

KOSHA CODE

H - 134 - 2021

납과 그 무기화합물 노출 근로자의
건강관리지침

2021. 10.

한 국 산 업 안 전 보 건 공 단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 김대성
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 이나루
- 제정경과
 - 2004년 10월 KOSHA Code 산업의학분야 제정위원회 심의
 - 2004년 12월 KOSHA Code 총괄제정위원회 심의
 - 2013년 6월 KOSHA Guide 산업의학분야 제정위원회 심의
 - 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(법령 및 규격 최신화)
- 관련규격 및 자료
 - U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. Lead standard, 29 CFR Part1910.1025, Washington DC, US Government Printing Office, 1990
 - Fischbein A. Ch. 68 Occupational and environmental exposure to lead. In Rom WN. Environmental and occupational medicine. 6th ed. Lippincott-Raven publishers, Philadelphia, 2006
 - International agency for research on cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 23 Some Metals and Metallic Compounds. 1998
 - International agency for research on cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 87 Inorganic and Organic Lead Compounds. 2006
 - 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침: 제2권 유해인자별 특수건강진단 방법, 금속류-2 납과 그 화합물. 2020-산업안전보건연구원-350
 - 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 유해인자에 의한 건강영향과 관리: 납. 보건분야-보고서 연구원 2003-41-268, 2003
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건법 제18조(보건관리자), 같은 법 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등)
 - 산업안전보건법 제22조(산업보건역), 같은 법 시행령 제31조(산업보건역의 직무 등)
 - 산업안전보건법 제130조(특수건강진단)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(<http://kosha.or.kr>) 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2021년 10월

제정자 : 한국산업안전보건공단 이사장

납 및 그 무기화합물 노출 근로자의 건강관리지침

1. 목적

이 지침은 납 및 그 무기화합물(이하 “납”이라 한다)에 노출되는 근로자를 대상으로 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제130조(특수건강진단) 제202조(특수건강진단의 실시 시기 및 주기 등), 제204조(배치전건강진단의 실시 시기)의 규정에 의하여 건강진단을 실시하거나 법 제18조(보건관리자) 제2항 및 같은 법 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등), 법 제22조(산업보건의) 제2항 및 같은 법 시행령 제31조(산업보건의의 직무 등)의 규정에 의하여 보건관리자 및 산업보건의의 직무를 수행함에 있어 납에 의한 건강장해를 평가하고 근로자의 건강장해를 예방, 관리하는데 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 건강진단기관의 의사 및 사업장의 보건관리자와 산업보건의 등이 납에 노출되는 근로자의 건강장해를 평가하고 근로자의 건강장해를 예방, 관리하는 과정에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “증상”이라 함은 병을 앓을 때 나타나는 여러 가지 상태나 모양으로 환자에 의하여 인식되는 불쾌감을 말한다.

(나) “징후”라 함은 어떤 질환의 존재를 표시하는 질환의 객관적인 소견 또는 증거를 말한다.

(다) “검사소견”이라 함은 의사가 검사결과에 근거하여 판단하는 의학적 견해를 말한다.

(2) 이 지침에 사용하는 업종은 한국표준산업분류(통계청 고시 2007-53호)에 기술된 정의에 따른다.

(3) 그 밖에 이 지침에 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한규칙과 고용노동부 고시, 과학기술용어집(한국과학기술한림원, 1998) 및 의학용어집(영한·한영 의학용어집 제5집. 대한의사협회 의학용어 실무위원 저, 대한의사협회, 2009)에서 정하는 바에 따른다.

4. 납의 물리·화학적 성상

납의 물리·화학적 성상은 <표 1> 과 같다. 납을 가열하면 500 ~ 600℃ 사이에 흙이 다량으로 발생하기 시작하고 온도가 올라가면서 기화가 심해지고 산화 납(PbO)으로 된다. 납은 2가와 4가 상태의 화합물로 존재하는데 일반적으로 2가 형태이나 광명단(Pb₃O₄)은 2가와 4가의 혼합형태이다.

