 85.7%의 순으로, 3개의 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 인정되었다( $p=.000$ ).

Table 4. Oral Health Behaviors and Dental Caries

unit : N(%)

Variables <sup>†</sup>	N	Dental caries	P-value*
<b>The frequency of daily tooth brushing</b>			.044
≤1	226	209(92.5)	
2	779	686(87.0)	
≥3	959	878(91.0)	
<b>Dental floss</b>			.020
Yes	272	256(94.1)	
No	1,691	1,517(88.8)	
<b>Dental exam</b>			.005
Yes	507	473(93.2)	
No	1,453	1,297(88.2)	
<b>Perceived oral health status</b>			.000
Healthy	224	181(81.2)	
Neutral	793	700(87.1)	
Unhealthy	944	890(93.7)	

\*p-value by chi-square test

†Numbers may not sum to total due to missing information

Table 5. Lead and Cadmium with Dental Caries

unit : N(%)

	Lead			Cadmium		
	<median <sup>†</sup>	≥median <sup>†</sup>	P-value*	<median <sup>†</sup>	≥median <sup>†</sup>	P-value*
Dental caries			.207			.445
Not experienced	86(45.4)	104(55.2)		99(56.8)	91(43.2)	
Experienced	892(50.8)	884(49.2)		870(53.5)	906(46.5)	

\*chi-square test

†median - 2,3050µg/dL

†median - 0,9940µg/L

### 3.1.2. 치아우식증과 구강건강행태

구강건강행태에 대한 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 하루 칫솔질 횟수와 치아우식경험여부와 교차분석 결과, 하루 칫솔질 횟수가 1회 미만인 경우가 92.5%, 3회 이상 91.0%, 2회 87.0%의 순서를 보였으며, 이들 간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=.044). 또한 치실사용 여부와 구강검진에 따른 치아우식경험여부의 교차 분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 인정되었으며(p=.020), (p=.005), 연구대상자들의 주관적 구강건강상태와 치아우식경험여부와 교차분석 결과, 통계적으로 유의한 차이가 인정되었다(p=.000).

### 3.2. 납 및 카드뮴 노출 수준과 치아우식증과의 차이

납과 카드뮴의 노출 수준에 따른 치아우식경험여부와 차이를 분석한 결과는 <Table 5>와 같다. 납 및 카드뮴의 노출 수준을 중앙값을 기준으로 살펴보았을 때, 통계적으로 차이가 인정되지 않았다(p=.207). 카드뮴 역시 통계적인 차이가 인정되지 않았다(p=.445).

### 3.3. 치아우식증에 영향을 미치는 요인에 대한 분석

치아우식증에 영향을 미치는 요인들을 분석한 결과는 <Table 6>과 같다. 모델 I의 분석결과, 성별의 경우

Table 6. Factors of having influence upon dental caries(Based on the central value of lead and cadmium)

