

KOSHA GUIDE

H-216-2022

생물학적 노출지표 검사시료 채취 지침

2022. 12.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 윤정와이즈병원 직업환경의학과 조민희  
(재)서울의과학연구소 송승호
- 제·개정경과
  - 2022년 산업의학분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
  - 김현수, 특수건강진단 생물학적 노출평가 개선방안 연구보고서, 한국산업안전보건연구원, 2020
  - 근로자건강진단 실무지침 2021
  - KOSHA GUIDE H-60-2021, 특수건강진단 생물학적 노출지표 분석위탁에 관한 관리지침
  - KOSHA GUIDE H-58-2020, 건강진단 시 혈액시료 보관 및 관리 지침
- 관련 법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건법 제 130조(특수건강진단)
  - 산업안전보건법 시행규칙 [별표 24] 특수건강진단 · 배치전건강진단 · 수시건강진단의 검사항목(제206조 관련)
  - 고용노동부고시 제 2020-61호 (특수건강진단기관의 정도관리에 관한 고시)
  - 고용노동부고시 제 2020-60호 (근로자 건강진단 실시기준)
  - 산업안전보건법 시행규칙 [별표 30] 특수건강진단기관의 인력 · 시설 및 장비기준(제97조 관련)
  - 산업안전보건법 시행규칙 제221조(특수건강진단기관의 지정신청 등)
- 기술지침의 적용 및 문의
  - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 ([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
  - 같은 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2022년 12월 31일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 생물학적 노출지표 검사시료 채취 지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제 130조(특수건강진단) 및 같은 법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다) 제 206조 (특수건강진단 등의 검사항목 및 실시방법 등) 별표 24, 시행령 제 97조 (특수건강진단기관의 지정 요건) 별표 30, 고용노동부 고시 제 2020-61호(특수건강진단기관의 정도관리에 관한 고시) 및 고용노동부고시 제 2020-60호 (근로자 건강진단 실시기준)에 따라 특수건강진단기관이 생물학적 노출지표 검사시료 채취를 할 때 필요한 세부 지침을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침은 특수건강진단에서 생물학적 노출지표 검사를 위한 시료 채취의 정확한 기준과 다양한 상황에서의 채취 방법을 제시한다.

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음의 각 호와 같다.

(가) “생물학적 노출지표검사”란 혈액, 소변, 호기가스 등 생체시료로부터 유해물질 그 자체, 또는 유해물질의 대사산물 또는 생화학적 변화산물 등 ‘생물학적노출지표(물질)’를 분석하여 유해물질 노출에 의한 체내 흡수정도 또는 건강영향 가능성 등을 평가하는 것을 말한다.

(나) “생물학적 노출 기준값”이란 일주일에 40시간 작업하는 근로자가 고용노동부고시에서 제시하는 작업환경 노출기준 정도의 수준에 노출될 때 혈액 및 소변 중에서 검출되는 생물학적노출지표의 수치를 말한다.

(다) “시료채취담당자”란 특수건강진단기관 종사자 중에서 생물학적 노출평가를 위한 시료의 수집, 운반 및 관리를 담당하는 종사자를 말한다.

(라) “근로자 자가 채취”란 생물학적 노출지표 검사를 위해 시료채취 용기를 검진 전에 해당 사업장에 미리 발송 후 해당 근로자가 시료를 직접 채취하는 것을 말한다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙이 정하는 바에 따른다.

#### 4. 시료의 종류에 따른 채취방법

##### 4.1 생물학적 노출지표물질에 따른 시료의 종류 및 유의점

(1) 생물학적 노출지표물질에 따른 시료의 종류는 혈액, 소변, 호기가스가 있다.

(2) 요중 수은의 경우, 일하는 날 공기와 의복, 몸에 묻은 수은이 소변을 오염시킬 위험이 커서 작업 전에 채취를 한다.

(3) 비소의 경우는 해산물을 섭취하면 소변 중 비소량이 증가하므로 검사 전 적어도 2일간은 해산물의 섭취를 삼가한다.

(4) 유기용제 노출지표 검사의 시료 채취 시기는 당일과 주말채취가 있다.

(가) 당일 채취는 유기용제가 몸에서 빨리 배출되는 물질인 경우 노출 작업 종료 직후 채취하는 것이다.