<표 1> 납의 물리·화학적 성상

구분	금속 납	산화 납	스테아린산 납	질산 납
화학식	Pb	PbO	(C ₁₈ H ₃₅ O ₂) ₂ Pb	PbN ₂ O ₆
CAS 번호	7493-92-1	1317-36-8	1072-35-1	10099-74-8
분자량	207.20	223.21	774.2	331.23
색상	파란-회색	빨간-노란색	흰색	흰색
물리적 상태	고체	가루	가루	고체
녹는점(℃)	327.4	886	100~125	470 (분해)
끓는점(℃)	1,740	1,472	자료 없음	자료 없음
비중(g/cm ³)	11.34 (20℃에서)	9.3	1.4 (20℃에서)	4.53 (20℃에서)
용해도				
- 물(g/L)	녹지 않음	0.01 (20℃에서)	녹음 (20℃에서)	376.5 (0℃에서)
- 질산	녹음	녹음	자료 없음	녹지 않음
- 가열된 진한 황산	녹음	자료 없음	자료 없음	자료 없음
증기압(mmHg)	1.77 (1,000℃에서)	1 (943℃에서)	자료 없음	자료 없음

<계속>

구분	염화 납	인산 납	황산 납	황화 납
화학식	PbCl ₂	Pb ₃ (PO ₄) ₂	PbSO ₄	PbS
CAS 번호	7758-95-4	7446-27-7	7446-14-2	1314-87-0
분자량	278.11	811.54	303.26	239.26
색상	흰색	흰색	흰색	검은 파란색
물리적 상태	가루	고체	고체	가루
녹는점(℃)	501	1,014	1,170	1,114
끓는점(℃)	950	자료 없음	자료 없음	1,281
비중(g/cm ³)	5.85 (20℃에서)	6.9~7.3	6.2	7.5
용해도				
- 물(g/L)	9.9 (20℃에서)	0.0014 (20℃에서)	0.043 (25℃에서)	0.0086 (13℃에서)
- 질산	자료 없음	녹음	물보다는 잘 녹음	녹음
- 가열된 진한 황산	자료 없음	자료 없음	약간 녹음	녹음
증기압(mmHg)	1 (547℃에서)	자료 없음	자료 없음	1 (852℃에서)

5. 납 노출 위험이 높은 업종 또는 작업

납을 취급하는 업무에 종사하는 모든 근로자들은 납에 노출될 위험이 있으나 그 중에서도 중점적으로 관리해야 할 납에 노출될 위험이 높은 업종 또는 작업은 <표 2>와 같다.

<표 2> 납 노출 위험이 높은 업종 또는 작업

구 분	업종 또는 작업
납 및 납 함유 제품 제조업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연 및 아연 제련 · 정련 · 합금 제조업 ○ 고철가공처리업 <ul style="list-style-type: none"> - 납 제품을 수리 · 해체하는 공정 ○ 달리 분류되지 않은 플라스틱 일반성형제품제조업
납을 원료로 사용하는 제조업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무기안료, 염료 및 기타 금속산화물 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 금속용(광명단) 및 요업용 안료 제조업 ○ 플라스틱 제품 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 선, 봉, 관 및 환 제조업 - 플라스틱 합성피혁 제조업 - 벽 및 바닥 피복용, 위생용 플라스틱 제품 제조업 - 플라스틱 포대, 봉투, 포장용기 제조업

<계속>

<p>납을 원료로 사용하는 제조업</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○도금업 ○도장 및 기타 피막 처리업 ○절삭가공 및 유사 처리업 ○납 축전지 제조업 ○유리 제조업(광학 유리, 전자제품 모니터 유리) ○전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업 ○전기공급 및 전기제어 장치 제조업 ○절연선 및 케이블 제조업 <ul style="list-style-type: none"> - 절연 코드 세트 및 기타 도체 제조업 - 납을 용융하거나 납을 입히거나 벗겨내는 작업, 납을 입힌 전선 및 케이블을 가황 또는 가공 작업
<p>기타 납에 노출되는 작업</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○납 화합물이 함유된 도료가 도포된 물체를 파쇄·용접·절단·리베팅(가열)·가열 또는 압연하거나 도료를 긁어내는 작업 ○자연환기가 충분하지 않은 곳에서의 납땀 업무 ○납 화합물이 함유된 유약을 바르거나 유약을 바른 물체를 소성하는 업무 ○납, 납 합금, 납이 함유되어 있는 보호막을 연마하고 광을 내어 다듬는 작업 ○자동차 라디에이터 수리 작업

6. 납의 체내 작용기전

6.1. 흡수 경로

- (1) 납은 공기 중의 분진이나 증기 상태로 흡입 및 섭취를 통하여 인체 내로 흡수되며 호흡기(30~85%)나 소화기(10~15%)를 통한 흡수가 주요 경로이다.
- (2) 흡입된 납이 혈액까지 흡수되는 것은 약 30~40% 정도인데 입자의 크기, 용해도, 호흡량 그리고 개인의 생리적 변이에 따라 다르다. 흡연, 병리적 조건(비강 폐쇄, 급성 기관지염, 만성폐쇄성폐질환 등)이 납의 호흡기를 통한 흡수를 증가시킬 수 있다.

