한국산업위생학회지 제18권 제2호(2008년 6월)
J Korean Soc Occup Environ Hyg 2008;18(2):108-114

일부 사무직 여성근로자들의 카드뮴에 대한 노출정도

이경재† · 김주자 · 황정호[1] · 김강윤[1]

순천향대학교병원 산업의학과 · [1]이노엔비

Background Exposure of Healthy Office Workers to Cadmium in Selected Korean Women

Kyung-Jae Lee† · Joo Ja Kim · Jung Ho Hwang[1] · Kang Yoon Kim[1]

Department of Occupational Medicine, Soonchunhyang University College of Medicine,
Department of Occupational Medicine, Soonchunhyang University Hospital, Seoul, Korea
[1]Innoenvi, Seoul, Korea

Objectives : To estimate the normal range of blood and urine cadmium levels using data from occupationally non-exposed office workers to cadmium in selected Korean women.

Methods : A total of 437 women from healthy office workers were analyzed. To analyze blood and urine cadmium levels, blood and urine samples of study subjects were collected carefully and analyzed. Using a structured questionnaire, characteristics of the study subjects were investigated by well trained interviewers.

Results : Mean blood cadmium concentration (CdB) was 0.46 ㎍/ℓ (GM; 0.16), whereas mean urine cadmium concentration (CdU) was 0.94 ㎍/g creatinine (GM; 0.37). A significant increase of cadmium levels in blood and urine was observed by the rise of age (p=0.007; p=0.002, respectively). In the analysis of smoking state, blood and urine cadmium levels were higher in current smokers than in nonsmokers. In the multiple regression analysis, the rise of age and currently smoking were observed as a significant factor associated with cadmium level.

Conclusion : These findings suggest that mean cadmium level in blood and urine indicated a relatively low level, although the rise of age and currently smoking were observed as a significant factor related to cadmium level. It can be used for the basic data to prevent harmful effects of cadmium exposure among female workers occupationally exposed to cadmium.

Key Words : Blood cadmium (CdB), Urine cadmium (CdU), Normal range, Women workers

접수일 : 2008년 2월 4일, 채택일 : 2008년 4월 18일
† 교신저자 : 이경재 (서울시 용산구 대사관길 22 순천향대학교병원 산업의학과,
Tel : 02-709-9449, Fax : 02-796-9025, E-mail : leekj@sch.ac.kr)

Ⅰ. 서 론

카드뮴(Cadmium, Cd)은 중금속 중에서 오랜 역사를 가진 납과는 달리 19세기 초에 발견되어 산업의 발전과 더불어 그 사용범위와 양이 증가되어 왔으며, 카드뮴이 가지고 있는 부식되지 않는 내식성 때문에 전기 도금, 용접, 합금, 염화비닐의 안정제, 형광등, 반도체, 보석, 자동차와 항공기 제작, 축전지, 광전지, 색소, 살충제, 유리제조 및 사진술 등과 같은 산업분야에 광범위하게 이용되어 왔다 (유승흠, 2004). 카드뮴은 인체의 물질대사에 전혀 불필요한 유해 금속물질로서 점진적으로 체내에 축적되며 급성 폭로는 작업장에서 흡입에 의하여 발생되며 처음에는 폐에 영향을 미친다. 만성 폭로는 신장 기능을 저하시키며 폐기종, 골연화증 등을 유발할 수 있다 (조규상, 1991; Nogawa K, 1987; Lison DF & Verougstraete V, 2007). 그러나 카드뮴은 분진이나 흄의 형태로 발생하여 작업환경에서 인체에 영향을 주는 등 직업적으로 카드뮴을 취급하는 산업장 근로자들에서 노출되는 일이 점차로 증가되는 것뿐만 아니라 (유승흠, 2004; 조규상, 1991), 일반 주민들도 오염된 생활환경을 통하여 미량이지만 카드뮴에 대한 노출량이 증가되어 인체내 카드뮴 부하량이 증가되어 왔다 (유승흠, 2004; Lison DF & Verougstraete V, 2007; Lauwerys R et al, 1990).