Variables category	model I *				model II *				model III *						
	$\beta$	P -value	Exp ( $\beta$ )	95%C.I. for Exp ( $\beta$ )		$\beta$	P -value	Exp ( $\beta$ )	95%C.I. for Exp ( $\beta$ )		$\beta$	P -value	Exp ( $\beta$ )	95%C.I. for Exp ( $\beta$ )	
				Lower	Upper				Lower	Upper				Lower	Upper
Gender															
male	Reference														
female	1,063	0,000	2,894	2,005	4,178						0,955	0,000	2,599	1,611	4,194
Age															
20-39	Reference														
40-59	0,891	0,000	2,438	1,420	4,187						1,313	0,008	3,718	1,621	8,524
$\geq 60$	0,705		2,023	1,224	3,343						0,937		2,553	1,345	4,848
Education level															
$\leq$ Middle school	0,195	0,013	1,216	0,771	1,917	0,758	0,006	2,134	1,222	3,729	0,910	0,019	2,484	1,253	4,922
High school	0,589		1,802	1,192	2,724	0,609		1,838	1,215	2,780	0,677		1,969	1,173	3,306
$\geq$ University or College	Reference														
Occupation															
Managers, experts, relevant workers	Reference														
Clerks	0,008	0,760	1,008	0,577	1,763	-0,436	0,223	0,647	0,361	1,159	0,024	0,639	1,024	0,513	2,046
Service & sales workers	-0,139		0,871	0,489	1,550	-0,656		0,519	0,275	0,977	-0,328		0,720	0,354	1,465
Skilled workers in agriculture, forestry and fishery	-0,300		0,741	0,443	1,240	-0,621		0,538	0,306	0,945	-0,518		0,596	0,333	1,033
Technicians, workers of device-machine manipulation and assembly	0,206		1,228	0,626	2,411	0,050		1,051	0,529	2,089	-0,017		0,983	0,508	1,900
Simple labor workers	0,236		1,266	0,768	2,088	-0,368		0,692	0,403	1,189	-0,365		0,694	0,389	1,238
Jobless(Housewife, students, etc.)	0,132		1,141	0,604	2,155	-0,064		0,938	0,485	1,813	-0,089		0,915	0,476	1,759
Medical history															
Not experienced	Reference														
experienced	0,142	0,543	1,153	0,727	1,827	-0,201	0,443	0,818	0,489	1,369	-0,136	0,610	1,000	0,515	1,478
Appearance of smoking for the whole life															
$< 5$ pack	0,556	0,000	1,744	0,768	3,962	0,201	0,419	1,222	0,529	2,826	0,287	0,143	1,332	0,556	3,193
$\geq 5$ pack	0,825		2,281	1,582	3,291	0,269		1,336	0,863	2,069	0,455		1,576	1,000	2,486
Non smoker	Reference														
The frequency of daily tooth brushing															
$\leq 1$	-0,197	0,046	0,822	0,417	1,619	-0,289	0,048	0,749	0,377	1,487	-0,545	0,042	0,580	0,271	1,241
2	0,410		1,507	1,032	2,201	0,383		1,467	1,009	2,133	0,319		1,375	0,931	2,031
$\geq 3$	Reference														
Dental floss															
Yes	Reference														
No	0,699	0,022	2,012	1,107	3,656	0,595	0,060	1,814	0,974	3,376	0,634	0,049	1,885	1,002	3,547
Perceived oral health status															
Healthy	Reference														
Neutral	1,229	0,000	3,419	2,269	5,152	1,265	0,000	3,544	2,365	5,311	1,457	0,000	4,294	2,836	6,501
Unhealthy	0,786		2,194	1,550	3,107	0,841		2,320	1,641	3,278	0,889		2,432	1,690	3,500
Pb <sup>†</sup>															
$<$ median	Reference														
$\geq$ median	-0,238	0,207	0,788	0,543	1,143	-0,014	0,948	0,986	0,652	1,492	0,106	0,635	1,112	0,715	1,729
Cd <sup>†</sup>															
$<$ median	Reference														
$\geq$ median	0,132	0,445	1,141	0,812	1,603	-0,113	0,542	0,893	0,621	1,285	-0,056	0,779	0,945	0,637	1,403

\* model I : Unadjusted, model II : Adjusted by gender and age, model III : Fully adjusted

<sup>†</sup>Pb : median - 2,3050 $\mu$ g/dL, Cd : median - 0,9940 $\mu$ g/L

<sup>†</sup>Odds Ratio(95% Confidence Interval)