- (3) 납의 소화기를 통한 흡수는 위산으로 인하여 섭취된 화합물의 특성에 거의 영향을 받지 않고 식품의 칼슘, 철분, 인의 양이 낮아지면 납의 흡수가 증가된다.

6.2. 대사

- (1) 납은 적혈구와 친화성이 매우 커서 최소한 체내 순환하는 납량의 95% 이상이 적혈구와 결합되어 있다.
- (2) 납이 적혈구의 세포막에 결합, 분리되어 신체 각 조직으로 전달되는 과정은 잘 알려져 있지 않다. 주요 대사 기관은 간과 신장으로서 연부조직 중에서 납 농도가 가장 높은 장기이고 이에 비하여 뇌조직의 납 농도는 낮으며 무기 납은 뇌혈관장벽을 통과하지 못한다.

6.3. 분포와 축적

- (1) 납은 안정된 상태에서 약 90%가 뼈에 축적되어 있다. 납은 납작뼈보다 긴뼈에, 그리고 뼈의 중간부분보다는 양 끝에 더 많이 축적된다. 치아는 어느 뼈보다도 많은 납을 함유하고 있다. 뼈 속의 납 농도는 나이에 따라 증가하는데 50~60대에 최고에 이르고 이후부터는 점차 감소한다.
- (2) 흡수된 납은 혈중 납으로 체내 축적농도를 측정한다. 납은 태반을 쉽게 통과하므로 임신 12~14주 경에 임신부의 태반을 통하여 태아에 직접 전달된 납의 농도를 측정할 수 있다. 이때 태아의 혈중 납량은 임신부의 혈중 납량과 거의 같다.

6.4. 배설

- (1) 납은 주로 신장(75~80%)과 소화기(15%)를 통하여 배설되는데 땀, 모유, 털, 손톱, 상피세포, 치아 등을 통하여 배출되기도 한다.
- (2) 흡수된 납의 50%는 빨리 배설되며 생물학적 반감기는 약 3주이다. 체내 축적된 납은 매우 느리게 배출되며 뼈조직에서의 반감기는 10~20년 이상이다.

7. 납에 의한 건강영향

납에 의한 급성영향으로 뇌혈관의 점상출혈, 사지마비, 지각능력의 상실, 납 급통증, 혈압상승 등이 나타날 수 있으며 만성영향으로는 빈혈, 신경계 증상, 신기능 손상 등이 나타날 수 있다.

7.1. 급성 영향

7.1.1. 중추신경계 영향

(1) 고농도

혈중 납 농도 100~120 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 수준에서 납에 의한 뇌증, 뇌부종, 뇌혈관의 점상출혈, 소뇌 및 대뇌의 겉질부 신경손상, 무기력감, 운동실조, 사지마비, 혼수, 간질 등이 나타날 수 있다.

(2) 저농도

혈중 납 농도 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 수준에서 정신지체, 지각능력의 상실, 행동장애 등이 나타날 수 있다.

7.1.2. 소화기계 영향

(1) 고농도

혈중 납 농도 100~150 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 수준에서 복부 납 급통증(lead colic), 심한 변비 등이 나타날 수 있다.

(2) 저농도

혈중 납 농도 80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 수준에서 식욕부진, 소화불량, 식후 복부불쾌감, 변비, 설사 등이 나타날 수 있다.

7.1.3. 심혈관계 영향

납에 의한 복통이 있는 경우 혈압상승, 심계항진, 심방 부정맥, 방실전도장애 등이 나타날 수 있다.