직업적으로 카드뮴에 노출된 적이 없는 일반 인구집단에서의 카드뮴에 대한 주요 노출경로는 물과 농축산물 등 식품을 통한 소화기 계통이지만, 이외에도 공기중 혹은 담배 등에도 미량으로 존재하기 때문에 일반 인구집단도 일상생활에서 카드뮴에 노출될 수 있다고 보고되고 있다. 이 때 토양내 카드뮴 농도가 주요 요인으로 작용함으로써 지역에 따라 카드뮴의 섭취량에 차이가 있을 수 있다. 또한 인종, 성, 연령 및 식생활 양상 등 여러 요인에 따라서도 카드뮴의 노출과 체내 흡수 정도 및 분포 상태가 차이가 나타날 수 있다. 또한 같은 나라일지라도 시대 흐름에 따른 변화 양상을 보일 수 있다 (Watanabe T et al, 2000). 따라서 외국의 참고치를 그대로 적용하는 데에는 여러 가지 문제점이 따를 수 있어서 각 국가별로 자국의 참고치가 반드시 필요하다고 여겨지고 있다 (Ellis KJ et al, 1981; Ryan JA et al, 1982; Zhang ZW et al, 1999).

더욱이 최근 여성근로자들의 사회경제활동의 참여 비중은 날로 증가하고 있어 2007년 1/4분기 취업인구 2,369만명 중에서 여성근로자가 980만명 (49.0%)에 이르고 있으며 앞으로도 더욱 증가할 것으로 전망되고 있을 뿐 아니라, 과거에 비해 우리나라 여성근로자의 취업활동 분야가 다양해지고 있는 것은 물론, 제조업 취업인구에서도 여성근로자가 135만명으로 32.6%를 차지하고 있다 (통계청, 2007a,b). 그러나 지금까지 여성근로자들에 대한 연구는 활발하지 못했던 점을 감안할 때 우리나라에서도 여성근로자에 대한 보다 다양한 많은 연구가 절실한 실정이다 (이경재 등, 2007).

따라서 카드뮴의 건강장해를 평가하기 위해서는 우선 카드뮴에 노출되지 않은 우리나라 인구집단을 대상으로 한 카드뮴의 농도 범위를 설정할 필요가 있으며, 다양한 일반 인구집단에서의 연구가 필요하다. 그동안 우리나라에서는 일반 인구집단을 대상으로 한 카드뮴 노출에 대한 연구가 있어 왔지만 대부분 일부지역이나 특정집단에 대한 연구였으며 (신주연 등, 2004; 연유용 등, 1992; 이세훈 등, 1986; Moon CS et al, 1995), 아직까지 도시 사무직 여성근로자를 대상으로 한 연구는 없는 실정이다. 더욱이 세계보건기구 (WHO)에서는 일반 인구집단에 대한 카드뮴의 혈액검사와 소변검사를 이용한 권고 기준치가 정해져 있으나, 우리나라에서는 아직 카드뮴에 대한 체계적인 연구가 부족하고 일반 인구집단의 평균값 또는 참고치가 체계적으로 조사되지 못하였다 (허수정 등, 2005).

이 연구에서는 카드뮴에 직업적으로 노출되지 않고 있는 사무직 여성근로자들을 대상으로 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 분석하여 일반 인구집단에서의 카드뮴 농도의 참고치를 조사하고자 하며, 연령별, 흡연력 등과 같은 관련 요인에 따른 변화유무를 분석해 보고자 하였다. 이러한 노력을 통하여 우리나라에서도 카드뮴에 노출되는 생산직 여성근로자의 건강관리와 건강장해를 판정하기 위한 기초자료로 활용될 수 있는 중요한 자료로 생각된다.

Ⅱ. 대상 및 방법

1. 연구대상 및 자료수집

이 연구는 직업적으로 카드뮴 노출이 없는 일반 여성인구집단의 혈중, 요중 카드뮴 농도를 추정하기 위하여 서울 소재 한 대학병원 산업의학과를 내원한 20세 이상의 사무직 여성근로자를 대상으로 20대 연령군부터 10세 간격의 연령군별로 층화 표본추출방식을 사용하여 최종적으로 437명을 분석대상으로 하였다. 자료 수집은 연구대상자로부터 혈액과 소변을 채취하였으며 관련변수를 조사하기 위해 훈련된 조사원이 연구에 대한 설명과 함께 연구내용을 포함하는 구조화된 설문지를 이용하여 개별 면접조사 방법으로 조사하였다. 조사 시기는 2002년 4월부터 2003년 2월 까지 실시하였고 설문지는 연구내용을 포함하도록 구성하여 구조화된 설문지를 이용하여 연구대상자의 특성을 조사하였고 훈련된 조사원에 의해 조사가 이루어졌다. 연구대상자의 일반적 특성으로 연령, 흡연, 음주습관 등과 과거질병력과 가족력을 포

함하였으며, 직종과 직업력 등의 직업적 특성을 조사하였다.

