

직업병 유소견자 및 요관찰자 추이 및 사후관리와의 관련성: 납 및 카드뮴 취급근로자를 중심으로

김남수 · 김용배*

순천향대학교 예방의학교실 및 환경산업의학연구소

Relationship of Follow-up Management, Trend of Possible Occupational Disease and Probable Occupational Disease: Focusing on Lead or Cadmium Workers

Nam-Soo Kim · Yong-Bae Kim*

*Department of Preventive Medicine & Institute of Occupational and Environmental Medicine,
College of Medicine, Soonchunhyang University*

ABSTRACT

Objectives: This study identifies the trend of possible occupational disease and probable occupational disease in lead or cadmium workers. It is also required to check the usefulness of follow-up management in lead or cadmium workers by reviewing the relevance between the results of follow-up management and the trend of possible occupational disease and probable occupational disease.

Methods: From 2009 to 2018, the results of the Ministry of Employment and Labor's special health-screening program for hazard agents for workers were used. The correlation between the ratio of possible occupational disease and probable occupational disease of lead or cadmium workers and the ratio of those who observed were and underwent observed follow-up management was analyzed to confirm the usefulness of follow-up management.

Results: Over the past decade, the average annual proportion of possible occupational disease and probable occupational disease among lead workers has been on the decline. Among cadmium workers, it has generally shown a trend of increasing and decreasing. After the implementation of follow-up management, possible occupational disease in lead workers showed significant relevance to work prohibitions and restrictions, and probable occupational disease in lead workers showed significant relevance to the work prohibitions and restrictions, on-duty treatment, and boundary lines. However, there was no significant correlation between persons involved in cadmium workers.

Conclusion: In this study, more active managements such as work ban and restrictions, on-duty treatment among follow-up management of possible occupational disease and probable occupational disease of lead worker and observers are related to a decrease in the ratio of those who have been diagnosed with possible occupational disease and probable occupational disease.

Key words: cadmium, follow-up management, lead, occupational disease, worker

I. 서 론


납은 가공성이 뛰어나고 내식성이 강하며, 은백색의 광택을 가지고 있어 산업용으로 널리 사용되고 있다. 그


러나 중추 및 말초 신경계, 신장 질환, 생식기 질환, 유전 독성, 혈액질환 등 다양한 직업병을 유발하고 있어 산업보건 분야에서는 주요 관심물질로 다루어지고 있고 (Park et al., 2008), 최근에는 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하의 낮은

*Corresponding author: Yong-Bae Kim, Tel: 041-570-2483, E-mail: atlask@sch.ac.kr

Department of Preventive Medicine, Soonchunhyang University, 31, Soonchunhyang 6-gil, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, 31151

Received: August 19, 2020, Revised: September 15, 2020, Accepted: December 1, 2020

 Nam-Soo Kim <https://orcid.org/0000-0002-2534-012X>

 Yong-Bae Kim <https://orcid.org/0000-0002-8943-2349>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

혈중 납 수준에서도 아이들에서는 IQ 감소, 주의력 결핍 과잉행동장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD)와 관련이 있는 것으로 보고되었다(Bellinger, 2013). 카드뮴은 금속상태에서 청백색의 광택이 나는 금속 또는 회백색의 분말로서 강철의 항부식제로 전기도금에 사용하며, 알칼라인 전지의 전극뿔납과 용접봉 그리고 플라스틱 안정제, 페인트, 세라믹, 금속기계 등 여러 분야의 산업에 사용되고 있다. 카드뮴은 인간의 생리학에서 독성 효과를 가진 중금속 중 하나이며, 독성효과는 저용량에서도 관찰되고 있는데 임신 전 낮은 수준의 노출이 신경발달에 악영향을 미치는 것으로 알려졌다(Kjellstrom & Nordberg, 1978; Wang et al., 2016; Jeong et al., 2015; Engin et al., 2019). 카드뮴의 생물학적 반감기는 신장에서 6년에서 38년으로 매우 길며, 신장에 들어온 카드뮴은 축적성이 있어 간장, 신장, 장관벽에 이행하여 thiol(-SH)기가 있는 효소를 불활성화하여 세포독으로 작용한다(Ahn et al., 2002).

2016년 우리나라의 연간 납 취급량은 162만 톤 이상으로 2006년과 비교하여 3배가량 증가한 수준이며(Park et al., 2008; MoE, 2017), 카드뮴은 2008년과 비교하여 2017년 배출업체는 감소하였으나 배출량, 이동량은 모두 증가하였다(MoE, 2017). 납 및 카드뮴 취급근로자는 2009년과 비교하여 2018년에 모두 증가하였다(MoEL, 2009; 2018).

한편 2018년 특수건강진단 실시결과의 유해인자별 발생현황에서 납과 카드뮴 취급근로자 중 직업병 유소견자는 각각 25명과 2명으로 금속 중 납 직업병 유소견자가 가장 많았고, 2009년 결과와 비교하면 카드뮴 직업병 유소견자가 2018년도에 1명 증가하였으나 납 직업병 유소견자는 감소한 결과를 보였다(MoEL, 2009; 2018). 일반 인구집단에서의 중금속 노출 수준은 최근 10년간 감소하고 있는 추세이나(Ahn et al., 2019), 납과 카드뮴의 직업적 인체 노출로 인한 건강영향은 급성이나 만성중독 형태의 직업병으로 다양하게 나타나고 있다(Lee, 2020). 이와 함께 납과 카드뮴 취급근로자 중 직업병 유소견자 및 요관찰자는 매년 관찰되고 있고, 최근 일반인구집단의 납과 카드뮴에 대한 인체 노출수준의 감소 경향에도 불구하고 낮은 농도에서의 인체영향 등이 보고되고 있다(Bellinger, 2013; Ahn et al., 2018). 이는 납과 카드뮴 취급근로자 중 직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 지속적인 모니터링과 특수건강

진단 이후 사후관리가 중요함을 시사한다.