7.2. 만성 영향

7.2.1. 조혈기계 영향

(1) 빈혈

- (가) 빈혈은 납중독의 두드러진 특징이다. 납에 노출된 근로자는 혈색소가 8 g/dl 이하인 경우에 빈혈 증상이 나타난다. 중독의 초기에는 저색소성 소구성 빈혈이지만 만성인 경우에는 정상색소성 정상적혈구성 빈혈로 진행된다.
- (나) 창백한 피부는 빈혈의 중증도를 나타내는 것은 아니지만 동반되어 나타난다. 그물적혈구증식증(Reticulocytosis) 및 적혈구 호염기반점(Basophilic stippling)이 생기기도 하지만 비특이적이다. 납에 중독되면 혈액학적 이상이 혈색소 합성 이상변화와 적혈구의 수명을 단축시켜서 빈혈을 발생시킨다.
- (다) 혈중 납과 빈혈과의 상관관계는 높지 않다. 납에 처음 노출된 지 3~4개월 되는 근로자들은 혈중 납 수준이 50~80 $\mu\text{g/dl}$ 에서 혈색소가 약간 떨어지나 혈중 납이 80 $\mu\text{g/dl}$ 에 도달할 때까지 빈혈이 일어나지는 않는다.

(2) 혈중 납과 혈액소견의 용량반응관계

납의 혈액학적 효과는 용량반응관계가 정립된 혈중 납의 영향을 전제로 구분할 수 있다.

- (가) 가장 초기의 영향은 혈중 납이 10 $\mu\text{g/dl}$ 정도에서 혈중 델타-아미노레불린산 탈수효소(delta-Aminolevulinic acid dehydratase, 이하 “ALA-D”라 한다)의 부분적인 억제가 일어난다.
- (나) 혈중 납이 40 $\mu\text{g/dl}$ 을 넘으면 요중 델타-아미노레불린산(δ -Aminolevulinic acid, 이하 “ALA”라 한다)과 요중 코프로포르피린(Coproporphyrins)의 배설이 증가하기 시작한다.
- (다) 혈중 납이 60 $\mu\text{g/dl}$ 수준에서 그물적혈구증식증과 적혈구의 수명 단축이 일어난다.

7.2.2. 신경계 영향

(1) 중추신경계 영향

납에 의한 뇌증은 흔하지 않고 열악한 작업환경에서 개인위생이 좋지 않을 때 일어날 수 있다.

(2) 말초신경계 영향

(가) 말초신경 마비는 선택적인 운동신경 마비가 특징이며 감각신경 이상은 드물다. 편측의 신근(Extensor muscle)마비가 나타나는 것이 특징으로 가장 많이 사용하는 근육이 가장 예민하여 오른쪽 손목의 처짐이 전형적인 형태이다. 그러나 상지의 다른 근육들, 외안근, 하지의 신근들이 침범되는 수도 있다.

(나) 임상양상은 근육 및 관절의 동통, 압통, 근육 피로, 근육의 무통성 마비 등이다. 말초신경계 장애의 특징은 말이집(Myelin) 탈락이고 혈중 납 농도가 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상에서 말초신경의 신경전도속도가 감소하는 소견을 보이고 혈중 납 농도가 증가하면서 용량반응관계를 보인다.

7.2.3. 신장 영향

(1) 납에 의한 신장질환은 신기능의 진행성 손상이 특징이고 고혈압이 동반된다. 신손상은 만성 간질섬유화(Chronic interstitial fibrosis)와 근위곱슬세뇨관(Proximal convoluted tubule)의 위축으로 인하여 사구체(Glomerulus) 및 신장혈관의 손상이 일어나면서 납으로 인한 통풍을 유발한다. 납에 의한 통풍은 납이 요산의 배설을 방해하면서 요산 농도가 혈중에서 증가되고 요산 결정이 관절에 일반적인 통풍처럼 생기게 된다.

(2) 납에 의한 신장질환은 10년 이상 다량의 지속적인 납 노출 후 또는 단기간에 고농도의 납중독이 반복된 후에 발생된다.

7.2.4. 소화기계 영향

연연(鉛緣; Burton's gum lead line)은 납 노출 근로자에서 가끔 볼 수 있는 소견으로 아래 앞니 주위 잇몸의 푸르스름한 반점띠(Bluish stippling) 형태이다. 이것은 치아 사이의 단백질에 균이 작용하면서 생긴 황화수소와 잇몸에 흡수된 납이 반응하여 생긴 황화납의 침착에 의해 보이는 현상으로 치아 위생상태가 나쁠 때 나타난다. 연연은 납에 노출되었다는 것이지 납 중독을 의미하는 것은 아니다.