2. 시료 채취와 카드뮴 농도 분석

연구대상자로부터 혈액과 소변을 채취하여 혈중 카드뮴과 요중 카드뮴 농도를 분석하기 위하여 원자흡광분석기 비불꽃이온화법 (Flameless absorption spectrophotometer (AAS))으로 분석하였다. 원자흡광분석기의 바탕보정과 표준물 첨가법에 의해 검량선을 작성하여 카드뮴 농도를 계산하였으며 요중 카드뮴 농도에 대한 보정을 위하여 요중 크레아티닌 농도는 Folin-Wu법으로 spectrophotometer를 이용하였다.

3. 통계분석

수집된 자료는 SPSS 14.0 통계 프로그램을 이용하여 자료 입력하고 통계분석을 하였다. 연구대상자의 일반적 특성에 대해서는 기술통계분석과 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도가 연령군에 따라 차이가 있는지를 보기 위하여 ANOVA 분석을 실시하였다. 흡연에 따른 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도의 차이를 보기 위하여 ANOVA 분석을 실시하였다. 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도에 영향을 미치는 관련변수를 알아보기 위하여 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 종속변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였다.

Ⅲ. 결 과

연구대상자의 일반적 특성을 살펴보면, 연구대상자의 평균 연령은 39 (± 11.7)세로 연령분포는 20대부터 고르게 분포하였다. 비흡연자가 대부분(91.5%)이었으나 흡연경험이 있는 여성근로자도 8.5%를 차지하였으며, 연구대상자의 66.8%가 음주경험이 없다고 응답하였으나 현재 음주자도 32.5%로 나타났다. 그러나 음주를 하다가 끊은 사람은 극히 소수(0.4%)로 나타났다. 평소 운동습관 여부에 관해서는, 운동을 하는 경우가 28.6%를 차지하여 평소 운동을 하지 않는 경우보다 적은 것으로 나타났다 (표 1).

표 2에서는 연령군에 따른 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 각각 보여주고 있는 결과이다. 혈중 카드뮴 농도는 연령군에 따른 유의한 차이를 보여 주었으며 (p=0.007), 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여주고 있었다. 요중 카드뮴 농도도 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타냈다 (p=0.002) (표 2). 흡연에 따른 혈중 카드뮴 농도의 평균값을 비교해 보았을 때, 혈중 카드뮴 농도는 비흡연자에

Table 1. Background characteristics of the study subjects

Characteristics		N(%)
No. of subjects		437 (100.0)
Age (years)	20-29	130(29.7)
	30-39	103(23.6)
	40-49	101(23.1)
	50+	103(23.6)
Smoking state	Current	23(5.3)
	Former	14(3.2)
	Never	400(91.5)
Alcohol drinking state	Current	142(32.5)
	Former	3(0.7)
	Never	292(66.8)
Physical exercise	Yes	125(28.6)
	No	312(71.4)
Past medical history	Yes	136(31.1)
	No	301(68.9)
Family history	Yes	156(35.7)
	No	281(64.3)
Jop type	Bank clerk	24(5.5)
	Teacher	69(15.8)
	Medical staff	44(10.1)
	Other clerk	300(68.6)

비하여 흡연자에서 높은 것을 알 수 있었으나 통계적으로 유의하지는 않았다 (p=0.247). 흡연에 따른 요중 카드뮴 농도를 살펴 보았을 때, 요중 카드뮴 농도는 비흡연 여성에 비하여 흡연경험이 있는 여성에서 유의하게 높은 것으로 나타났다 (p=0.012)(표 3). 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도와 연령, 흡연과의 변수간 상호관련성을 알아보기 위하여 상관분석을 실시한 결과, 혈중 카드뮴 농도는 연령과 유의한 양의 상관관계를 보였지만 흡연량과는 통계적으로 유의하지는 않았다. 요중 카드뮴 농도는 연령과 흡연량 모두에서 유의한 양의 상관관계를 보였다(표 4).