이에 본 연구는 우리나라에서 최근 10년간 납 또는 카드뮴 취급근로자의 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율을 분석하였으며, 이 자료와 사후관리 실시 내역과의 상관관계를 비교하여 납 또는 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 사후관리 실시내역의 유용성을 검토하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

연구대상은 2009년부터 2018년까지 우리나라에서 특수건강진단을 실시한 금속 및 중금속 취급근로자를 대상으로 하였다. 주로 유해인자별로 특수건강진단을 실시한 연 근로자수에 따라 금속 및 중금속 취급근로자(납 및 카드뮴 취급근로자 포함), 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자로 구분하고 성별, 연령, 작업 기간, 사업장 규모, 산업에 따라 구분된 직업병 유소견자(D₁) 및 요관찰자(C₁) 발생 건수와 이들에 대한 사후관리 실시 내역의 통계자료를 확보하였다. 금속 및 중금속 취급근로자, 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자의 10년간(2009~2018년) 평균 연 근로자수는 각각 623,946명, 52,783명, 5,623명이었다.

2. 방법

2009년부터 2018년까지 고용노동부의 근로자 건강진단 실시결과를 이용하였다. 통계자료 중 특수건강진단을 실시한 연 근로자수에 대해 성별, 연령, 작업 기간, 사업장 규모, 산업별로 구분하고 유해인자별 실시한 연 근로자수에 따라 금속 및 중금속 취급근로자, 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자로 구분하여 평균 연 근로자수를 산출하였다. 또한 특수건강진단을 실시한 연 근로자수 대비 직업병 유소견자 및 요관찰자(연 근로자수)의 연평균 비율(%)을 산정하여 성별, 연령, 작업 기간, 사업장 규모, 산업별로 차이를 비교하였다. 납 및 카드뮴 취급근로자의 직업병 유소견자 및 요관찰자 추이를 보기 위해 10년간(2009~2018년) 특수건강진단을 실시한 연 근로자수 대비 직업병 유소견자 및 요관찰자의 연평균 비율(%)을 산정하여 3년 이동평균으로 나타냈다. 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율(%)과 사후관리 실시내역 비율(%)과의 상관분석을 하여 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 사후관리

실시내역의 유용성을 확인하였다. 자료의 통계분석은 SPSS(version 23, IBM Corp.)를 사용하였다.

III. 결 과

최근 10년간 유해인자별로 특수건강진단을 실시한 연 근로자수에 대해 성별, 연령, 작업 기간, 사업장 규모, 산업별로 분류하고, 전체 금속 및 중금속 취급근로자(납 및 카드뮴 취급근로자 포함), 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자로 구분하여 연평균으로 나타낸 분포는 Table 1과 같다.

납 취급근로자는 연평균 52,783명으로 이중 남성이 86.6%, 여성이 13.4%이며, 연령별로는 30대가 35.6%로 가장 많았다. 작업기간은 1~4년, 15년 이상이 각각 33.9%, 21.1%이었으며, 사업장 규모는 50~299명인 경우가 32.1%, 산업별로는 제조업이 76.8%로 가장 많았다. 카드뮴 취급근로자는 연평균 5,623명으로 이중 남성이 85.9%, 여성이 14.1%이며, 연령별로는 30대가 32.5%로 가장 많았다. 작업기간은 1~4년, 15년 이상이 각각 30.6%, 24.1%이었으며, 사업장 규모는 50~299명인 경우가 31.5%, 산업별로는 제조업이 58.5%로 가장 많았다. 전체 금속 및 중금속 취급근로자 중 납 취급근

Table 1. One-year average workers of special health-screening program by hazard agents in the last 10 years

Classification variables		Metal and heavy metal worker		Lead worker		Cadmium worker	
		No.*	(%)	No.*	(%)	No.*	(%)
Total		623946	(100)	52783	(100)	5623	(100)
Gender	Men	569656	(91.3)	45688	(86.6)	4830	(85.9)
	Women	54290	(8.7)	7096	(13.4)	794	(14.1)
Age	<30	106538	(17.1)	10515	(19.9)	1041	(18.5)
	30~39	205737	(33.0)	18767	(35.6)	1830	(32.5)
	40~49	172227	(27.6)	13568	(25.7)	1517	(27.0)
	50~59	119154	(19.1)	8710	(16.5)	1037	(18.4)
	60≤	20289	(3.3)	1223	(2.3)	198	(3.5)
Work duration	<1	175158	(28.1)	8320	(15.8)	1010	(18.0)
	1~4	214859	(34.4)	17877	(33.9)	1723	(30.6)
	5~9	103000	(16.5)	10112	(19.2)	998	(17.7)
	10~14	55354	(8.9)	5356	(10.1)	539	(9.6)
	15≤	115576	(18.5)	11118	(21.1)	1353	(24.1)
Worker scale	<5	24079	(3.9)	2036	(3.9)	200	(3.6)
	5~49	148081	(23.7)	10194	(19.3)	1268	(22.6)
	50~299	235294	(37.7)	16924	(32.1)	1772	(31.5)
	300~999	61064	(9.8)	8520	(16.1)	1255	(22.3)
	1000≤	155428	(24.9)	15106	(28.6)	1128	(20.1)
Industry	Manufacturing	521368	(83.6)	40562	(76.8)	3292	(58.5)
	Construction	27189	(4.4)	1492	(2.8)	489	(8.7)
	Professional science, technology service	11403	(1.8)	1440	(2.7)	446	(7.9)
	Facility management, support service	10028	(1.6)	1230	(2.3)	88	(1.6)
	Health, social welfare service	36899	(0.6)	629	(1.2)	275	(4.9)
	Etc	50269	(8.1)	7430	(14.1)	1034	(18.4)

* : Annual workers(Calculated based on resident registration number, first health-screening date, hazard agents)

로자는 8.46%, 카드뮴 취급근로자는 0.9%였다.

