

지·면·보·수·교·육

중금속 중독

3

중금속 침입 사업장의 보건관리(환경관리와 개인관리)



최 재 욱

고려대 보건대학원 환경 및 산업보건학과, 환경의학연구소

Occupational Health Management for Heavy Metals

Jaewook Choi

Graduate School of Public Health, Institute for Occupational & Environmental Health, Korea University

중금속은 생체에 있어 필수적인 물질인 동시에, 그 양이나 종류에 따라 독성을 나타내는 경우가 있다. 중금속의 직업적인 노출은, 일반적으로 작업 중에 분진 (Dust or particle) 이나 흠(Fume), 가스(Gas)의 형태로 호흡기,

소화기, 피부를 통하여 체내에 침입, 축적되어 직업성 질환을 일으킨다. 작업장에서 직업적으로 노출될 수 있는 중금속의 종류 및 발암성 물질로 알려진 물질등은 다음과 같다(표 1, 2).

중금속의 종류	발 생 원
연 (Lead): Pb	배터리, 페인트 제조업, 연 합금 등의 작업
크롬 (Chromium): Cr	크롬산염, 크롬색소도금제조업, 크롬도금, 피혁산업 등의 작업
수은 (Mercury): Hg	수은전해, 온도계 등의 계기산업, 형광등 제조업 등의 작업
니켈 (Nickel): Ni	니켈정련, 니켈도금, 니켈합금 등의 작업
카드뮴 (Cadmium): Cd	원자료용재료, 전자공업재료, 금속피복, 카드뮴합금 등의 작업
망간 (Manganese): Mn	건전지, 광산채굴현장, 용접 등의 작업
비소 (Arsenic): As	비소를 포함한 광석의 동 제련 공장, 농약, 안료, 방부제, 의약품 제조 등의 작업

표1) 작업장에서 직업적으로 노출되는 중금속

발암성 중금속의 종류	암의 종류
6가 크롬 (Cr6+) 및 그 화합물	폐 종양
2가 니켈 (Ni) 그 화합물 (Ni3S2, NiO, NiS)	비강암, 폐암
비소 (As)	폐암, 피부암, 간암, 방광암, 백혈병
염화카드뮴 (CdCl2), 탄산카드뮴 (CdSO4)	폐암, 전립선암, 랑게르한스세포종양
베릴륨 (Beryllium): Be	

표2) 발암성 물질로 알려진 중금속

1. 작업환경 관리

1) 중금속에 대한 건강장해의 인식 (Recognition of Hazards by Metals)

사업주, 보건/안전관리자, 근로자를 대상으로 취급 혹은 사용하는 중금속 물질에 대한 건강장해의 인식은 산업보건 사업을 시행하는데 있어서 중요한 요인이며 첫걸음이 된다. 이를 위하여 작업장에서 노출될 수 있는 중금속의 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet)와 유해물질표시(Label) 등 유해물질에 관한 정보를 사용하여 중금속에 대한 건강장해 보건교육자료로 활용하거나, 보호구 착용 요령, 국소/전체환기장치 점검 등을 실시하여야 한다. 상기 자료들을 한 페이지로 요약하여 교육용 혹은 해당 작업 장소에 부착하기 쉬운 형태로 제작된 one page sheet를 활용하는 것도 효과적인 방법이다. MSDS 혹은 UNEP에서 제작하여 국문으로 번역한 one page sheet를 구할 수 있는 인터넷상의 자료원은 한국산업안전공단 자료실(<http://www.kosha.or.kr/>)과 산업중독센터(<http://kcic.nier.go.kr/>)를 이용하면 된다.

2) 중금속에 대한 위험성 평가 (Risk Assessment of Metals)

작업장 유해물질의 관리의 위험성 평가 결과에 기초하여 판단하여야만 한다. 제한된 자원으로 효과적인 관리를 위하여 우선순위에 기초하여 관리 대상 물질 및 관리 대상 방법의 선정이 필요하다. 위험성의 평가는 유해물질에 따라 NRC(National Research Council)의 유해성 평가를 위한 4가지 단계(1983)인, 유해성의 확인(Hazard Identification), 양-반응평가

(Dose-response Assessment), 노출평가(Exposure Assessment) 및 위험성 판정(Risk Characterization)의 절차로 구성되어 있다.