남자보다 여자가 1.06배(95% CI:2.01-4.18), 연령의 경우 20-39세보다 40-59세일 경우 2.44배(95% CI:1.42-4.19), 60세 이상일 경우에서 2.02배(95% CI:1.22-3.34)의 치아우식경험여부의 위험도가 높았다. 교육수준의 경우 대졸 이상보다 고졸의 경우가 1.80배(95% CI:1.19-2.72), 흡연에서는 평생동안 흡연을 하지 않는 집단보다 평생동안 5갑 이상 흡연하고 있는 집단에서 2.28배(95% CI:1.58-3.29), 하루 칫솔질 횟수에서 3회 이상인 경우보다 2회인 경우가 1.51배(95% CI:1.03-2.20)의 위험도를 보였다. 치실을 사용하는 집단보다 사용하지 않는 집단의 경우 2.01배(95% CI:1.11-3.66) 가량 위험도가 높았다. 주관적인 구강건강이 좋다고 인지하고 있는 집단보다 보통인 경우가 3.42배(95% CI:2.27-5.15), 나쁘다고 인지하는 집단이 2.19배(95% CI:1.55-3.11)의 높은 위험도를 보였다. 모델 II의 분석결과, 교육수준의 경우 대졸 이상보다 중졸 이하인 경우가 2.13배(95% CI:1.22-3.73), 고졸인 경우가 1.84배(95% CI:1.22-2.78)의 위험도를 보였다. 하루 칫솔질 횟수에서 3회 이상인 경우보다 2회인 경우가 1.47배(95% CI:1.01-2.13)의 위험도를 보였다. 주관적인 구강건강상태가 좋다고 인지하고 있는 집단보다 보통인 경우가 3.54배(95% CI:2.37-5.31), 나쁘다고 인지하는 집단이 2.32배(95% CI:1.64-3.28)가량 치아우식경험여부의 높은 위험도를 보였다. 모델 III의 분석결과, 성별의 경우 남자보다 여자에서 2.60배(95% CI:1.61-4.19), 연령에서는 20-39세보다 40-59세일 경우 3.72배(95% CI:1.62-8.52), 60세 이상에서 2.55배(95% CI:1.35-4.85)정도 위험도가 높은 것으로 나타났다. 교육수준에서는 대졸 이상보다 중졸 이하의 경우 2.49배(95% CI:1.25-4.92), 고졸의 경우 1.97배(95% CI:1.17-3.31) 정도의 위험도를 보였다. 치실을 사용하는 집단보다 사용하지 않는 집단의 경우 1.89배(95% CI:1.00-3.55) 가량 위험도가 높았다. 주관적인 구강건강상태가 좋다고 인지하고 있는 집단보다 보통인 경우가 4.30배(95% CI:2.84-6.50), 나쁘다고 인지하는 집단이 2.43배(95% CI:1.69-3.50)의 높은 위험도를 보였다.

## 4. 총괄 및 고안

본 연구는 전국을 대표할 수 있는 표본을 추출하여 사전에 교육 및 훈련된 조사자에 의해 조사가 수행되어, 대표성뿐 아니라 신뢰성이 확보된 국민건강영양조사 자료를 이용하여 구강건강에 영향을 미치는 변수들을 포괄적으로 조사하였다. 이에 본 연구에 사용된 자료는 본 연구의 목적에 잘 부합하였다고 사료된다.

납 노출에 대한 생체 지표로서 전혈 중 납이 현재 보편적으로 사용되고 있다. 납은 다른 체내 물질에 비해 비교적 빠르게 혈액으로부터 제거되기 때문에 체내에 축적된 납의 총량을 반영하지 못하며, 최근에 흡수한 양을 나타낸다. 마찬가지로 카드뮴의 경우도 만성적인 노출에서는 소변중 카드뮴 농도가 중요한 반면, 혈중 카드뮴의 농도는 최근 노출을 반영하고 있다. 그러므로 이런 물질의 혈중 농도는 과거 혹은 누적된 노출 수준을 반영하는데 있어 한계점을 갖지만, 이는 간접적이기는 하지만 건강영향 관리측면에서 큰 의미가 있다<sup>3)</sup>. 본 연구를 진행하는 현재 시점에서는 자료가 불충분하여, 혈중 납 및 카드뮴의 노출 수준의 자료를 이용하였으며, 앞서 제시한 이유로 납 및 카드뮴의 노출 수준을 과소평가 혹은 과대평가의 가능성을 배제할 수 없는 제한점이 있다. 이러한 제한점을 보완하기 위한 추가적인 연구가 이루어진다면 체내 납의 95%가량이 뼈에 존재하는 이유로<sup>3)</sup>, 뼈의 납 노출 수준이 납 노출 지표로 사용될 수 있을 것이라 생각된다. 또한 카드뮴의 경우는, 뇨중 카드뮴 노출 수준을 이용하여 만성적인 노출을 반영하는 자료를 이용한 검토가 필요하다고 사료된다.

성별과 연령은 구강조직의 형성과 발달의 전 과정에 관여하여 개인의 구강건강상태는 연령에 의해 매우 큰 영향을 받으므로 역학적 연구에서 기본적으로 보정되어야 하는 변수이다<sup>14)</sup>. 그러므로 본 연구에서는 성별과 연령뿐만 아니라 인구사회학적 특성, 흡연의 유무, 질병력, 구강건강행태 등의 요인을 포함하여 다양한 잠재적 교란 요인들을 고려하였다.