Table 2는 최근 10년간 유해인자별로 특수건강진단을 실시한 연 근로자수 대비 직업병 유소견자 및 요관찰자(연 근로자수)의 연평균 비율을 산정하여 성별, 연령,

작업 기간, 사업장 규모, 산업별로 차이를 비교하였다.

전체 금속 및 중금속 취급근로자, 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자의 직업병 유소견자 연평균 비율은 각각 0.020%, 0.094%, 0.085%이며, 직업병 요관찰자 연

Table 2. One-year average proportion(%) of possible occupational disease and probable occupational disease by hazard agents

Classification variables		Possible occupational disease			Probable occupational disease		
		Metal and heavy metal worker	Lead worker	Cadmium worker	Metal and heavy metal worker	Lead worker	Cadmium worker
		Mean±SD, %	Mean±SD, %	Mean±SD, %	Mean±SD, %	Mean±SD, %	Mean±SD, %
Total		0.020±0.005	0.094±0.041	0.085±0.062	0.645±0.077	0.653±0.210	1.199±0.449
Gender	Men	0.022±0.005	0.107±0.045	0.091±0.071	0.647±0.070	0.704±0.223	1.226±0.512
	Women	0.002±0.003	0.003±0.007	0.030±0.064	0.621±0.186	0.321±0.163	1.020±0.854
	p-value*	<0.001	<0.001	0.060	0.689	<0.001	0.522
Age	<30	0.008±0.006	0.073±0.050	0.024±0.077	0.628±0.131	0.517±0.183	1.142±0.531
	30~39	0.007±0.004	0.056±0.030	0.027±0.048	0.492±0.069	0.520±0.152	0.882±0.345
	40~49	0.016±0.010	0.091±0.071	0.052±0.085	0.566±0.047	0.716±0.288	1.018±0.504
	50~59	0.040±0.014	0.160±0.070	0.143±0.152	0.901±0.121	0.896±0.321	1.803±0.691
	60≤	0.157±0.053	0.439±0.248	0.641±0.748	1.675±0.250	1.795±1.078	3.407±1.661
	p-value*	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Work duration	<1	0.020±0.007	0.214±0.138	0.107±0.093	0.522±0.186	1.045±0.377	0.969±0.503
	1~4	0.019±0.007	0.115±0.058	0.039±0.053	0.710±0.118	0.812±0.269	1.371±0.572
	5~9	0.023±0.006	0.061±0.036	0.123±0.128	0.591±0.083	0.433±0.093	1.333±0.532
	10~14	0.024±0.005	0.073±0.048	0.087±0.110	0.654±0.121	0.441±0.186	1.323±0.760
	15≤	0.012±0.004	0.022±0.016	0.019±0.039	0.654±0.143	0.418±0.269	1.052±0.966
	p-value*	<0.001	<0.001	0.065	0.033	<0.001	0.583
Worker scale	<5	0.044±0.027	0.228±0.198	0.202±0.519	0.796±0.298	0.619±0.448	1.038±1.047
	5~49	0.049±0.011	0.318±0.102	0.191±0.176	1.135±0.253	1.165±0.279	1.974±0.869
	50~299	0.016±0.005	0.082±0.071	0.048±0.079	0.515±0.101	0.921±0.255	1.087±0.293
	300~999	0.004±0.003	0.004±0.008	0.006±0.019	0.419±0.075	0.297±0.264	0.567±0.260
	1000≤	0.002±0.003	0.001±0.002	-	0.460±0.180	0.228±0.282	1.096±1.237
	p-value*	<0.001	<0.001	0.187	<0.001	<0.001	0.011
Industry	Manufacturing	0.021±0.005	0.110±0.048	0.106±0.065	0.663±0.084	0.777±0.266	1.568±0.683
	Construction	0.010±0.015	0.024±0.075	-	0.455±0.150	0.897±0.861	0.540±0.499
	Professional science, technology service	0.021±0.053	0.123±0.373	0.011±0.034	0.357±0.222	0.032±0.074	1.067±1.938
	Facility management, support service	0.021±0.036	0.151±0.352	-	0.623±0.290	1.109±1.270	0.473±1.272
	Health, social welfare service	-	-	-	0.199±0.121	0.085±0.095	0.277±0.260
	Etc	0.015±0.011	0.032±0.043	0.024±0.055	0.653±0.277	0.145±0.108	0.682±0.461
	p-value*	0.476	0.522	<0.001	<0.001	<0.001	0.079

* : T-test or ANOVA

평균 비율은 각각 0.645%, 0.653%, 1.199%이다.

납 취급근로자는 직업병 유소견자 연평균 비율에서 성별, 연령, 작업 기간, 사업장 규모에 따라 유의한 차이를 보였으며($p < 0.001$), 직업병 요관찰자 연평균 비율에서 성별, 연령, 작업 기간, 사업장 규모, 산업별로도 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 또한 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율은 모두 남성, 연령별로는 60

대 이상, 작업 기간은 1년 미만, 사업장 규모는 5~49인 의 경우에 높게 나타났으며, 직업병 요관찰자 연평균 비율의 경우 산업별로 설비관리 및 지원 서비스업에서 높게 나타났다.