위험성 평가는 그 수준에 따라 외부 전문가에게 의뢰하거나 기존 작업환경측정 결과 및 자료들에 기초하여 자체적으로 실시할 수도 있다.

(1) 유해 정보의 수집

a. 물질안전보건자료(MSDS-Material Safety Data Sheet)

물질 및 회사정보, 조성 및 성분정보, 위험유해성의 요약, 응급처치, 화재시의 조치, 누설시의 조치, 취급 및 저장상의 주의, 노출방지 및 보호조치, 물리적 혹은 화학적 성상, 안정성 및 반응성, 유해성정보, 환경영향정보, 폐기시의 주의, 운송상의 주의, 적용법령, 기타정보

b. 문헌정보

- 1차 정보 - 전문과학잡지, 연구보고서, 학회발표기록, 관보 등
- 2차 정보 - 국제기관, 행정기관, 민간기관 등이 요약한 데이터베이스, 보고서류, 과학적 종설, 서적 등

(2) 위험성평가

a. 위험성 평가에 영향을 미치는 요인

유해물질의 존재양식, 노출농도 혹은 노출량, 노출경로, 노출기간 노출형태 (단일노출 혹은 중복노출, 일시적 혹은 연속적 노출), 노출을 받는 근로자의 속성 (성, 연령, 생활습관 등), 기타환경요인 (노출시의 온도, 습도 등)

b. 유해성의 종류 확인

- MSDS에 의한 유해성 항목의 분류

급성독성 (Acute Toxicity), 국소영향 (Dermal/Eye Irritation), 감작성(Sensitization), 만성독성 (Chronic Toxicity), 장기독성 (Long Term Toxicity), 발암성 (Carcinogenecity), 변이원성 (Germ Cell Mutagenecity), 최기형성, 생식독성 (Reproductive Toxicity), 기타 (물과 반응하여 유해가스를 발생하는 것 등)

●OECD 및 UN환경개발회의 Agenda21에 의한 유해성 항목의 분류 - 급성독성, 피부/눈에 대한 자극성/부식성 (Dermal/Eye Irritation/Corrosion), 호흡기 및 피부감작성 (Respiratory/Dermal Sensitization), 변이원성, 발암성, 생식독성, 표적장기독성 (Target Organ Oriented Systemic Toxicity: 1회 노출 및 반복노출에 의한 간, 신장 등의 장기와 신경계, 면역계, 순환기계 등의 시스템에 대하여)

c. 위험성의 정성적 평가 및 정량적 평가

다양한 통계학적 기법을 사용한 계량적 평가 모형이 사용되고 있으나 이를 작업장에서 자체적으로 응용하는 것은 어렵다.

d. 기준치, 노출 한계치의 검토 및 노출 평가

통상 신규화학물질의 위험성 평가는 기준치 설정이 필요하며 이때 사용하는 표준방법으로서 WHO(1994)의 Environmental Health Criteria 170 (잔류농약, 식품첨가물, 대기 및 수질오염물질 등의 모든 유해물질에 관한 표준 방법)을 이용하여 무독성량(No Observed Adverse Effect Level, NOAEL)과 최소독성량 (Lowest Observed Adverse Effect Level, LOAEL)을 결정하게 된다.

그러나 사업장에 작업관리 및 보건관리 목적으로 실시하는 위험성 평가는 기존 화학물질이기 때문에 기존 설정된 작업장 허용기준등을 참고하여 판단하면 된다. 우리나라의 중금속 물질의 작업장 기중 허용기준 및 체내 대사산물의 허용기준은 노동부가 제정하고 있으며 구체적인 기준은 노동부 및 한국산업안전공단의 자료실에서 확인할 수 있다.