(나) 주말 채취는 느리게 배출되는 유기용제의 경우 일주일 노출량을 쌓아두었다가 마지막 일하는 날에 시료를 채취해야 하므로 연속 근무 4-5일 후에 시료를 채취하는 것을 말한다.

(5) 호기가스는 일산화탄소 분석에 유일하게 쓰인다. 일산화탄소에 대한 생물학적 노출지표는 혈액에서 카복시헤모글로빈을 측정하는 방법과 호기 중 일산화탄소를 측정하는 방법이 있다.

(가) 카복시헤모글로빈 측정은 생물학적 영향을 평가하는 적절한 방법이나 반감기가 약 4시간 정도로 짧아 작업 종료 15분 이내 채혈을 해야 한다.

(나) 호기 중 일산화탄소 측정은 일산화탄소와 혈중 카복시헤모글로빈 농도의 상관관계가 높고, 검사가 간단하여 일산화탄소의 위험을 평가하는 유용한 검사이다. 그러나 근로자의 흡연이나 채취하는 환경의 대기오염 상태 등에 의해 검사 오류가 발생하기 쉽다.

## 4.2 시료채취시기 및 유의점

(1) 시료채취시기는 해당 물질의 생물학적 반감기를 고려하여 ‘수시’, ‘당일’, ‘주말’, ‘작업 전’으로 구분한다.

(가) ‘수시’는 하루 중 아무 때나 시료를 채취하여도 된다는 의미이다.

(나) ‘당일’이란 당일 노출 작업 종료 2시간 전부터 직후까지를 말한다. 일산화탄소 및 불화수소의 경우 별도의 시간기준을 두고 있다. 일산화탄소는 작업종료 이후 15분 이내에 시료를 채취하고, 불화수소의 경우 작업 전-후의 시료를 측정하여 그 차이를 비교한다.

(다) ‘주말’이란 4-5일간의 연속작업의 작업 종료 2시간 전부터 직후까지를 말한다.  
예) 소변 중 삼염화초산, 총삼염화에탄올, 총 삼염화물(메틸클로로포름, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌), 소변 중 펜타클로로페놀, 소변 중 2-에톡시초산, 소변 중 니켈, 혈액 중 비소(삼산화 비소, 삼수소화 비소, 비소), 혈액 중 수은, 소변 중 바나듐, 소변 중 크롬, 소변 중 1-하이드록시파이렌, 소변 중 니켈

(라) ‘작업 전’이란 작업을 시작하기 전(노출 중단 16시간 이후)에 채취하는 것이다.  
예) 소변 중 수은

(2) 특수건강진단은 근로자가 기관에 방문하여 실시하거나(원내 건강진단), 기관이 사업장을 방문하여 실시하는데(출장 건강진단), 음식을 한 상태에서 실시해야 하므로 오전에 실시를 하는 경우가 대부분이다. 이로 인해 작업 종료 후 채취해야 하는 항목은 건강진단일과 별도로 채취 및 수거가 이뤄지는 근로자 자가 채취 형태가 있을 수 있다.

(가) 근로자 자가 채취시 사업장에 전달하는 안내서에는 근로자가 충분히 채취 과정을 이해 할 수 있도록 정확한 시료채취시기와 시료보관방법을 제시해야 한다. 또한 정확한 시료채취를 위해 특검기관 담당자가 사업장을 직접 방문하여 채취 방법에 대한 교육이 필요하다.

(나) 사업장에 많은 검체를 보관 후 검진기관으로 이송할 경우에는 검진기관에서 냉장상태가 유지 될 수 있도록 온도 체크가 가능한 검체박스를 제공하는 것도 필요하다.



그림 1. 사업장 배부용 시료 박스 예

#### 4.3 시료채취용기, 채취량, 채취 및 보관방법

##### (1) 시료채취용기

(가) 시료채취용기는 취급할 때나 보관설비에 보관할 때 쉽게 깨지지 않는 용기를 사용한다. 유리제품의 용기는 냉동고(영하 20℃- 영하 80℃) 및 액체 질소에 장기간 보관할 경우에는 깨지기 쉬우므로, 냉동 보관할 경우는 저온 보관이 가능한 플라스틱 제품을 보관 용기로 사용한다.