이 밖에 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 종속변수로 하여 관련요인과의 관계를 알아보기 위해 다중회귀분석을 실시한 결과, 혈중 카드뮴 농도의 경우는 연령이 유의한 관련변수로 나타났으며 (p=0.020), 요중 농도의 경우는 연령

Table 2. Mean cadmium level in blood (CdB) and urine (CdU¶) by age (Unit : ㎍/ℓ for CdB, ㎍/g creatinine for CdU)

Age (years)	CdB			CdU		
	AM*± ASD†	GM‡		AM*± ASD†	GM‡	
20-29	0.35±0.56	0.11		0.77±1.02	0.27	
30-39	0.40±0.51	0.14		0.94±1.14	0.36	
40-49	0.52±0.50	0.24		0.81±0.79	0.31	
50+	0.61±1.33	0.20	p=0.007	1.27±1.09	0.68	p=0.002

† AM : Arithmetic mean
‡ ASD : Arithmetic standard deviation
§ GM : Geometic mean
¶ Adjusted cadmium concentration for urine creatinine

Table 3. Mean cadmium level in blood (CdB) and urine (CdU¶) by smoking state (Unit : ㎍/ℓ for CdB, ㎍/g creatinine for CdU)

Smoking state	CdB			CdU		
	AM*± ASD†	GM‡		AM*± ASD†	GM‡	
Current	0.63±0.78	0.24		1.37±1.30	0.52	
Former	0.56±0.71	0.20		1.37±1.40	0.56	
Never	0.45±0.80	0.15	p=0.247	0.90±1.00	0.36	p=0.012

† AM : Arithmetic mean
‡ ASD : Arithmetic standard deviation
§ GM : Geometic mean
¶ Adjusted cadmium concentration for urine creatinine

Table 4. Pearson's correlation coeffients among parameters

Variables	Age	Smoking	CdB
Smoking	-0.009		
CdB	0.156**	0.056	
CdU	0.173**	0.120*	0.180**

*: p<0.05; **:p<0.01

Table 5. Independent effects on cadmium level in blood (CdB) and urine (CdU¶)

Independent variables	CdB				CdU			
	b	S.E.	β	*p*	b	S.E.	β	*p*
Age	0.011	0.003	0.160	*0.020*	0.016	0.004	0.186	*0.000*
Current smoker	0.182	0.175	0.051	0.298	0.428	0.224	0.092	*0.057*
Former smoker	0.152	0.225	0.034	0.501	0.391	0.290	0.067	0.178
Current drinker	0.012	0.088	0.007	0.890	0.098	0.112	0.044	0.386
Former drinker	-0.320	0.481	-0.033	0.506	0.536	0.618	0.043	0.386

¶ Adjusted cadmium concentration for urine creatinine

과 흡연이 영향을 미치는 유의한 관련변수임을 알 수 있었다 ($p<0.001$; $p=0.057$)(표 5).

Ⅳ. 고 찰

이 연구는 직업적으로 카드뮴 노출이 없는 일반 여성인구집단의 혈중, 요중 카드뮴 농도를 추정하기 위하여 서울 소재 한 대학병원 산업의학과를 내원한 20세 이상의 사무직 여성근로자를 대상으로 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 분석하여 여성근로자의 카드뮴 농도의 참고치를 조사하고자 하였으며, 카드뮴에 노출되는 생산직 여성근로자의 건강관리와 건강장해를 판단하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

카드뮴은 여러 산업분야에서 이용되고 있어서 많은 근로자들이 직업적으로 노출되고 있는 물질이지만, 한편 카드뮴에 직업적으로 노출되지 않는 일반 인구집단들도 일상생활을 통하여 카드뮴을 흡수할 수도 있다. 카드뮴에 오염되지 않은 대기 중에도 0.01에서 0.05 ㎍/㎥ 농도의 카드뮴이 있는데 (Lison DF & Verougstraete V, 2007), 이것은 정상인의 카드뮴 흡수에 있어서 극히 일부분을 차지할 따름이다. 그러나 음식물 중의 카드뮴 양은 지역에 따라 차이가 있어서 하루에 13-16 ㎍ 혹은 40-50 ㎍ 의 카드뮴이 음식물을 통해 인체의 소화관을 거쳐 일부가 흡수되곤 한다. 따라서 비직업적으로 만성적으로 노출되는 카드뮴의 수준을 평가하는 것이 중요하다고 생각된다.