(<http://www.kosha.or.kr/>)

e. 유해물질의 위험성(Risk) 판정

상기의 과정을 거쳐 작업장에서 사용하는 중금속에 대한 위험성을 결정하게 되며, 판단된 위험성의 크기 및 심각도에 따라 관리의 우선 순위를 결정할 수 있다.

3) 중금속에 대한 대책 (Control of Hazards by Metals)

환기 (Ventilation), 격리 (Isolation), 대체 (Substitution)의 원리를 이용하여 발생원 (Source), 매개체 (Air Path), 작업자 (Receiver)의 관점에서 대책을 강구

(1) 주요 관리 대책

- a. 유해성이 적은 물질로 대체 (Substitution With A Less Harmful Material)
- b. 공정의 변경 (Change of Process)
- c. 작업공정의 포위 (Enclosure of Process: Glove Box)
- d. 공정의 격리 (Isolation of Process)
- e. 습식작업 (Wet Methods): 오염원의 비산방지
- f. 국소배기장치 (Local Exhaust Ventilation System: Capture At Source): 오염원의 발생 원으로부터 제어 개념으로 작업자의 작업 형태, 중금속의 발생형태 등을 고려하여 적절한 Hood와 Duct 그리고 처리장치 (집진설비 혹은 가스처리장치) 를 갖춘 설비를 이용함으로써 작업자의 중금속 노출을 줄임
- g. 설비관리 (Adequate Maintenance Program)
- h. 작업장 관리 (Housekeeping: Immediate Clean-up):

2. 중금속 노출 근로자의 보건관리 대책

(1) 일반대책

다음의 사항은 중금속 작업자의 직업병을 예방하기 위하여 사업장에서 실시할 수 있는 일반 관리 대책들이다.

- a. 훈련과 교육 (Training and Education)

- b. 작업시간 조절 (Rotation of Workers: Split Up Dose)
- c. 개인보호구 (Personal Protective Devices: 소극적 대책의 한 가지로서, 방진마스크, 가스마스크, 보안경, 안전화, 안전모, 앞치마를 포함한 보호의, 고무장갑 등)
- d. 작업환경측정 : 취급 혹은 사용물질에 대한 정기적인 환경측정을 실시하므로써 근로자의 작업환경을 평가하여 기술적 혹은 관리적인 적절한 대책을 제시
- e. 특수건강진단 : 노출관련 물질에 대한 특수건강진단을 실시하여 취급 혹은 사용물질과의 직업적인 관련성을 평가하여 의학적 혹은 관리적인 적절한 대책을 제시