여러 가지 제한점에도 불구하고 이 연구는 국가를 대표할 수 있는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 우리나라 성인의 납 및 카드뮴 노출 수준과 치아우식증과의 관

련성을 확인한 의미 있는 자료라고 사료된다. 뿐만 아니라 중금속과 치아우식증과의 관련성에 대해 국내에서 발표되는 희귀한 연구라는 점에서 큰 의의가 있다고 판단되며, 중금속과 구강건강과의 관련성에 대해 독자들이 관심을 가질 수 있는 계기가 될 것이라 생각한다. 아울러, 본 연구는 향후 중금속과 구강건강과 관련된 연구의 비교자료로 활용될 수 있을 것이며, 관련 연구를 계획할 때 보다 잘 고안된 연구를 시행할 수 있는 근거자료가 될 수 있을 것이라 생각된다.

2005년 환경부 조사<sup>15)</sup>에서는 우리나라의 일반 성인을 대상으로 측정한 전국 수준의 납 조사 결과, 국민들의 혈중 납 평균 수준은 2.66 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 나타났으며, 남자는 3.06 $\mu\text{g}/\text{dL}$ , 여자는 2.31 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 나타났다고 보고하였다. 또한 직업적으로 납에 노출되지 않은 인구집단을 대상으로 보고된 기존의 여러 연구 결과<sup>16-18)</sup>는 본 연구의 결과보다 높은 것으로 나타났다. 이는 1986년 무연 휘발유 사용과 기타 관련규제 등의 강화로 혈중 납 노출 수준은 점차 감소하는 추세이며, 특히 이러한 추세는 1990년대 이후로 뚜렷하게 나타나고 있다는 것<sup>19)</sup>과 관련이 있다고 사료된다. 본 연구의 카드뮴 평균 노출 수준은 1.13 $\mu\text{g}/\text{L}$ 이었으며, 남자 1.06 $\mu\text{g}/\text{L}$ , 여자 1.21 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 여자가 남자보다 더 높은 노출 수준을 보였다. 2005년 실시한 국민 혈중의 중금속 농도 조사 결과<sup>15)</sup>, 혈중 카드뮴 평균 수준은 1.52 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 나타났으며, 남자 1.55 $\mu\text{g}/\text{L}$ , 여자 1.48 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 남자가 더 높았다고 보고하였다. 본 연구 결과가 전체적으로는 더 낮은 수준이었으나, 여자가 남자보다 카드뮴 노출 수준이 높았던 결과에서 차이를 보였다. 하지만 노<sup>17)</sup>의 연구결과에서 남자 1.3 $\mu\text{g}/\text{L}$ , 여자 1.7 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로, 남자보다 여자의 혈중 카드뮴 수치가 높았던 본 연구의 결과와 유사하였다. 이는 여성의 경우 남자보다 체내 철 함량이 적기 때문에 나타난 결과라고 추리하였다<sup>20)</sup>. 철과 카드뮴은 모두 2가 금속으로 체내에서 경쟁적으로 흡수되는 경향이 있어, 철의 인체내 함량이 낮은 경우는 카드뮴의 인체내 흡수가 증가된다. 그러므로 동일한 양의 카드뮴에 노출되더라도 체내 철 함량이 낮은 사람에서 체내로 흡수되는 카드뮴의 양이 더 많아지게 되며, 이러한 현상은 여성이 남성에 비하여 체내 카드뮴 농도가 높아지는 중요한 원인이라고 판단된다 하

였다<sup>20)</sup>.

본 연구에서 치아우식증의 경험이 있는 경우 주관적 구강건강상태는 나쁘다고 인지하고 있었으며, 이는 장과 김<sup>21)</sup> 연구에서 남성과 여성 모두 구강건강상태가 나쁘다고 인지하고 있는 결과와 일치하였다.