카드뮴 취급근로자는 직업병 유소견자 연평균 비율에서 연령, 산업별로 유의한 차이를 보였으며($p < 0.001$), 직업병 요관찰자 연평균 비율에서 연령, 사업장 규모에

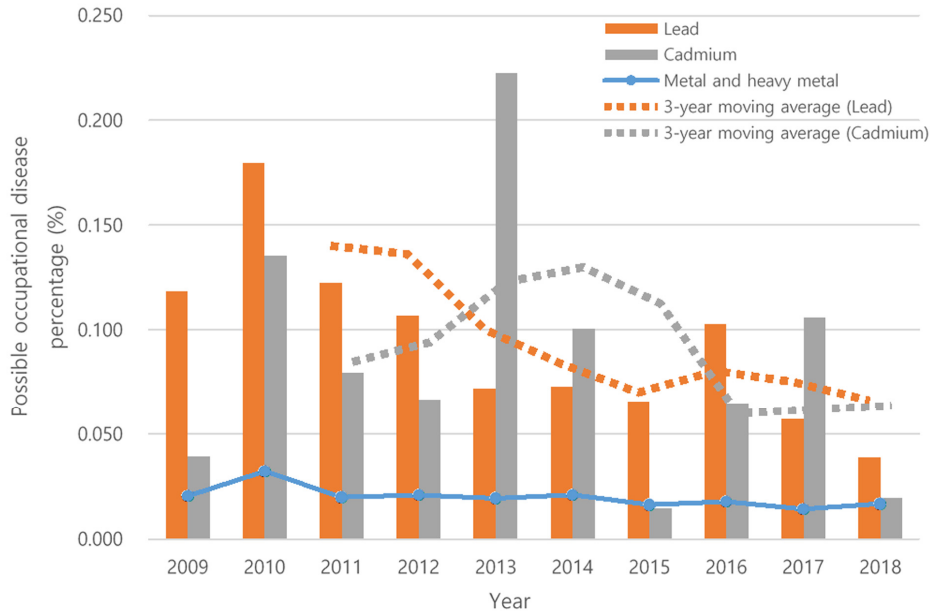


Figure 1. Trends in possible occupational diseases

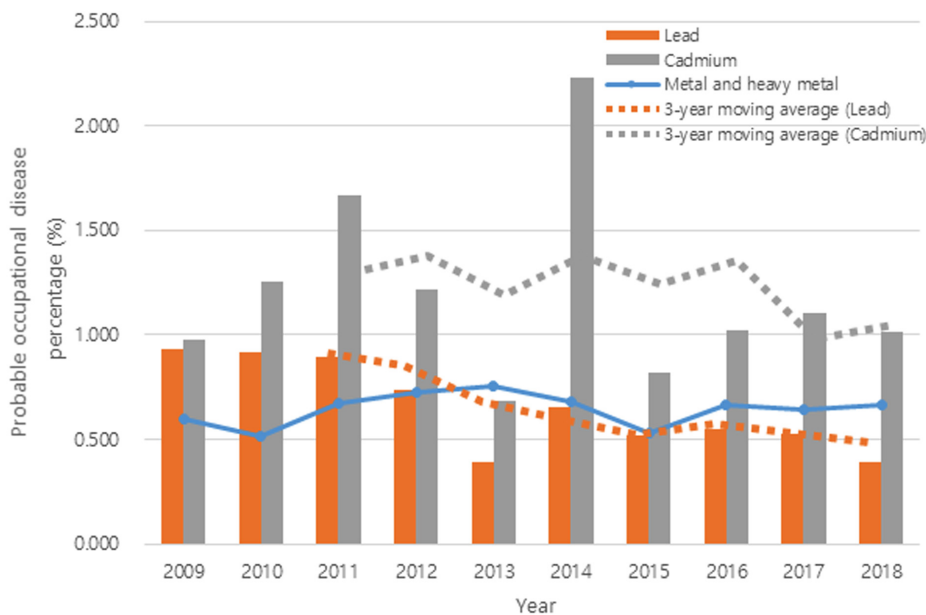


Figure 2. Trends in probable occupational diseases

따라 유의한 차이를 보였다(각각 $p < 0.001$, $p < 0.05$). 또한 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율 모두 연령별로는 60대 이상 높게 나타났으며, 직업병 유소견자 연평균 비율의 경우 산업별로는 제조업과 직업병 요관찰자 연평균 비율의 경우 사업장 규모는 5~49인의 경우에서 높게 나타났다.

한편, 전체 금속 및 중금속 취급근로자와 비교하여 납 취급근로자와 카드뮴 취급근로자는 작업 기간과 산업별로 직업병 유소견자 및 요관찰자의 연평균 비율이 다른 경향을 보였다.

최근 10년간 특수건강진단을 실시한 연 근로자수 대비 직업병 유소견자 및 요관찰자(연 근로자수)의 연도별 비율을 산정하여 전체 금속 및 중금속 취급근로자, 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자로 구분하였으며, 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자의 연도별 비율을 3년 이동평균으로 Figure 1, 2에 나타냈다.

Figure 1에서 납 직업병 유소견자의 연도별 비율은 3년 이동평균에서 대체로 감소하는 경향을 보였으며, 카드뮴 직업병 유소견자의 연도별 비율은 증가 이후에 감소하는 경향을 보였다. 전체 금속 및 중금속 취급근로자에 대한 직업병 유소견자는 대체로 감소하는 경향을 보였다. Figure 2에서 납 직업병 요관찰자의 연도별 비율은 3년 이동평균에서 대체로 감소하는 경향을 보였

며, 카드뮴 직업병 요관찰자의 연도별 비율은 증가와 감소를 반복하는 경향을 보였다. 전체 금속 및 중금속 취급근로자에 대한 직업병 요관찰자는 최근 3년 동안 다소 증가하는 경향을 보였다.

최근 10년간 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 사후관리 실시 내역을 누적한 결과는 Table 3과 같다.

납 직업병 유소견자는 총 481건이며, 사후관리 실시 내역 중 작업전환이 272건으로 가장 많았고, 근로금지·제한이 73건이었다. 납 직업병 요관찰자는 총 3,372건으로 이중 추적검사가 2,195건으로 가장 많았고, 보호구착용이 766건이었다. 카드뮴 직업병 유소견자는 총 34건이며, 사후관리 실시 내역 중 작업전환이 12건으로 가장 많았고, 근무 중 치료가 7건이었다. 카드뮴 직업병 요관찰자는 총 640건으로 이중 보호구착용이 325건으로 가장 많았고, 추적검사가 248건이었다.