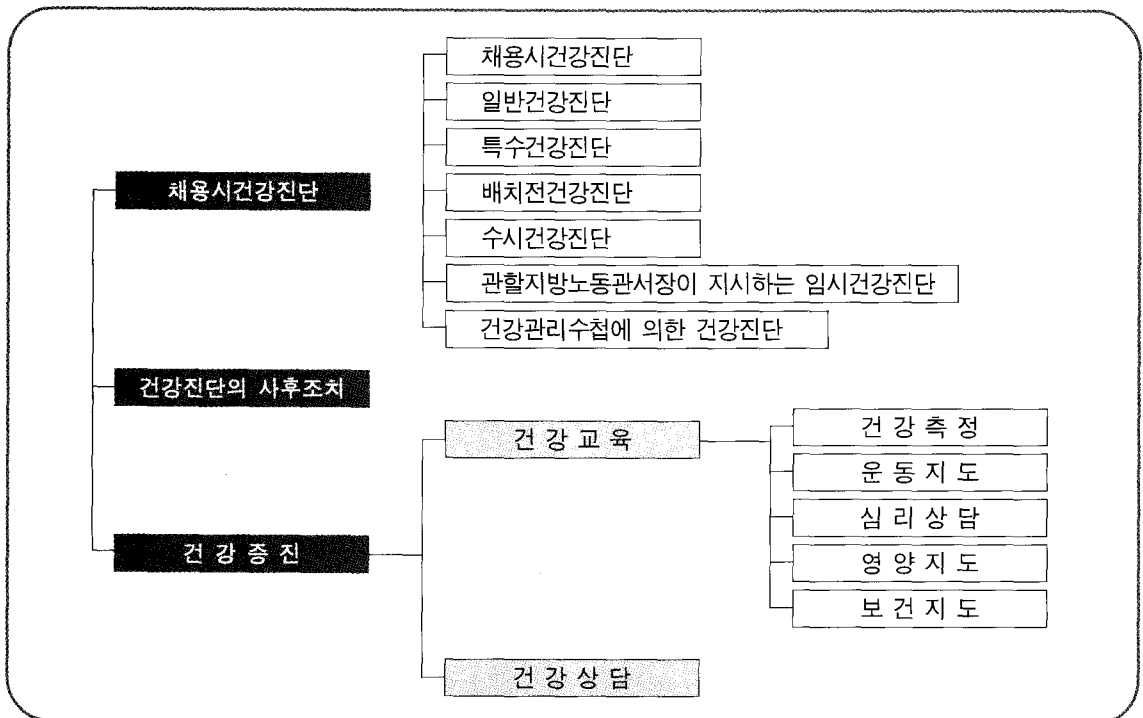
고 건강증진으로 구성되어있다(그림 1). 실제 근로자 건강진단의 구체적 실시 기준 및 방법은 그림 2와 같다.

근로자 건강진단의 실시 및 관리상 주의하여야 할 것은 현행 법정 근로자 건강진단중 배치전 건강진단은 작업자의 적성배치를 위한 것으로 채용의 불합격 여부를 판정하는데 사용하여서는 안된다는 것과, 사업주가 채용시 실시하는 채용시 건강진단은 법정의 건강진단으로서 법적 구속력이 없다. 즉, 배치전 건강진단으로 대치될 수 없는 것이다. 이는 일부 질환자들이 채용에 있어서 불리한 대우를 받을 수 있는 피해를 막기 위한 것이다.