7.2.5. 기타 건강영향

- (1) 생식기계 영향에서는 납 노출이 심한 여성에서 수정 능력의 감소, 유산을 증가 등이 나타났고 남성에서 정자 무력증, 정자 저하증, 기형 정자증을 초래할 수도 있다.
- (2) 납은 뇌하수체-갑상선 축에 작용하여 요오드의 섭취를 방해하여 갑상선의 기능을 저하시키고 부신과 뇌하수체 기능을 손상시킬 수도 있다.
- (3) 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서는 원소 납을 2A(Probably carcinogenic to humans), 무기납을 2B (Possibly carcinogenic to humans)으로 분류하고 있으며, 이는 사람에서 암을 일으킬 가능성이 있는 물질임을 나타낸다.

8. 납중독 예방관리

8.1. 건강진단

8.1.1. 건강진단을 할 때 고려사항

- (1) 납 노출 근로자에 대하여 배치전 및 특수건강진단을 실시한다. 이때 관찰하고자 하는 주요 소견은 빈혈검사 및 혈중 납 농도의 변화이다.

- (2) 빈혈검사 및 혈중 납 농도는 표준화된 방법에 의해 정도관리를 수행하는 인증된 실험실에서 검사하여야 하며 정상범위는 각각의 실험실에서 정한 참고값을 기준으로 한다.
- (3) 빈혈검사는 연령(노인은 정상적으로 낮은 적혈구수를 나타내는 경향이 있음), 체내 수분 균형요인(혈색소, 적혈구용적률, 적혈구수는 탈수된 경우 높게 나타남)에 의해 영향을 받으므로 주의하여 해석한다.

8.1.2. 건강진단 주기

(1) 기본주기

납에 노출되는 근로자에 대한 특수건강진단주기는 1년에 1회 이상으로 한다.

(2) 집단적 주기단축 조건

다음의 어느 하나에 해당하는 경우 당해 공정에서 노출되는 모든 근로자에 대하여 특수건강진단 기본주기를 그 다음 회에 한하여 1/2로 단축한다.

(가) 당해 건강진단 직전의 작업환경 측정결과 납의 농도가 노출기준 이상인 경우

(나) 납에 의한 직업병 유소견자가 발견된 경우

(다) 건강진단 결과 납에 대한 특수건강진단 실시주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자

(3) 배치전건강진단 후 첫 번째 특수건강진단

6개월 이내에 해당 근로자에 대하여 실시하되, 배치전건강진단 실시 후 6개월 이내에 사업장의 특수건강진단이 실시될 예정이면 그것으로 대신할 수 있다.

8.1.3. 건강진단항목

(1) 제1차 검사항목

(가) 직업력 및 노출력 조사

(나) 주요 표적장기와 관련된 병력을 조사한다.

(다) 임상검사 및 진찰

① 조혈기계 : 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율

② 비뇨기계 : 요검사 10종, 혈액검사

③ 신경계 및 위장관계 : 관련 증상 문진, 진찰

(라) 생물학적 노출지표검사 : 혈중 납

(2) 제2차 검사항목

(가) 임상검사 및 진찰

① 조혈기계 : 혈액도말검사, 철, 총철결합능력, 혈청페리틴

② 비뇨기계 : 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 베타2 마이크로글로블린

③ 신경계 : 근전도검사, 신경전도검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적검사

(나) 생물학적 노출지표 검사

① 혈중 징크 프로토포르피린(Zinc protoporphyrin, 이하 “ZPP”라 한다)

② 소변 중 델타아미노레블린산

③ 소변 중 납

8.1.4. 직업환경의학적 평가

(1) 건강관리구분은 <표 3>과 같다.

<표 3> 건강관리구분

코드	건강구분
A	건강진단결과 이상소견이 전혀 없거나, 경미한 이상소견은 있으나 건강관리상 사후관리가 필요 없는 자 (건강자)
C ₁	<p>직업성 질병으로 진전될 우려가 있어 추적조사 등 관찰이 필요한 자 (요관찰자)</p> <p>※ 판정기준 : 다음의 1에 해당되는 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 임상검사 결과(빈혈검사 등) 참고값을 벗어나거나 임상진찰 결과 신경계, 소화기계, 조혈기계, 신장 등의 이상 징후를 보이고 (2) 작업장 기중 농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때 납 노출에 의한 것으로 추정되며 (3) D₁에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우 2. 혈중 납 농도가 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상인 경우
C ₂	일반 질병으로 진전될 우려가 있어 추적 관찰이 필요한 자 (요관찰자)
D ₁	<p>직업성 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 자 (직업병 유소견자)</p> <p>※ 판정기준 : 다음의 1에 해당되는 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 임상검사 또는 임상진찰 결과 신경장애, 위장관장애, 빈혈, 신장장애 등이 있고 (2) 작업장 기중 농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때 납 노출에 의한 것으로 추정되는 경우 2. 혈중 납 농도가 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상인 경우
D ₂	일반 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 자 (일반 질병 유소견자)