카드뮴 노출와 관련된 외국의 연구를 살펴보면, Kowal 등(1979)에 의하면 미국인의 평균 혈중 카드뮴 농도는 남녀 각각에서 0.98㎍/ℓ 과 0.91㎍/ℓ 로, 일본인을 대상으로 한 전국조사 결과보다는 낮은 값을 보였다 (Watanabe T et al, 1983). 이밖에도 다른 아시아 지역에서 행해진 조사결과를 보면, 대만의 경우 1.11ng/㎖ 이고 (Ikeda M et al, 1996) 최근의 일본에서 수행된 연구에서는 1.76㎍/ℓ 로 보고되었다 (Shimbo S et al, 2000). 따라서 지역과 인종, 국가 등에 따라 다를 수 있기 때문에 외국의 참고치를 그대로 적용하는 데에는 많은 무리가 있다고 여겨지고 있다 (Ellis KJ et al, 1981; Ryan JA et al, 1982; Zhang ZW et al, 1999) . 한편 기존의 국내연구로는, 카드뮴을 취급하지 않는 제조업체 생산직 근로자와 일부 지역의 농촌 주민 400 여명을 대상으로 카드뮴 농도를 조사된 바 있고 (연유용 등, 1992), 신주연 등(2004)은 한 종합대학의 소속 남자 대학생 300명을 대상으로 혈중 카드뮴 농도를 조사한 바 있었으며, 우리나라 4개 지역의 비흡연자 성인여성을 대상으로 한 연구가 있었다 (Moon CS et al, 1995). 그러나 아직까지 직업적으로 카드뮴에 노출된 기왕력이 없는 일반 인구집단인 사무직 여성근로자를 대상으로 한 연구는 수행된 바 없었다. 따라서 이 연구는 카드뮴 노출 여성근로자들에 대한 건강관리를 위한 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

연령이 증가함에 따라 혈중, 요중 카드뮴 농도가 증가하는 경향을 보였는데, 이것은 체내 침착이 연령이 증가함에 증가한다는 일부 기존 연구들과 일치하는 것이었다 (연유용 등, 1992; Kowal NE et al, 1979; Watanabe T et al, 1983; Moriguchi J et al, 2005). 그러나 이와는 달리 일부 연구들에서는 연령에 따른 차이를 보이지 않았다는 보고도 있다 (이세훈 등, 1986; Kowal NE et al, 1979). 담배 한 개피에는 카드뮴이 0.9 내지 2.3 ㎍ 정도가 포함되어 있어서 흡연이 카드뮴 농도에 영향을 미친다고 보고된 바 있었는데 (김헌과 조수헌, 1991; 신주연 등, 2004; Ikeda M et al, 2005; Watababe T et al, 1983), 본 연구에서도 흡연에 따른 카드뮴 농도를 비교하였을 때 흡연자가 비흡연자 보다 높은 경향을 보여주고 있어 흡연에 의한 카드뮴 축적 가능성을 시사해 주고 있었다. 한편 우리나라에서도 청소년 흡연과 여성 흡연이 날로 증가하고 있는 사회적 추세를 감안해 본다면 흡연에 대한 보건학적 교육과 사회적 공동체 노력이 보다 필요할 것으로 생각된다. 김 헌 등(1991)에 의해 기존의 국내 연구들에 제시된 값들을 기초로 추정한 카드뮴 농도의 참고치와 비교해 볼 때, 본 연구에서는 낮은 값을 보였는데 기존 연구들에 비해서 본 연구결과의 카드뮴 측정치가 낮은 경향을 보이는 것은 직업적으로 카드뮴에 노출이 없는 일반 제조업체 근로자나 공단지역 거주자, 또는 농촌지역 주민을 대상으로 하였던 기존의 연구 대상자들에 비하여, 본 연구는 직업적으로 카드뮴 노출이 없는 도시 사무직 여성근로자를 대상으로 하였다는 점과 도시지역에 비해 지방이나 중소도시지역 대상자들이 카드뮴 농도가 상대적으로 높은 경향을 보인다는 보고 등을 감안할 때 이러한 점들이 영향을 미쳤다고 생각된다 (이세훈 등, 1982; 연유용 등, 1992; 허수정 등, 2005). 그러나 분석기종 (flame/flameless)이나 분석 방법, 측정치의 계산방법(산술평균 또는 기하평균) 등에 따라 카드뮴 농도에 상당한 차이를 보였다고 보고된 바와 같이 (김헌과 조수헌, 1991), 그 밖에 분석조건 등도 다를 수 있기 때문에 기존연구에서 보여준 측정치를 본 연구 결과와 직접적으로 비교하는 데에는 어려움이 있다고 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 음식물 섭취가 카드뮴 노출에 미치는 영향을 분석에 포함시키지 못한 점과, 간접흡연 노출의 정도를 조사하지 못했다는 제한점이 있다. 그러나 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구결과는 직업적인 노출이 없는 일반 여성인구집단에 대한 카드뮴 노출 정도를 추정하는데 도움이 되는 기초자료인 동시에, 향후 직업적으로 노출되는 생산직 여성근로자들의 건강관리와 예방대책 마련을 위한 기