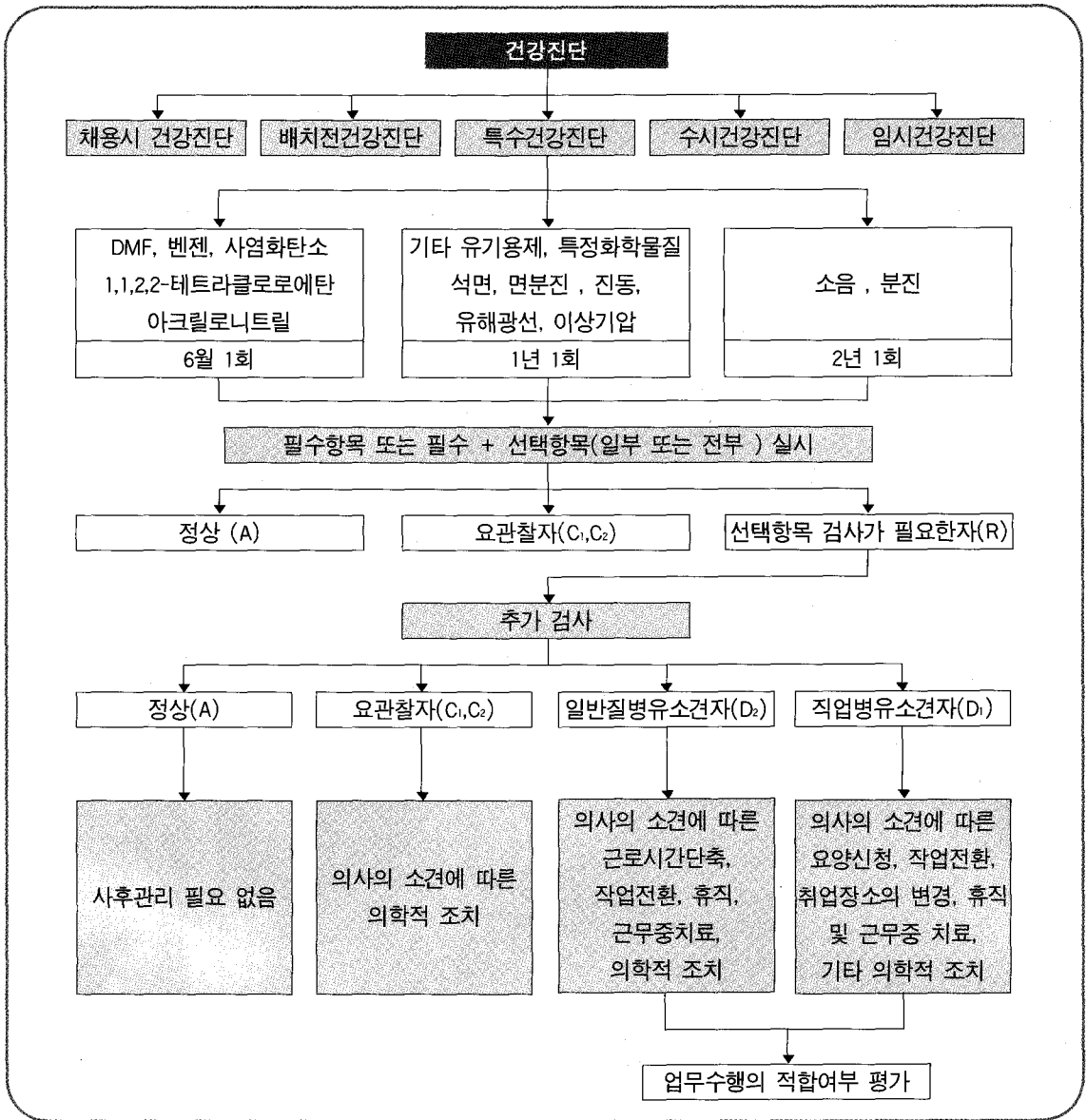
또한 건강진단은 직업병자를 진단하기 위하여 설계된 것이 아니라는 것도 유념하여야 할 필요가 있다. 즉 건강진단의 결과는 의사의 소견에 따른 요양신청, 작업전환, 취업장소의 변경, 휴직 및 근무중 치료 및 기타 의학적 조치등과 같이 작업 적합성을 평가하기 위한 것이므로, 건강진단의 결과에 따른 사후조치가 근로자 건강관리의 중요한 출발점이 되어야만 한다(그림 2).

(2) 건강관리의 주요 내용 및 대책

근로자 건강관리의 중요한 내용이면서 건강관리에 가장 필요한 정보는 근로자 건강진단 결과이다. 일반적으로 근로자 건강관리의 주요 내용은 목적에 맞게 실시되어야 하는 각종 근로자건강진단과 그 결과에 따른 사후조치 그리



〈그림1〉 건강관리의 흐름



〈그림2〉 근로자건강진단 흐름도

참고문헌

- 노동부: 알기 쉬운 산업보건관리. 노동부 산업보건환경과, 1999
- 노동부 한국산업안전공단 자료실(<http://www.kosha.or.kr/>)
- 환경부 국립환경연구원 산업중독센터(<http://kcic.nier.go.kr/>)
- Barbara A. Plog: Fundamentals of Industrial Hygiene, 3rd, National Safety Council, 1993
- Carl Zenz: Occupational Medicine, 3rd, Mosby, 1994
- William N. Rom: Environmental & Occupational Medicine, 3rd, Lippincott, 1998

- Araki S: Toxicology, Asakura, 2002
- OECD: Harmonized Integrated Hazard Classification System for Human Health and Environmental Effects of Chemical Substances. As endorsed by the 28th Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals in November 1998
- WHO: Environmental Health Criteria 170, Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-based Exposure Limits, 1994
- Curtis D. Klaassen: Casarett & Doull's Toxicology, 5th Edition, McGraw-hill, 1996