- (나) 시료채취용기는 오염되지 않은 것을 사용하며, 채취 후 밀봉이 가능한 것을 사용한다. 생물학적 모니터링 용도로 쓸 수 있도록 만들어진 용기를 사용하거나 일반 용기는 산세척 등으로 오염물질을 제거하고 사용하여야 한다.
- (다) 분석대상물질을 용출시키는 용기를 사용하지 말아야 한다. 예를 들어 초자기구, 고무, 수지에는 납을 사용하고 있으므로 이런 용기를 사용하면 납이 용출되기 때문에 사용해서는 안 된다.
- (라) 분석대상 물질이 용기에 흡착 시 실제보다 낮게 측정될 수 있기 때문에 분석대상 물질을 흡착시킬 수 있는 소재의 용기는 사용해서는 안 된다.

## (2) 시료채취량

- (가) 시료채취량은 측정 및 분석 감도를 고려하여 분석에 필요한 양을 충분히 확보해야 한다. 소변시료의 경우 10ml, 혈액 시료의 경우는 3ml 이상이 필요하다.
- (나) 혈액이나 소변 중 휘발성이 강한 지표물질일 경우 시료가 용기에 가득 차도록 충분한 양을 채취하고 밀봉한다.
- 예) 지표물질명 : 1,2-디클로로프로판, 메탄올, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤, 벤젠, 아세톤, 톨루엔, 스티렌, 페놀

## (3) 채취 및 보관방법

- (가) 시료를 채취할 때는 작업환경이나 의복에 있는 물질에 오염되는 것을 방지하여야 하는데, 특히 소변 채취 시에는 손을 깨끗이 닦은 후 용기를 받아가서 채취하여야 한다.
- (나) 소변채취 시 원활한 소변 채취를 위해 시료채취 2시간 전에 배뇨를 하지 않도록 미리 안내한다.
- (다) 생물학적 노출지표평가 시료는 일반적으로 4℃이하 냉장 보관하고, 분석 시간이 5일 이상일 경우에는 -20℃이하 냉동보관 하도록 권고한다. 단 지표물질명이 메트헤모글로빈, 카복시헤모글로빈의 경우 냉동 보관시 분석결과에 영향을

줄 수 있어 냉장 보관만 한다.

(라) 채취한 시료는 직사광선이나 열에 장시간 노출되지 않도록 주의한다.

표 1. 1차 생물학적 노출지표물질 시료채취 방법 및 채취량

유해물질명	시료채취		지표물질명	채취량	채취용기 및 요령	이동 및 보관	분석기한
	종 류	시 기					
p-니트로아 닐린	혈액	수시	메트헤모글 로빈	3 mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃) 냉동금지	5일 이내
p-니트로클 로로벤젠							
디니트로톨 루엔							
N,N-디메틸 아닐린							
N,N-디메틸 아세트아미 드	소변	당일	N-메틸아세 트아미드	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
디메틸포름 아미드	소변	당일	N-메틸포름 아미드	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
1,2-디클로로 프로판	소변	당일	1,2-디클로로 프로판	10mL이상	플라스틱 소변용기에 가득 채취 후 밀봉	4℃ (2-8℃)	5일 이내
메틸클로로 포름	소변	주말	삼염화초산 총삼염화에 탄올	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
아닐린 및 그 동족체	혈액	수시	메트헤모글 로빈	3mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃) 냉동금지	5일 이내
에틸렌 글리콜디니 트레이트	혈액	수시	메트헤모글 로빈	3mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃) 냉동금지	5일 이내
크실렌	소 변	당 일	메틸마노산	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
톨루엔	소 변	당 일	o-크레졸	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
트리클로로 에틸렌	소변	주말	총삼염화물 삼염화초산	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내



퍼클로로에틸렌	소변	주말	삼염화초산	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
n-헥산	소변	당일	2,5-헥산디온	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
납 및 그 무기화합물	혈액	수시	납	3mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃)	5일 이내
사알킬납	혈액	수시	납	3mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃)	5일 이내
수은 및 그 화합물	소변	작업 전	수은	10mL이상	플라스틱 소변용기	4℃ (2-8℃)	5일 이내
인듐	혈청	수시	인듐	3mL이상	Serum Separator Tube (SST)	4℃ (2-8℃)	5일 이내
카드뮴과 그 화합물	혈액	수시	카드뮴	3mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃)	5일 이내
일산화탄소	혈액	당일	카복시헤모글로빈	3mL이상	EDTA 또는 Heparin 튜브	4℃ (2-8℃) 냉동금지	5일 이내