치아우식경험여부에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 모델 I는 성별, 연령, 교육수준, 평생흡연 여부, 하루 칫솔질 횟수, 치실사용 여부, 주관적 구강건강상태로 나타났다. 모델 II는 교육수준, 하루 칫솔질 횟수, 주관적 구강건강상태가 치아우식경험여부에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 모델 III의 경우 성별, 연령, 교육수준, 치실사용 여부, 주관적 구강건강상태가 치아우식경험여부에 미치는 중요한 요인으로 작용하고 있는 것으로 나타났다. 특히 연령, 교육수준, 그리고 주관적 구강건강상태의 변수들은 보정 변수들이 증가할 때 보다 높은 위험도를 나타냈다. 김<sup>22)</sup>의 연구에서는 연령, 소득수준, 칫솔질 횟수, 흡연 등이 치아우식경험여부에 영향을 미치는 요인들로 분석되었으며, 이는 본 연구의 모델 I과 유사한 경향을 보여주고 있다. 이<sup>23)</sup>는 연령, 소득수준, 간식섭취 횟수가 치아우식경험여부에 영향을 미친다고 보고하였다. 박<sup>24)</sup>의 연구에서는 거주지역, 교육수준, 소득수준이 치아우식경험여부에 영향을 미치는 요인이라고 하였다. 박<sup>25)</sup>은 치아우식경험여부에 영향을 미치는 요인을 사회경제적 특성과 보건의식행태로 구분하여 살펴본 결과 연령, 교육수준, 소득수준, 간식 횟수에서 영향을 미치는 것으로 나타났다. 천<sup>13)</sup>의 조사에서는 연령, 소득수준, 주관적 구강건강상태가 영향을 미친다고 하였다. 분석에 사용된 변수들이 조금씩 다르긴 하지만, 여러 연구 결과들을 종합해 보면 대체적으로 연령, 교육수준, 소득수준의 변수들은 치아우식경험여부에 영향을 미치고 있는 것으로 해석되어진다. 위에 제시된 연구들은 모두 변수들을 보정하지 않은 결과였으나, 본 연구는 교란요인이 될 수 있는 여러 변수들을 보정한 결과라는 점에서 다른 연구들과의 차이가 있다고 사료된다.

Moss 등<sup>26)</sup>은 유치와 영구치의 치아우식증과 납과의 관련성을 검토하였다. 특히 보정 전과 보정 후의 모든 분석에서 납과 치아우식증과는 통계적으로 관련성이 있었다고 하였다. 하지만 본 연구의 경우 중앙값을 기준으

로 살펴본 납 및 카드뮴의 노출 수준은 치아우식경험여부에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나, 두 연구 간에 상반된 결과를 보여주고 있다. Moss 등<sup>26)</sup>의 연구에서는 치아우식증을 유치와 영구치 모두 현재 치아우식증이 있거나, 치아우식증을 치료한 흔적만을 치아우식증으로 정의(DF)하여 분석에 이용하였다. 그러나 본 연구에서의 치아우식증을 현재 치아우식증이 있거나, 치료한 흔적이 있거나, 치아우식증으로 인하여 발치한 경험이 있는 치아로 정의(DMF)하여 분석에 이용하였다. 뿐만 아니라, Moss 등<sup>26)</sup>의 연구 대상자들은 연령이 5세~17세였고, 본 연구는 20세 이상의 성인들로, 두 연구결과와의 차이는 연구대상자의 차이에서 나타난 결과라고 생각되어진다. 노중 카드뮴과 치아우식증과의 관련성을 검토한 Arora 등<sup>10)</sup>의 연구에서도 역시 연구대상자들의 연령이 6~12세였다. 하지만 Arora 등<sup>10)</sup>의 연구 결과에 의하면 유치의 치아우식증과 노중 카드뮴과는 관련성을 보였으나, 영구치의 치아우식증과 카드뮴과는 관련성이 없었다고 하였다. 이는 카드뮴의 경우 영구치보다 유치의 치아우식증에 영향을 미칠 수 있다고 볼 수 있으며, 본 연구결과, 성인의 치아우식증과 카드뮴과의 관련성이 없었던 점에서는 두 연구 결과가 유사하였다.