초자료로 유용하게 활용될 수 있는 참고치를 제시하였다는 데 의미가 있다. 향후 보다 다양한 일반 인구집단을 대상으로 다양한 지역에서 연구가 수행되어 보다 보편적인 정상 참고치가 조사될 필요가 있다고 생각된다.

V. 요 약

이 연구는 직업적으로 카드뮴 노출이 없는 일반 여성인구집단의 혈중, 요중 카드뮴 농도를 추정하기 위하여 서울 소재 한 대학병원 산업의학과를 내원한 20세 이상의 사무직 여성근로자를 대상으로 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 분석하여 여성근로자의 카드뮴 농도의 참고치를 조사하고자 하였으며, 카드뮴에 노출되는 생산직 여성근로자의 건강관리와 건강장해를 판단하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

연구대상자의 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도는 연령군에 따른 유의한 차이를 보여주었으며, 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여주고 있었다 (p=0.007; p=0.002). 흡연에 따른 혈중 카드뮴 농도의 평균값을 비교해 보았는데, 혈중 카드뮴 농도는 비흡연 여성에 비하여 흡연 여성에서 높은 것을 알 수 있었으나 통계적으로 유의하지는 않았지만, 요중 카드뮴 농도는 비흡연 여성에 비하여 흡연경험이 있는 여성에서 유의하게 높은 것으로 나타났다 (p=0.012). 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도를 종속변수로 하여 관련요인과의 관계를 알아보기 위하여 다중회귀분석을 실시한 결과, 혈중 카드뮴 농도의 경우는 연령이 유의한 관련변수임을 알 수 있었고 (p=0.020), 요중 농도의 경우는 연령과 흡연이 영향을 미치는 관련변수로 나타났다 (p<0.001; p=0.057).

이 연구를 통하여 카드뮴 노출이 없는 사무직 여성근로자에서 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도는 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 비흡연자에 비해 현재 흡연자에서 보다 혈중 카드뮴 농도와 요중 카드뮴 농도가 증가하는 경향을 나타냈다. 따라서 직업적인 노출이 없는 사무직 여성근로자에서의 카드뮴 노출 정도를 판단함과 동시에, 향후 직업적으로 노출되는 생산직 여성근로자들에 대한 기초자료로 활용될 수 있다고 생각되며 향후 보다 다양한 일반 인구집단을 대상으로 다양한 지역에서 연구가 수행되어 보다 보편적인 정상 참고치가 조사될 필요가 있다고 생각된다.

REFERENCES

김헌, 조수헌. 한국인 체내 카드뮴 농도의 기하평균치와 참고치의 추정에 관한 연구. 대한산업의학회지 1991;3:76-91.

신주연, 임종한, 박신구, 이지나, 장미, 등. 흡연이 대학생들의 혈중 카드뮴 농도에 미치는 영향. 예방의학회지 2004;37:225-231.

