

KOSHA GUIDE

H - 193 - 2021

## 석면 해제 제거 작업자의 건강관리 지침

2021. 10.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한신메디피아 직업환경의학과 홍정연 과장
- 제·개정경과
  - 2017년 10월 산업의학분야 제정위원회 심의(제정)
  - 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(법령 및 규격 최신화)
- 관련규격 및 자료
  - 발암성 물질관리 및 건강관리 수첩 교부. 안전보건공단
  - 석면관리 종합정보망>. 환경부
  - 석면 해체 제거 작업 지침>, 한국산업안전보건공단, KOSHA GUIDE H-70-2019
  - 건축물 등의 석면 조사 지침>, 한국산업안전보건공단, KOSHA GUIDE H-140-2013
  - 석면조사 과정 및 결과의 기록유지에 관한 지침> 한국산업안전보건공단. KOSHA GUIDE H-161-2014,
  - 호흡용 보호구의 사용지침>, 한국산업안전보건공단, KOSHA GUIDE H-82-2015
  - McCloud TC. Conventional radiography in the diagnosis of asbestos-related disease. Radiol Clin North Am 1992;30(6):1177-89.
  - Kim JS, Lynch DA. Imaging of non malignant occupational lung disease. J Thorac Imaging 2002;17(4):238-60.
  - 김정숙. 석면폐증의 영상의학적 진단. 대한의사협회지2009;52(5):465-71.
  - Lee P. Relation between exposure to asbestos and smoking jointly and the risk of lung cancer. Occupational and Environmental Medicine. 2001;58(3):145-153. doi:10.1136/oem.58.3.145.
  - Wolff H, Vehmas T, Oksa P, Rantanen J, Vainio H. Asbestos, asbestosis, and cancer, the Helsinki criteria for diagnosis and attribution 2014: recommendations. Scand J Work Environ Health. 2015 Jan;41(1):5-15.
  - A review of human carcinogens. arsenic, metals, fibres and dust. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. 100 part C. Lyon: IARC; 2012.
- 관련 법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건법 제130조(특수건강진단), 시행규칙, 제99조(건강진단의 실시시기 등) 제202조(특수건강진단의 실시 시기 및 주기 등), 제204조(배치전건강진단의 실시 시기)
  - 산업안전보건법 시행령 제22조(보건관리자의 직무 등), 제31조(산업보건원의 직무 등)
- 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

## 석면 해체 제거 작업자의 건강관리 지침

### 1. 목 적

이 지침은 산업안전보건법(이하 "법"이라 한다) 제130조 규정에 의하여 건강진단을 실시하거나, 법 제18조(보건관리자 등)제2항 및 같은 법 시행령 제22조(보건관리자의 직무 등), 법 제22조(산업보건의) 제2항 및 같은 법 시행령 제31조(산업보건의의 직무 등)의 규정에 의하여 보건관리자 및 산업보건의의 직무를 수행함에 있어 석면 해체 제거 작업으로 인한 작업자의 질환 예방 및 관리를 목적으로 한다.

### 2. 적용 범위

이 지침은 석면 해체 제거 작업을 하는 근로자의 건강장해를 예방 및 관리하는데 적용한다.

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다

(가) “석면”이라 함은 자연에서 생산되는 섬유상 형태를 갖고 있는 규산염 광물로서 백석면, 갈석면, 청석면, 안소필라이트 석면, 트레모라이트석면, 악티노라이트석면 등 여섯 종의 광물을 말한다.

(나) “석면함유물질”이라 함은 석면이 중량기준 1 % 초과 함유된 물질을 말한다

(다) “석면 해체 제거 작업”이라 함은 석면함유설비 또는 건축물의 파쇄 개·보수 등으로 인하여 석면분진이 흩날리거나 흩날릴 우려가 있고 작은

입자의 석면 폐기물이 발생되거나 발생될 우려가 있는 작업을 말한다.

(라) “석면 관련 질환”은 석면에 의해 발생하는 흉막과 폐실질의 질환을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법 및 동법 시행령, 동법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 의한다.

#### 4. 석면 관련 질환

##### (1) 흉막의 질환

- (가)흉막반(pleural plaque)
- (나)양성 흉막삼출(benign asbestos - related pleural effusion)
- (다)미만성 흉막비후(diffuse pleural thickening)
- (라)원형무기폐(round atelectasis)
- (마)중피종(mesothelioma)

##### (2) 폐실질의 질환

- (가)석면폐증(asbestosis)
- (나)폐암

##### (3) 기타 암

- (가)후두암
- (나)난소암

#### 5. 석면 관련질환 다른 위험인자

흡연은 호흡기 질병 발생과 발암성에 대한 강력한 위험인자이다. 흡연은 석면 폐암을 더 많이 일으킨다는 주장이 받아들여지고 있으나 악성 중피종을 더 많이 일으키는 것으로는 알려져 있지 않다.

## 6. 석면 해체 제거 작업 업무시 시계열적인 건강 관리 지침

석면 해체 작업 근로자는 해체 작업장이 종료될 경우 업무가 함께 종료되는 경우가 많다. 사업체 내 지속 근무가 가능하다면 석면에 의한 질병을 확인, 관리할 수 있으나 해체작업이 종료되면 근로자 관리에서 소외 되는 경우가 많음을 의미한다. 또한 해체 작업장 종료 전 건강에 대한 위험 인지, 예방법의 교육 및 근무 후 건강 관리에 대한 대책을 수립하는 것이 효율적이다.