요컨대, 본 연구에서는 납 및 카드뮴 노출 수준과 치아우식증 사이의 관련성을 입증하지 못했다. 단지, 성인을 대상으로 하는 영구치의 치아우식경험여부와와의 관련성을 보여주진 못했지만, 납의 경우, 교란요인을 보정하지 않은 모델 I과 성별, 연령을 보정한 모델 II, 그리고 교란요인 모든 변수를 보정한 모델 III에서 치아우식경험여부의 교차비가 증가하는 경향을 살펴볼 수 있었다. 또한 납 노출에 대한 일부 역학적 조사<sup>27,28)</sup>에서도 유치에서만 치아우식경험여부와와의 유의한 관련성을 관찰하여 유치가 영구치보다 환경 유해물질에 더 취약할 수 있음을 암시한 바 있다. 이에 본 연구자는 납 및 카드뮴과 치아우식증과의 관련성을 배제할 수 없다고 본다. 앞서 언급하였듯이, 향후 성인의 영구치 치아우식경험여부만을 대상으로 하지 않고, 어린이의 납 및 카드뮴의 노출 수준을 측정하여 유치의 치아우식경험여부와와의 관련성에 대한 검토가 필요하다고 생각된다. 뿐만 아니라 성인의 치아우식경험여부와와의 관련성에 대해서는 반복적인

납 및 카드뮴 노출 측정치와 함께 장기적인 전향적 연구를 시도하여 관련성을 살펴볼 필요가 있다고 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 대한민국 성인의 납 및 카드뮴의 노출 수준과 치아우식증과의 관련성을 검토하기 위해 시행하였다. 이를 위해 전국적인 대표성과 신뢰성이 확보된 국민건강영양조사 제4기 자료(2009)를 활용하여 수행하였다. 본 연구대상자는 혈중 중금속 농도가 제공된 1,991명 중에서 치아우식경험여부가 확인된 1,966명을 최종 연구대상으로 하였으며, 주요결과는 다음과 같았다.

1. 대상자의 혈중 납의 노출 수준은 0.51~24.53 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 의 범위를 보였고, 평균값은 2.5318 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 이었다. 카드뮴의 노출 수준은 0.02~6.31 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 범위를 보였고, 평균값은 1.1321 $\mu\text{g}/\text{L}$ 이었다.
2. 치아우식증을 경험한 연구대상자들은 1,776명(89.6%)이었고, 190명(10.4%)는 치아우식증을 경험하지 않은 것으로 나타났다.
3. 혈중 납 및 카드뮴의 노출 수준과 치아우식경험여부와와의 단변량 통계분석 결과, 유의한 차이가 인정되지 않았다.
4. 치아우식경험여부의 요인에 대한 다변량 분석 결과, 보정을 하지 않은 모델 I에서는 성별, 연령, 교육수준, 평생흡연 여부, 하루 칫솔질 횟수, 치실사용 여부, 주관적 구강건강상태가 중요한 요인으로 인정되었다. 성별과 연령을 보정한 모델 II에서는 교육수준, 하루 칫솔질 횟수, 주관적 구강건강상태가 통계적으로 유의한 요인으로 인정되었으며, 모든 요인을 보정한 모델 III에서는 성별, 연령, 교육수준, 치실사용 여부, 주관적 구강건강상태가 통계적으로 유의한 요인으로 작용하고 있었다.
5. 납의 경우, 모델 I과 모델 II, 그리고 모델 III에서 치아우식경험여부의 교차비가 증가하는 경향을 살펴볼 수 있었다.

이상의 연구결과를 종합할 때, 치아우식증에 영향을 미치는 요인으로 납 및 카드뮴이 관련성이 없었으나, 향후 공개되어지는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 계속적인 관련성을 검토해 볼 필요가 있을 것이라 사료된다.