#### 4.4 채취한 시료 수거 및 기록

- (1) 검진 당시에 채취한 검체들은 검진 당일에 바로 수거하며, 시료채취 담당자는 채취한 시료를 확인하고 서명한다. 검진일과 채취시기가 다른 항목들은 가급적 빠른 시일 내에 수거한다. 이 경우 수거일시를 검진일과 별도로 기록하며 시료채취 담당자가 확인하고 서명한다.
- (2) 시료를 인계하는 자와 인수하는 자는 각 시료에 대해 시료번호와 수검자 번호가 일치하는지와 시료에 다음 각 호의 상태가 발생하였는지를 확인한 다음 상호 서명한다.
  - (가) 응고 : 시료 일부 또는 전체가 굳어서 시료를 고르게 혼합한 후 채취하는데 지장이 있는지 여부

(나) 혼탁 : 시료에 불순물이 섞여서 시료를 고르게 혼합한 후 채취하는데 지장이 있는지 여부

(다) 무색 : 소변이 무색투명인지 여부

(라) 용기상태 : 용기파손 또는 불안전하게 뚜껑이 닫혀있는지 여부

(3) 시료는 이송 도중 냉장 상태를 유지하며 이를 위해 보냉 포장재를 사용하고 포장재 내부에 보냉재를 넣어 시료를 이송한다. 냉장이 잘 유지되고 있는지 온도계를 부착해서 온도가 잘 유지되는지 확인하도록 한다. 냉동하면 분석에 심각한 영향을 미치는 시료는 보냉재가 시료 용기에 직접 닿지 않도록 보호한다.

## 생물학적 노출지표(BEI) 검사 안내 및 검체수거 확인서

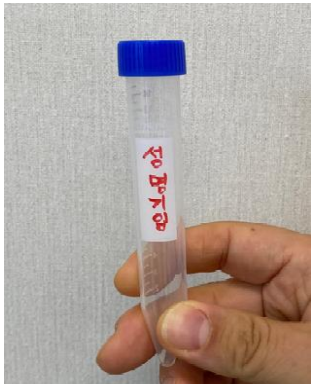


**1. 생물학적노출지표(BEI)란?**

혈액, 소변, 호기가스 등 생체시료로부터 유해물질 그 자체, 또는 유해물질의 대사산물 또는 생화학적 변화산물 등 생물학적 노출물질을 분석하는 검사를 말합니다.

**2. 시료채취 시기의 준수**

검사항목에 따라 제시된 채취시기를 준수하지 않으면 작업 중 유해인자 노출 정도를 정확히 반영하지 못함으로 각별한 주의를 바랍니다.

**3. 시료채취 방법**

① 소변채취용기에 성명을 기입한다.	② 종이컵에 중간소변을 2/3정도 받는다.	③ 종이컵소변을 소변채취용기에 10ml 정도 받고 뚜껑을 꼭 닫는다.
		

★소변채취 시 원활한 소변 채취를 위해 시료채취 2시간 전에 배뇨를 하지 않는다.

★소변 채취 시에는 오염되는 것을 방지하기 위해 주의를 하고, 손을 깨끗이 닦은 후 채취를 한다.

**4. 시료보관 방법**

① 시료는 일반적으로 4℃이하 냉장 보관하고, 분석 시간이 5일 이상일 경우에는 -20℃이하 냉동보관 한다.

② 채취한 시료는 직사광선이나 열에 장시간 노출되지 않도록 주의한다.

**※ 시료채취시기**

① 당일(당일 작업 종료 2시간 전부터 직후까지) : N,N-디메틸아세트아마이드, 디메틸포름아미드, 1,2-디클로로프로판, 크실렌, 톨루엔, n-헥산 등

② 주말(4-5일간의 연속작업의 작업 종료 2시간 전부터 직후까지) : 메틸클로로포름, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌 등

③ 작업전(작업을 시작하기 전) : 수은

사업장명		부서명	
성명		생년월일	
검사명		시료채취시기	당일 / 주말 / 작업전
채취일자	년 월 일	채취시간	(오전/오후) 시 분
근무시간	(출근) 시 분 ~ (퇴근) 시 분		

※ 안내와 같이 검체 채취시기 및 방법을 준수하여 채취 하였음을 확인합니다.

검체 수거일	년 월 일	수검자 확인	(서명)
--------	-------	--------	------