연유용, 안규동, 이병국. 카드뮴에 폭로되지 않은 일부 한국인의 혈중, 요중 카드뮴 농도. 대한산업의학회지 1992;4(1):70-80.

유승흠. 예방의학. 계축문화사; 2004.(520-522쪽.)

이경재, 한성현, 안연순, 황정호, 김주자. 우리나라 일부 사무직과 생산직 여성근로자에서 근골격계 자각증상과 관련요인. 한국산업위생학회지 2007;17(4):289-299.

이세훈, 김형아, 박정일, 이병국, 이광묵, 등. 원자흡광기를 이용한 건강한 한국인의 혈중 카드뮴 농도. 한국의 산업의학 1986;25(4):103-107.

조규상. 산업보건학. 수문사; 1991.(310-315쪽.)

통계청. 경제활동 인구조사, 1983-2007a.

통계청. 사회통계조사, 1983-2007b.

허수정, 김미나, 김미혜, 김치년, 원종욱, 이효민. 혈중 카드뮴 인체모니터링 및 인체노출 기여요인 규명. 식품의약품 안전청연구보고서 제9권. 2005.

Ellis KJ, Morgan WD, Zanzi I, Yasumura S, Vartsky D, et al. Critical concentrations of cadmium in human renal cortex: Dose-effect studies in cadmium smelter workers. J Toxicol Environ Health 1981;7:691-703.

Ikeda M, Zhang ZW, Moon CS, Imai Y, Watanabe T, et al. Background exposure of general population to cadmium and lead in Tainan City, Taiwan. Arch Environ Contam Toxicol 1996;30:121-126.

Ikeda M, Moriguchi J, Ezaki T, Fukui Y, Ukai H, et al. Smoking-induced increase in urinary cadmium levels among Japanese women. Int Arch Occup Environ Health 2005;78(7):533-540.

Kowal NE, Johnson DE, Kraemer DF, Pahren HR. Normal levels of cadmium in diet, urine, blood, and tissues of inhabitants of the United States. J Toxicol Environ Health 1979;5:995-1014.

Lauwerys R, Amery A, Bernard A, Bruaus P, Buchet JP, et al. Health effects of environmental exposure to cadmium: objectives, design and organization of the Cadmibel Study: a cross-sectional morbidity study carried out in Belgium from 1985 to 1989. Environ Health Perspect 1990;87:283-289.

Lison DF, Verougstraete V. Cadmium In: Rom WN, Markowitz SB, eds. Environmental and occupational medicine 4th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp. 999-1005, 2007.

Moon CS, Zhang ZW, Shimbo S, Watanabe T, Moon DH, et al. Dietary intake of cadmium and lead among the general population in Korea. Environ Res 1995;71(1):46-54.

Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Fukui Y, Ukai H, et al. Effects of aging on cadmium and tubular dysfunction markers in urine from adult women in non-polluted areas. Int Arch Occup Environ Health 2005;78(6):446-451.

Nogawa K. Itai-Itai disease and follow up studies In : Nriagu JO, ed. Cadmium in environment John Willey and Sons, New York, pp. 1-37 (part II), 1987.

Ryan JA, Pahren HR, Lucas JB. Controlling cadmium in the human food chain: A review and rationale based on health effects. Environ Res 1982;28:251-302.

Shimbo S, Zhang ZW, Moon CS, Watanabe T, Nakatsuka H, et al. Correlation between urine and blood concentrations, and dietary intake of cadmium and lead among women in the general population of Japan. Int Arch Occup Environ Health 2000;73(3):163-170.

Watanabe T, Koizumi A, Fujita H, Kumai M, Ikeda M. Cadmium levels in the blood of inhabitants in nonpolluted areas in Japan with special references to aging and smoking. Environ Res 1983;31:472-483.

Watanabe T, Zhang ZW, Moon CS, Shimbo S,Nakatsuka H, et al. Cadmium exposure of women in general populations in Japan during 1991-97 compared with 1977-81. Int Arch Occup Environ Health 2000;73(1):26-34.

Zhang ZW, Qu JB, Watanabe T, Shimbo S, Moon CS, et al. Exposure of citizens in China and in Japan to lead and cadmium: a comparative study. Toxicol lett 1999;108(2-3):167-172.