## 참고문헌

- Elliott P, Rogers S, Scally G, et al. Sodium, potassium, body mass, alcohol and blood pressure in three United Kingdom centers(the INTERSALT Study). *Eur J Clin Nutr* 1990; 44(9):637-645.
- Choi YK, Do SR, Park DY. Changes in the trends of dental caries patients in Korea-Based on patient survey data from 1990 to 2008-. *J Korean Soc Dent Hyg* 2011;11(4):489-497.
- The Korea occupational safety and health agency. A study on standard and analytical method of biological exposure evaluation. Incheon:2010; 22-43.  
URL <http://www.kosha.or.kr/> [accessed on 23 May, 2012]
- The Korean society for preventive medicine. Preventive medicine and public health. Seoul: Gyeochuk Munwhasa;2011:623-629.
- Silbergeld EK, Sauk J, Sommerman M, et al. Lead in bone: storage site, exposure source, and target organ. *Neurotoxicology* 1993;14:225-236.
- Gil F, Perez ML, Facio A, et al. Dental lead levels in the Galician population, Spain. *Sci Total Environ* 1994;156(2):145-150.
- Gil F, Facio A, Villanueva E, et al. The association of tooth lead content with dental health factors. *Sci Total Environ* 1996;192(2): 183-191.
- Lewis R. Metals. In: Ladou J(eds) *Current Occupational & Environmental Medicine*. 4th ed. New York:McGraw-Hill Co;2007:418-423.
- Akesson A, Bjellerup P, Lundh T, et al. Cadmium-induced effects on bone in a population-based study of women. *Environ Health Perspect* 2006;114(6): 830-834.
- Arora M, Weuve J, Schwartz J, Wright RO. Association of environmental cadmium exposure with pediatric dental caries. *Environ Health Perspect* 2008;116(6):821-825.
- Korea Center for Disease Control and Prevention. The fourth Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES), 2009. Cheongwon-gun: Ministry of health & welfare; 2010:3-8.
- Lee HJ. Association between obesity and dental caries among adolescents[Master's thesis]. Seoul: The graduate school of Chungang University; 2011.
- Cheon HW. Analysis of factors for relationship between oral disease and chronic disease[Doctor's thesis]. Iksan:The graduate school of Wonkwang University; 2010.
- Kim HY. Oral health status and behavior according to socio-economic status [Doctor's thesis]. Seoul:The graduate school of Seoul National University;2002.
- Korea Center for Disease Control and Prevention. A surveyresearch on heavy metal in national serum. Cheongwon-gun:Ministry of environment; 2005:2.
- Park SW. Relation of blood lead concentration and body iron status [Doctor's thesis]. Seoul:The graduate school of Chungang University;2006.
- No SJ. Effects of Smoking on Heavy Metal Contents in Blood and Health Status of Undergraduate[Master's thesis]. Asan:The graduate school of Soonchunhang University;2007.
- Lee HJ. The effect of food, nutrient intake status and blood heavy metal levels according to smoking status in adult men[Master's thesis]. Seoul:The graduate school of Ewha Womans University; 2008.

19. Chung Y, Yang JY, Lee JH, Hwang MS, Jo SJ. Determination of Blood Lead Levels in Adolescents in Korea. *Kor J Environ Toxicol* 1999;14(4): 189-201.
20. Kim SJ. Relationship between the Blood Cadmium Concentration and Urinary N-acetyl-beta-D-glucosaminidase Activity [Master's thesis]. Cheongju: The graduate school of Chungbuk National University; 2008.
21. Jang YJ, Kim NS. Relationship of oral health behavior to subjective oral health status and the DMFT index in Korean adults. *J. Korean Soc Dent Hyg* 2011;11(4):499-509.
22. Kim MJ. The actual condition of the oral health with the level of the social economy [Master's thesis]. Seoul: The graduate school of Korea University; 2007.
23. Lee SY. The association of dietary habits and socioeconomic factors in dental caries [Master's thesis]. Seoul: The graduate school of Korea University; 2007.
24. Park MK. Multiple logistic regression analysis of elements related to dental caries based on common risk factor approach [Master's thesis]. Seoul: The graduate school of Chungang University; 2008.
25. Park HJ. Prevalence of oral diseases socioeconomic factors and health behaviors in Korea adults [Master's thesis]. Seoul: The graduate school of Korea University; 2008.
26. Moss ME, Lanphear BP, Auinger P. Association of dental caries and blood lead levels. *JAMA* 1999;281(24): 2294-2298.
27. Gemmel A, Tavares M, Alperin S, et al. Blood lead level and dental caries in schoolage children. *Environ Health Perspect* 2002;110(10):A625-A630.
28. Youravong N, Chongsuvivatwong V, Geater AF, Dahlen G, Teanpaisan R. Lead associated caries development in children living in a lead contaminated area, Thailand. *Sci Total Environ* 2006;361:88-96.