(2) 업무수행 적합성 여부 평가

(가) 업무수행 적합성 여부 평가기준은 <표 4>와 같다.

(나) 업무수행 적합성 여부 평가를 할 때에는 개인의 건강상태 및 노출정도에 따라 <표 4>의 네 가지 범주 중 어느 하나로 판정한다. 이때 납중독, 조혈기계질환 [빈혈, 포르피린증(Porphyria), 지중해빈혈증(Thalassemia) 등], 중추 및 말초신경계질환, 내분비계질환 [특히 당뇨병, 심한 갑상샘과다증(Hyperthyroidism)], 위장관질환(재발 소화기계양 또는 위염), 혈관계질환을 고려한다.

<표 4> 업무수행 적합성 여부 평가 기준

코드	평 가 기 준
가	건강관리상 현재의 조건하에서 작업이 가능한 경우
나	일정한 조건(환경개선, 개인보호구 착용, 건강진단의 주기를 앞당기는 경우 등)하에서 현재의 작업이 가능한 경우
다	건강장해가 우려되어 한시적으로 현재의 작업을 해서는 안되는 경우 (건강 또는 근로조건의 문제를 해결한 후 작업복귀 가능)
라	건강장해의 악화 또는 영구적인 장해의 발생이 우려되어 현재의 작업을 해서는 안 되는 경우

8.1.5. 수시건강진단을 위한 참고사항

- (1) 사업주는 근로자가 다음과 같은 증상과 징후를 보이는 경우에 수시건강진단을 실시한다.

식욕 부진, 변비, 복부 팽 급통증 등의 소화기계 증상, 사지의 펴근 마비 또는 지각이상 등의 말초신경계 증상, 관절통, 근육통, 안면창백, 쇠약감, 권태감, 수면장애, 어지러움 등의 빈혈 증상, 초조감

- (2) 특수건강진단기관은 사업주가 수시건강진단의 필요성에 대하여 자문을 요청하는 때에는 자문에 응한다. 이 경우 특수건강진단기관의 의사는 사업주에게 수시건강진단의 필요성 여부에 대하여 자문결과서로 통보한다.

8.1.5. 임시건강진단을 위한 참고사항

- (1) 사업주는 다음과 같은 경우에 지방노동관서의 장의 명령에 따라 임시건강진단을 실시한다.

(가) 동일 부서에 근무하는 근로자 또는 동일한 유해인자에 노출되는 근로자에게 유사한 질병의 자각 및 타각증상이 발생한 경우

(나) 직업병유소견자가 발생하거나 다수 발생할 우려가 있는 경우

(다) 기타 지방노동관서의 장이 필요하다고 판단하는 경우

8.2. 사후관리

(1) 사후관리는 다음과 같다.

(가) 특수건강진단기관의 의사는 사후관리를 <표 5>와 같이 조치한다. 이 경우 사후관리 조치를 중복하여 선택할 수 있다.

<표 5> 사후관리 구분과 조치내용

구분	사후관리 조치내용	참고사항
0	필요없음	
1	건강상담	상담내용을 기술한다.
2	보호구 착용(보호구 종류 :)	보호구의 점검 또는 교체 등 보호구관리사항을 포함시켜 기술한다.
3	검사항목에 대한 추적검사요 (추적검사항목 : 추적검사시기 :)	건강관리구분의 C ₁ 또는 D ₁ 해당자를 대상으로 의사의 판단에 의한 추적검사를 실시한다.
4	근무중 치료	
5	근로시간 단축(단축시간 :)	또는 연장근무를 제한한다.
6	작업전환	
7	근로금지 및 제한	치료종결 후 의사의 지시에 따라 복귀여부를 결정한다.
8	직업병 확진 의뢰 안내 (특수건강진단기관이 안내함)	건강관리구분의 D ₁ 해당자 중 직업병확진이 필요한 경우에는 특수건강진단기관의 의사가 산재요양신청서를 대신 작성할 수 있다.
9	기타()	

(나) 사업주는 의사가 제시한 시기에 근로자에게 지정한 검사항목을 받게 한다.