Table 4에서 상관1은 유소견자 및 요관찰자와 주요 사후관리 실시 내역과의 관련성을 보기위해 최근 10년간 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율과 사후관리 실시 내역 비율과의 상관분석을 하였다. 상관1에서 사후관리 실시내역 중 납 직업병 유소견자는 보호구착용, 근무 중 치료, 작업전환, 납 직업병 요관찰자는 보호구착용, 추적검사, 카드뮴 직업병 요관찰자는 보

Table 3. Follow-up management status of cumulative possible occupational disease and probable occupational disease of lead and cadmium workers in the last 10 years

Classification variables	Possible occupational disease				Probable occupational disease			
	Lead worker		Cadmium worker		Lead worker		Cadmium worker	
	No.*†	%	No.*†	%	No.*†	%	No.*†	%
All	481	(100)	34	(100)	3372	(100)	640	(100)
No need	26	(5.4)	4	(11.8)	133	(3.9)	18	(2.8)
Health counseling	10	(2.1)	-	-	76	(2.3)	22	(3.4)
Wearing protective equipment	42	(8.7)	-	-	766	(22.7)	325	(50.8)
Tracking check	47	(9.8)	5	(14.7)	2195	(65.1)	248	(38.8)
On-duty treatment	10	(2.1)	7	(20.6)	89	(2.6)	7	(1.1)
Reduce working hours	-	-	-	-	10	(0.3)	3	(0.5)
Switch jobs	272	(56.5)	12	(35.3)	44	(1.3)	9	(1.4)
Prohibition, restriction of work	73	(15.2)	2	(5.9)	17	(0.5)	2	(0.3)
Other action	1	(0.2)	4	(11.8)	42	(1.2)	6	(0.9)

* : Worker[Annual workers(Calculated based on resident registration number, first health-screening date, hazard agents)] of follow-up management of possible occupational disease and probable occupational disease

† : If one person(possible occupational disease or probable occupational disease) has received two or more follow-up management decisions, the total number of judges is added to each decision

Table 4. The correlation between possible occupational disease(or probable occupational disease) proportion and follow-up management proportion

	Possible occupational disease		Probable occupational disease	
	Lead worker	Cadmium worker	Lead worker	Cadmium worker
Correlation 1[†]				
Wearing protective equipment, r*	0.737	-	0.660	0.889
p-value	0.015		0.038	<0.001
Tracking check, r*	-0.353	-0.065	0.946	0.200
p-value	0.318	0.859	<0.001	0.580
On-duty treatment, r*	0.795	0.278	-0.180	0.136
p-value	0.006	0.436	0.618	0.708
Switch jobs, r*	0.979	0.176	0.162	0.644
p-value	<0.001	0.626	0.654	0.044
Prohibition, restriction of work, r*	-0.493	-0.115	-0.337	0.015
p-value	0.148	0.751	0.341	0.966
Correlation 2[‡]				
Wearing protective equipment, r*	0.821	-	0.809	-0.266
p-value	0.007		0.008	0.490
Tracking check, r*	-0.577	0.105	0.447	-0.270
p-value	0.104	0.788	0.227	0.482
On-duty treatment, r*	0.252	-0.251	-0.611	-0.177
p-value	0.513	0.515	0.081	0.649
Switch jobs, r*	0.611	0.399	0.102	-0.542
p-value	0.080	0.287	0.794	0.132
Prohibition, restriction of work, r*	-0.739	-0.478	-0.592	0.358
p-value	0.023	0.193	0.093	0.344

* : pearson correlation coefficients

† : Correlation between possible occupational disease(or probable occupational disease) proportion and follow-up management proportion

‡ : Correlation between follow-up management proportion and possible occupational disease(or probable occupational disease) proportion for the following year

호구착용, 작업전환과 유의한 상관관계를 보였다.

상관2는 사후관리 실시 이후 유소견자 및 요관찰자 비율과의 관련성을 보기위해 주요 사후관리 실시내역 비율과 사후관리 실시 다음년도의 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율과의 상관분석을 하였다. 상관2에서 납 직업병 유소견자는 근로금지·제한과 유의한 역상관을 보였고, 요관찰자는 근로금지·제한 및 근무중 치료와 경제선상의 유의한 역상관을 나타냈다.

IV. 고 찰

무기 납 화합물은 축전지 제조(일산화납), 페인트나

염료 산업에서 가장 많이 사용되며, 특히 금속용 도료로 가장 중요한 것은 광명단(Pb_3O_4)으로 방청제 또는 초벌 작업을 한 재료로 사용된다. 산화납과 규산납은 요업에서 도자기 및 타일의 광택제, 지르코늄 및 티타늄 납은 전압기제품 등에 사용된다(Park et al., 2008). 카드뮴은 니켈, 금, 은, 주석, 구리 그리고 알루미늄 등의 합금과 플라스틱, 페인트, 유리, 세라믹, 에나멜, 고무, 가죽, 프린트 잉크 등의 색안료, 염화비닐의 내역 및 내광 안정제, 철, 탄소강, 구리합금 및 알루미늄합금의 전기도금, 니켈-카드뮴 배터리 제조, 광전기 셀 및 반도체 제조 등에 널리 이용된다(Kang et al., 1999).

최근 환경부의 '화학물질 통계조사 결과보고서'에 의

하면 2016년도 화학물질 조사사업장 21,911개에서 16,874종의 화학물질과 유통량 및 제조량은 각각 558.6백만 톤, 378.2백만 톤으로 1998년도와 비교하여 유통량 및 제조량이 모두 2배 이상 증가하였다(MoE, 2017). 2016년 연간 납 취급량은 162만 톤 이상으로 2006년과 비교하여 3배가량 증가한 수준이다(Park et al., 2008; MoE, 2017). 카드뮴은 2008년과 비교하여 2017년 배출업체는 감소하였으나 배출량, 이동량은 모두 증가하였다(MoE, 2017). 본 연구에서 금속 및 중금속 취급근로자, 납 취급근로자, 카드뮴 취급근로자 모두 사업장 규모 50~299명에서 가장 많은 비율을 보였고(Table 1), 2009년과 비교하여 2018년 취급근로자수도 모두 증가하였다(MoEL, 2009; 2018).

고용노동부는 1953년 근로기준법 제정으로 근로자 건강진단 실시를 의무화한 이후 2009년부터 특수건강진단기관으로부터 전산자료를 송부 받아 매년 근로자 건강진단 실시결과를 통계자료로 공개하고 있다. 특수건강진단은 작업장에서 유해요인에 노출되는 근로자들의 직업병을 조기진단하고 예방하는 것을 목적으로 한다(MoEL, 2018). Kim et al.(2008)의 연구결과에 따르면 지난 2000~2005년 6년간 특수건강진단 결과에서 금속, 납(연), 카드뮴과 그 화합물의 직업병 유소견자 판정률은 각각 0.01%, 0.02%, 0.01%였으며, 본 연구의 2009~2018년 10년간 전체 금속 및 중금속, 납, 카드뮴의 직업병 유소견자 연평균 비율(각각 0.02%, 0.094%, 0.085%)은 2000~2005년 6년간 보다 모두 높게 나타났다. 다만, 납 직업병 유소견자의 연간 비율은 감소하는 경향을 보였다(Figure 1).

납 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율은 본 연구에서 모두 남성과 60대 이상, 작업기간은 1년 미만에서 높게 나타났다. 이는 전체 납 취급근로자 중 남성의 비율이 86.6%로 높고, 현직 근로자에 대한 납 노출을 평가하는 대표적인 지표로 혈중 납은 반감기가 4~6주로 짧아 단기간에도 직업병 유소견자나 요관찰자로 판정될 수 있다. 또한 만성적으로 노출된 경우 체내에 납이 축적되며, 골 중 납이 혈액 속 혈장을 통하여 인체 조직으로 이동과 조직 내에서 납이 활성화되어 만성적인 독성 영향을 나타내고(Lee et al., 2019), 성인에서 낮은 수준의 노출에도 신장 기능감소, 혈압과의 관련성 등이 보고되고 있어(NTP, 2012; Kim et al., 2020), 노출환경과 함께 60대 이상의 취급근로자에서 납 직업병 유소견자 및 요관찰자가 높게 나타나는 것과 관련이

있을 것으로 보인다. 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율도 본 연구에서 모두 60대 이상에서 높게 나타났다. 혈중 카드뮴 농도는 반감기가 3~4개월로 누적 노출의 경우에는 체내에 축적되고 심혈관, 신경, 신장, 발달질환의 위험을 증가시키며, 낮은 수준의 카드뮴에도 태아기 노출이 신경발달에 악영향을 보였다(Faroon et al., 2012). 이는 취급근로자의 노출환경과 함께 60대 이상에서 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자가 높게 나타난 것과 관련이 있을 것으로 보인다. 한편 2014년 산업재해원인조사에서 유해인자의 노출질환은 60대 이상에서 높게 나타나 본 조사의 납 및 카드뮴의 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율과 같았지만, 작업기간은 20년 이상에서 높게 나타나 본 조사와 차이를 보였다(Lee, 2015). 질병명별 유해인자별 현황을 보면 중금속과 관련한 재해자수(명)는 전신성질환 및 장애, 호흡기계질환, 진폐증, 피부 및 피하조직의 장애, 피부염에서 보고되었다(Lee, 2015).

직업병 유소견자 및 요관찰자는 직업병[작업환경 중 유해인자와 관련성이 뚜렷한 질병(진폐, 난청, 금속 및 중금속중독, 유기화합물중독, 기타 화학물질 중독 등)]과 정의는 다르지만 유해인자로 인한 업무관련성, 작업환경이나 개인노출 정도, 개인의 감수성 등에 따라 유해인자로 인한 직업병으로 전환 될 가능성이 높다고 할 수 있다. Lee(2020)의 연구결과에서 2009~2018년 직업병 승인현황을 보면 금속류 51명, 연·연합금 4명, 카드뮴 15명이었다. 이중 카드뮴은 2017년에만 15명 모두 승인되었다. 다만, 이러한 결과는 직업병 유소견자 및 요관찰자의 연도별 발생추이와는 차이가 있다. 이는 금속류에 의한 건강장해는 질병이 발병한 연도 내지 이듬해에 산재 승인을 받는 경우가 상당히 높고, 2년 이내에 받는 경우는 93.8%로 거의 대부분을 차지하였으나 산재 승인이 2년 이후인 경우도 9명(6.2%)으로 나타났다(Lee, 2020). 또한 직업병자발생특성이 당일 작업환경에 따른 급성 노출이나 낮은 농도에서 장기간에 노출되어 발생하는 만성 노출 등 다양한 형태로 보고된데 일부 기인한다.

본 조사에서 특수건강진단 전체 사업장 중 산업별로 제조업과 사업장 규모 5~49인 사업장이 가장 많았다. 납 및 카드뮴의 직업병 유소견자 및 요관찰자의 비율도 제조업과 5~49인 사업장이 가장 많았으며, 납의 경우 산업별로 사업시설관리 및 사업지원 서비스업에서도 높게 나타났다. 2014년 산업재해원인조사에서는 조사년

도에 따라 다소 차이는 있으나 평균비율로는 5~49인 사업장이 가장 많았으며, 산업별로는 광업과 제조업 순으로 유해인자 노출질환 비율이 높았다(Lee, 2015). 한편 특수건강진단 실시사업장의 직업병 유소견자 및 요관찰자 판정을 받은 근로자가 2개 년도에 반복 발생한 사업장의 비율이 78.8~81.5%로 비교적 높게 나타나고 있는데 이는 장기간 노출에 기인하는 직업성질환의 특징과 근로자를 동종 유사 작업에 숙련시켜 생산성을 향상시키는 제조업종의 근로자 관리 형태와 무관하지 않다고 보고하였다(Choi et al., 2006).