(다) 특수건강진단기관은 근로자 건강진단을 통하여 발견된 직업병 유소견자 중 직업병 확진이 필요하다고 판단되는 근로자에 대하여 근로복지공단 해당 지사에 요양신청을 할 수 있도록 산재요양신청서를 작성 한다.

(2) 배치전건강진단에서는 업무수행 적합 여부 평가만을 실시한다.

(3) 혈중 납 농도가 $30 \mu\text{g/dl}$ 이상일 때에는 연속하여 2회 이상 혈중 납 농도가 $30 \mu\text{g/dl}$ 미만이 될 때까지 2개월 마다 추적검사를 실시한다.

9. 응급 조치

(1) 납이 함유된 분진이나 액체가 눈에 들어간 때에는 즉시 많은 양의 물로 씻어낸다. 씻어낸 후에도 계속적인 자극이 있는 때에는 의사의 처치를 받는다.

(2) 납 등이 함유된 분진이나 액체가 피부에 접촉된 때에는 비누, 세제 또는 물로 씻어내고 옷에 스며든 때에는 즉시 옷을 벗고 피부를 깨끗이 씻어낸다. 씻어낸 후에도 피부에 대한 자극이 계속 있는 때에는 의사의 처치를 받도록 한다.

(3) 납의 분진을 흡입하였을 때에는 즉시 신선한 공기가 있는 장소로 옮기고 호흡이 정지된 때에는 인공호흡을 실시하며 환자를 따뜻하게 해준 상태에서 빠른 시간내에 의사의 처치를 받도록 한다.

(4) 납이 함유된 분진이나 액체 등을 마시거나 삼킨 때에는 즉시 많은 양의 물을 먹이고 손가락으로 목 안쪽을 건드려 토하도록 한다. 이 경우 환자가 의식을 잃은 때에는 토하게 해서는 안 되며 즉시 의사의 처치를 받도록 한다.

10. 납 취급 근로자의 건강장해 예방조치

10.1. 노출기준

(1) 공기중 노출기준

(가) “노출기준”이라 함은 근로자가 유해요인에 노출되는 경우 노출기준이하 수준에서 거의 모든 근로자에게 건강상 나쁜 영향을 미치지 않는 기준으로 우리나라에서는 1일 작업시간동안의 시간가중평균농도(Time Weighted Average : TWA)로 0.05 mg/m³ 을 고시하고 있다.

(나) 미국 산업안전보건청의 노출허용기준(Permissible Exposure Limits : PEL)은 하루 평균 8시간 근무할 때 우리나라와 같은 0.05 mg/m³이나, 생물학적 모니터링이 시작되는 규정 농도는 0.03 mg/m³(Action level)으로 설정하고 있다. 각 나라의 공기중 노출기준은 <표 6>과 같다.

<표 6> 일부 국가의 공기중 납 노출기준 비교

국가	mg/m ³	형태	년도
한국	0.05	납 분진과 흙	1999
호주	0.15	납	1999
일본	0.1	관리농도	1999
스웨덴	0.05	호흡성분진	1999
	0.05	총 분진	1999
미국(OSHA)	0.05		1999
(ACGIH)	0.05		1999
(NIOSH)	<0.10		1999

(2) 생물학적 노출기준

“생물학적 노출기준”이라 함은 일주일에 5일, 1일 8시간 작업하는 근로자가 고용노동부고시 제2011-13호에서 규정한 화학물질의 공기중 노출기준 수준에 노출되는

경우 혈액 및 요 중에서 검출되는 생물학적 노출지표의 농도를 말한다. 즉 화학물질의 노출경로가 호흡기만으로 이루어졌다고 가정할 때의 생물학적 노출지표의 농도이다. 생물학적 노출기준은 노출된 화학물질에 대하여 안전성과 위험성을 엄격하게 구분하는 농도 기준이 아니고 독성의 지표도 아니지만 근로자의 잠재적인 건강 유해성 평가를 위해 사용할 수는 있다. 즉 생물학적 노출기준을 초과하였다고 하여 비가역적인 건강장해가 있다는 것을 의미하지는 않으며 노출기준 이하에서도 당해 유해인자에 의한 건강장해가 나타날 수도 있다. 우리나라에서의 생물학적 노출기준은 특수건강진단실무지침에서 혈중 납의 경우 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$, 혈중 ZPP의 경우 100 $\mu\text{g}/\text{dL}$, 요중 ALA의 경우 5 mg/L 로 규정하고 있다.