직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 사후관리 조치 내역은 건강상담 등 9가지이며, 이중 본 조사에서 지난 10년간 납 및 카드뮴 직업병 유소견자에 대한 사후관리 조치내역은 작업전환이 가장 많은 비율을 나타냈다. 사후관리 실시내역과 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율과의 관련성에 대한 분석에서 사후관리 실시내역 중 근로금지·제한은 납 직업병 유소견자 비율과 유의한 역상관을 보였고, 납 직업병 요관찰자는 근로금지·제한, 근무중 치료와 경계선상의 유의한 역상관을 나타냈다. 이는 납 직업병 유소견자 및 요관찰자의 경우에는 근로금지·제한과 같은 적극적인 사후관리 실시가 유소견자 및 요관찰자의 감소에 의미가 있는 것으로 볼 수 있다. 다만, 이러한 결과는 작업장 노출환경 개선, 개인위생 등 직접적인 영향요인이 모두 고려되지는 않았으며, 특수검진이 1년에 한번 이루어지기 때문에 사후관리 결과가 다음연도에 반영된다는 것을 전제로 하고 있고 사후관리결과의 지연효과 등에 대한 부분도 이후 연구에서 고려되어야 한다.

Ahn et al.(2019)은 2008~2017년 기간 동안 우리나라 일반인구집단의 납 및 카드뮴 노출수준이 혈중 납은 2.37 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 에서 1.46 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 38.4%감소했고, 대기 중 납도 61.0%로 감소했으며, 혈중 카드뮴은 0.88 $\mu\text{g}/\text{L}$ 에서 0.72 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 18.2%감소했고, 대기 중 카드뮴도 63.6% 감소했다고 보고한 바 있다. Kim et al. (2013)은 2008~2011년 기간에 일반인구집단의 혈중 납 수준은 2.32 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 에서 2.15 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 감소하는 추세이며, 같은 기간에 납 노출 근로자의 혈중 납 수준도 4.39 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 에서 3.53 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 감소 추세를 보였으나 일반인구집단에 비해 높았다고 보고하였다. Ahn et al. (2016)의 일개 제련업 공장 남성 근로자 631명을 대상으로 한 연구에서도 혈중 납 또는 혈중 카드뮴 농도가 각각 6.572 $\mu\text{g}/\text{dL}$, 1.265 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 한국인 남자 혈중 납

및 혈중 카드뮴 평균 농도(각각 2.34 $\mu\text{g}/\text{dL}$, 0.79 $\mu\text{g}/\text{L}$)보다 높게 나타났다. 이렇듯 다양한 연구에서 납 및 카드뮴 취급근로자의 노출수준은 일반인구집단에 비해서 여전히 높고 사업장에서의 납 및 카드뮴 취급량 및 취급근로자는 최근까지 증가하고 있어 유해인자에 따른 직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 적절한 사후관리가 무엇보다 중요해 보인다.

본 연구의 통계자료는 근로자 건강진단 실시결과로 연 근로자수는 주민등록번호, 최초검진일, 유해인자를 기준으로 집계한 것으로 중복검진(특수 건강진단 대상 유해인자의 실시주기가 12개월 이내거나 이직·부서변경·근무지 변경 등으로 특수건강진단을 1년에 2회 이상 검진을 실시한 경우)을 실시한 근로자의 경우 중복 집계될 수 있는 자료이며, 사후관리조치 판정에서 1명의 유소견자가 2가지 이상 질병 판정을 받은 경우 각 판정별로 합산한 자료이다(MoEL, 2018). 또한 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 감소의 직접적인 영향 요인으로 작업장 노출환경, 개인위생 등이 고려되지 않아 이후 연구에서 함께 고려되어야 한다. 이러한 자료의 제한점과 최근 납 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율의 감소경향에도 납 및 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자에 대한 일반적 특성은 만성 노출에 의한 직업병 예방 관리와 짧은 기간 동안이라도 직업적 노출을 최소화하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있었고, 인구학적 특성, 사업장규모나 산업별특성, 유해인자에 따른 사후관리에 참고가 될 수 있다.

V. 결 론

근로자 건강진단 실시결과를 활용하여 우리나라에서 최근 10년간 납 또는 카드뮴 취급근로자중 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율을 산정하고 발생 추이를 확인하였다. 또한 이 자료와 사후관리 실시 내역과의 상관관계를 분석하여 사후관리 실시 이후 납 또는 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율 감소와의 관련성에 대해 검토하였다.

최근 10년간 납 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율은 감소하는 추세이며, 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율은 대체로 증가와 감소를 반복하였다. 납 취급근로자 중 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율은 모두 남성과 60대 이상, 작업기간은 1년 미만, 사업장규모는 5~49인에서 높게 나타났고, 산업별

로는 설비관리 및 지원 서비스업에서 납 직업병 요관찰자가 높게 나타났다. 카드뮴 취급근로자 중 직업병 유소견자 및 요관찰자 연평균 비율은 모두 60대 이상에서 높게 나타났으며, 산업별로는 제조업에서 직업병 유소견자, 사업장규모는 5~49인에서 직업병 요관찰자가 높게 나타났다.

사후관리 실시 내역 중 작업전환 비율이 납 및 카드뮴 직업병 유소견자에서 모두 높았고, 납 및 카드뮴 직업병 요관찰자에 대해서는 각각 추적검사와 보호구착용 비율이 높았다. 사후관리 실시 이후 납 또는 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자 비율 감소와의 관련성에서 납 직업병 유소견자는 근로금지·제한과 유의한 관련성을 보였고, 납 직업병 요관찰자는 근로금지·제한, 근무 중 치료와 경제선상의 유의한 관련성을 보였다. 다만, 카드뮴 직업병 유소견자 및 요관찰자는 유의한 관련성을 보이지 않았다.

자료의 제한점에도 납 직업병 유소견자 및 요관찰자의 사후관리 실시내역 중 근로금지·제한, 근무 중 치료와 같이 보다 적극적인 조치가 유소견자 및 요관찰자 비율 감소와의 관련성이 있다는 것을 확인한데 의미가 있으며, 취급근로자의 노출환경, 개인위생 등을 포함한 추가적인 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행하였음.

References

Ahn HC, Sung JH, Sim CS, Lee JH, Kim YH. Relevance to cadmium exposure and blood pressure in one smelter worker. The Korean Society of Occupational And Environment Conference. 2016; 11:339-340

Ahn KD, Noh JH, Choi JW, Noh YM, Park DW et al., Development of data establishment and revision of permissible exposure level. Ulsan; Occupational Safety and Health Research Institute Research.; 2002. p. 109-153

Ahn JO, Kim NS, Lee BK, Oh IB, Kim YH. Changes of atmospheric and blood concentrations of lead and cadmium in the general population of south Korea from 2008 to 2017. Int J Environ Res Public Health

2019;16:2096

Ahn JO, Kim NS, Lee BK, Park JS, Kim YH. Association of Blood Pressure with Blood Lead and Cadmium Levels in Korean Adolescents: Analysis of Data from the 2010-2016 Korean National Health and Nutrition Examination Survey J Korean Med Sci 2018;33(44):e278

Bellinger DC. Prenatal exposures to environmental chemicals and children's neurodevelopment: an update. Saf Health Work 2013;4(1):1-11

Choi SW, Kim JH, Lee KY. Characteristics of workplace that occur repeatedly possible occupational disease(D1) and probable occupational disease (C1). The Korean Society Of Occupational And Environment Conference. 2009;11:623-625

Engin Y, Mehmet KD, Emre D, Hakan A, Özgür K et al., Is the concentration of cadmium, lead, mercury, and selenium related to preterm birth? Biological Trace Element Research 2019;191,306-312

Faroon O, Ashizawa A, Wright S, Tucker P, Jenkins K et al., Toxicological profile for cadmium; ATSDR: Atlanta, GA, USA, 2012. p. 48-104

Jeong KS, Park H, Ha E, Hong YC, Ha M et al., Performance IQ in children is associated with blood cadmium concentration in early pregnancy. J Trace Elem Med Biol 2015;30(1):107-111

Kang SK, Yang JS, Kim DS. Health impact assessment of exposed workers to hazardous substance (Cadmium). Ulsan; Occupational Safety and Health Research Institute Research.; 1999. p. 2

Kim EA, Lee YJ, Choi SW, Kang SK. Decision rate of possible occupational disease in the past 6 years (2000-2005) in Korea special health-screening program. The Korean Society Of Occupational And Environment Conference. 2008;11:312-316

Kim JH, Kim EA, Go DH, Byeon KH, Ryu HW et al., Blood lead level of lead exposure workers shown in special screening data for 2003-2011. The Korean Society Of Occupational And Environment Conference. 2013;11:790-791

Kim MG, Kim YW, Ahn YS. Does low lead exposure affect blood pressure and hypertension? J Occup Health 2020;62:e12107

Kjellstrom T, Nordberg GF. A kinetic model of cadmium metabolism in the human being. Environ Res 1978;16:248-269

Lee DH. A study on trends and characteristic of occupational diseases due to chemical exposure except for cancers during 2001~2018 in Korea. Master's thesis, Hansung University of Korea, Seoul. 2020. p. 9-45

- Lee HJ, Lee KY, Choi SW. Analysis of decision-making period of possible occupational disease and probable occupational disease of the person who was diagnosed with a special health-screening program after joining the company. The Korean Society of Occupational And Environment Conference. 2009;11:486-488
- Lee SB, Lim CH, Kim NS. The study on possibility of use of lead in plasma as a chronic toxicity biomarker. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2019; 29(2):195-207
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2009.; 2009. p. 64-177
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2010.; 2010. p. 58-171
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2011.; 2011. p. 58-173
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2012.; 2012. p. 58-172
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2013.; 2013. p. 59-176
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2014.; 2014. p. 58-172
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2015.; 2015. p. 60-174
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2016.; 2016. p. 60-173
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2017.; 2017. p. 58-173
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of workers' health examination in 2018.; 2018. p. 60-177
- Ministry of Environmental(MoE). Results report for chemicals statistic survey; 2017 [Accessed 2020 May 11]. Available from: http://www.index.go.kr/potal/stts/idxMain/selectPoSttsIdxSearch.do?idx_cd=2791&stts_cd=279102&freq=R
- National Toxicology Program. NTP Monograph: Health Effects of Low-Level Lead. In NTP Monograph; National Toxicology Program: Research Triangle Park, NC, USA, 2012. p. 61-87
- Lee KH. Survey on the cause of industrial accident in 2014 (work-related disease). Ulsan; Occupational Safety and Health Research Institute Research.; 2015. p. 46-69, 229-232
- Park JS, Byun IG, Cho KA. Survey on the status of using lead and its compounds in Korea. Ulsan; Occupational Safety and Health Research Institute Research Report.;2008. p. 4-14
- Wang Y, Chen I, Gao Y, Whang Y, Wang C et al., Effects of prenatal exposure to cadmium on neurodevelopment of infants in Shandong, China. Environ Pollut 2016;211:67-73

<저자정보>

김남수(연구부교수), 김용배(교수)