* 세계보건기구(WHO)

개인별 최대 생물학적 작용수준(Health based maximum biological action level)은 남자의 혈중 납 권고값을 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$, 여자는 30 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 정하였다.

* 미국 산업위생전문가협회(ACGIH)

1994년 공기중 납 농도의 허용기준을 0.05 mg/m^3 로 낮추었고 1995년 이에 해당하는 혈중 납 농도를 생물학적 노출지표(Biological Exposure Index, BEI)로 하여 그 기준을 30 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 로 채택하였다.

10.2. 보호구

10.2.1. 호흡용 보호구

- (1) 납을 취급하는 근로자는 1급방진마스크(이하 “방진마스크”라 한다)를 사용하고 사용한 방진마스크는 지정된 장소에 보관한다.
- (2) 방진마스크는 한국산업안전보건공단의 안전인증을 받은 것을 사용한다.

10.2.2. 보호의 등

- (1) 사업주는 납을 취급하는 근로자에게 작업복 또는 보호의를 착용하도록 한다.
- (2) 사업주는 납 분진이나 흙이 흩날리는 업무에 근로자를 종사하도록 하는 경우에는

보안경을 지급하고 착용하도록 한다.

10.3. 명칭 등의 게시

- (1) 사업주는 납을 취급하는 작업장의 보기 쉬운 장소에 납이 인체에 미치는 영향, 납의 취급상 주의사항, 착용하여야 할 보호구, 응급조치 및 긴급 방재요령을 게시한다.

10.4. 개인위생관리

10.4.1. 청소

사업주는 납을 취급하는 실내작업장, 휴게실 또는 식당 등에 대해서는 납 분진으로 인한 오염을 제거하기 위하여 매일 진공청소기로 청소하거나 물로 세척한다.

10.4.2. 흡연 등의 금지

사업주는 납을 취급하는 실내 작업장에서는 근로자가 흡연을 하거나 음식물을 먹지 아니하도록 하고 그 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시한다.

10.4.3. 세척시설 등

- (1) 사업주는 납을 취급하는 작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 세면·목욕·세탁 및 건조를 위한 시설을 설치하고 필요한 용품 및 용구를 비치한다.
- (2) 사업주는 세면·목욕·세탁 및 건조를 위하여 설치하는 탈의시설을 오염된 작업복과 평상복을 구분하여 보관할 수 있는 구조로 한다.
- (3) 사업주는 납의 분진이 발생하는 작업장에서 근로자가 작업을 종료한 경우에는 에어샤워시설 등을 이용하여 작업복 등에 퇴적된 납의 분진을 완전히 제거하고 손, 얼굴 등을 씻거나 목욕을 실시할 수 있도록 한다.

- (4) 사업주는 납을 취급하는 근로자가 지정된 작업복을 착용하고 적어도 주1회 이상 작업복을 세탁할 수 있도록 한다.
- (5) 사업주는 작업복과 평상복의 보관함을 별도로 설치하여 평상복이 오염되지 않도록 하고 납을 취급하는 근로자가 퇴근을 할 때에는 작업복을 벗고 평상복으로 갈아입을 수 있도록 한다. 이 경우에 신발도 포함하며 탈의한 작업복 등은 지정된 장소에 보관한다.

10.5. 작업제한

납을 제조하거나 취급하는 작업에는 임신부나 18세 미만의 사람이 종사하지 않도록 한다.

10.6. 유해성 등의 주지

사업주는 납을 취급하는 작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 납의 유해·위험성 등 다음 각 호의 사항을 작업 배치 전에 근로자에게 널리 알린다.

- (1) 작업장에서 제조 또는 사용되는 납의 물리화학적 특성
- (2) 납의 인체에 미치는 영향 및 증상
- (3) 납 취급상의 주의사항
- (4) 착용하여야 할 보호구 및 착용방법
- (5) 위급상황이 발생한 때 대처방법 및 응급처치 요령
- (6) 그 밖에 근로자 건강장해예방에 관한 사항