건강관리 대책은 크게 작업장 적정 배치와 조기진단을 위한 건강 검진, 근무 후 직업성 암 발생 관리를 위한 건강관리수첩 발급 안내, 금연 및 적정 보호구 착용, 석면함유물질 등 해체·제거작업사업장 관리감독자 과정을 이수한 최소 1인 이상의 관리감독자가 상주 여부 확인으로 나누어진다.

사업장 관리자는 따라서 다음과 같은 석면 해체 작업 근로자 건강 관리 법령을 이해하고 적용하도록 한다. 이외에 석면 해체 제거 작업시 준비사항, 보호구 착용 등 수행 시 유의사항, 석면의 제거·청소 및 처리 시 유의사항 등은 KOSHA GUIDE H-70-2019 “석면 해체·제거 작업 지침”을 따른다.

### (1) 근로자 건강진단

산업안전보건법 제130조 및 동법 시행규칙 제98조에 의거, 석면 해체 제거 작업에 투입되는 근로자는 작업 투입 후 12개월 이내 특수건강검진 및 배치전 건강진단을 받아야 한다. 단, 다른 회사에 소속된 작업자나 일용직 작업자의 경우는 건강검진일이 6개월 이내이다.

- 배치전 검진: ‘배치전 건강진단’이란 특수건강진단 대상 업무에 종사할 근로자에 대하여 배치예정 업무에 대한 적합성 평가를 위하여 사업주가 실시하는 건강진단을 말한다.
- 특수건강진단: 별표22에서 정한 특수건강진단대상 유해인자에 노출되는 업무에 종사하는 근로자, 근로자 건강진단결과 직업병 유소견자로 판정받은 후 작업전환을 하거나 작업장소를 변경하고, 직업병유소견 판정의 원인이 된 유해인자에 대한 건강진단이 필요하다는 의사의 소견이 있는 근로자를 대상으로 실시한다.

## (2) 발암성 물질 노출 근로자 건강관리수첩제도

(가) 산업안전보건법 제137조에 의거 석면 등 발암성물질에 일정기간 이상 노출된 근로자에게 건강관리카드를 교부하고 수첩교부자에 대해 이직 후 년 1회 특수건강진단을 무료로 지원하는 제도이다. 건강관리수첩의 발급대상은 표 1과 같다.

<표 1> 건강관리카드의 발급 대상(시행규칙 제214조 관련[별표 25])

가. 석면 또는 석면방직제품을 제조하는 업무	3개월 이상 종사한 사람
나. 다음의 어느 하나에 해당하는 업무 1) 석면함유제품(석면방직제품은 제외한다)을 제조하는 업무 2) 석면함유제품(석면이 1퍼센트를 초과하여 함유된 제품만 해당한다. 이하 ‘다’목에서 같다)을 절단하는 등 석면을 가공하는 업무 3) 설비 또는 건축물에 분무된 석면을 해체·제거 또는 보수하는 업무 4) 석면이 1퍼센트 초과하여 함유된 보온재 또는 내화피복제(耐火被覆劑)를 해체·제거 또는 보수하는 업무	1년 이상 종사한 사람

## (나) 건강관리수첩 제도 혜택 및 교부 방법

작업 중 불가피하게 노출된 발암물질에 의한 직업성 암을 조기에 발견하여 치료와 보상을 해 주기 위한 제도로써 정기 검진, 조기 진단 및 직성 암의 치료에 활용할 수 있다. 전국 소재 한국산업안전보건공단 지역본부 및 지사에서 현직 및 이직 근로자를 대상으로 발급하며, 건강관리수첩 교부신청서를 작성하여 제출한다. 이 경우 이직 근로자에 한해 년 1회 무료 특수건강진단을 지원받을 수 있다. 수첩을 소지한 이직 근로자는 전국의 특수건강진단기관에 방문하여 건강진단을 받아 건강 관리를 받을 수 있다. 건강진단 비용은 근로자가 지불하지 않고 한국산업안전보건공단에서 해당 건강진단기관에 직접 지급한다.

## (3) 금연

해체·제거작업자는 금연이 매우 중요하다.

## (4) 올바른 보호 장구의 선택

해체·제거작업자의 건강보호를 위한 호흡용 보호구, 보호의, 보안경(반면형 방진마스크의 경우) 등 개인보호구와 위생설비 등 보호구를 착용하며 사업주는 이에 대한 관리 감독을 실시한다. 이에 대한 내용은 KOSHA GUIDE H-70-2019 “석면 해체·제거 작업 지침”을 따른다.

## (가) 고글형 보안경

- 방진 보안경, 일반 보안경 이상 중 되도록 완전 밀폐형 고글을 고른다.
- 안경을 착용하는 경우, 안경 위에 착용하는 고글을 쓰거나 도수 처리된 고글을 사용한다.
- 렌즈 착용자는 될 수 있으면 렌즈를 쓰지 않으며, 도수 처리된 고글을 사용하는 것이 좋다.

## (나) 방진마스크 착용

- 호흡용 보호구 선택 요령은 <호흡용 보호구의 사용지침>, KOSHA GUIDE H-82-2015을 참조한다.
- 올바른 마스크를 선택 후 밀착검사 또는 밀착도 자가점검을 시행하며 방법 또한 <호흡용 보호구의 사용지침> KOSHA GUIDE H-82-2015을 참조한다.

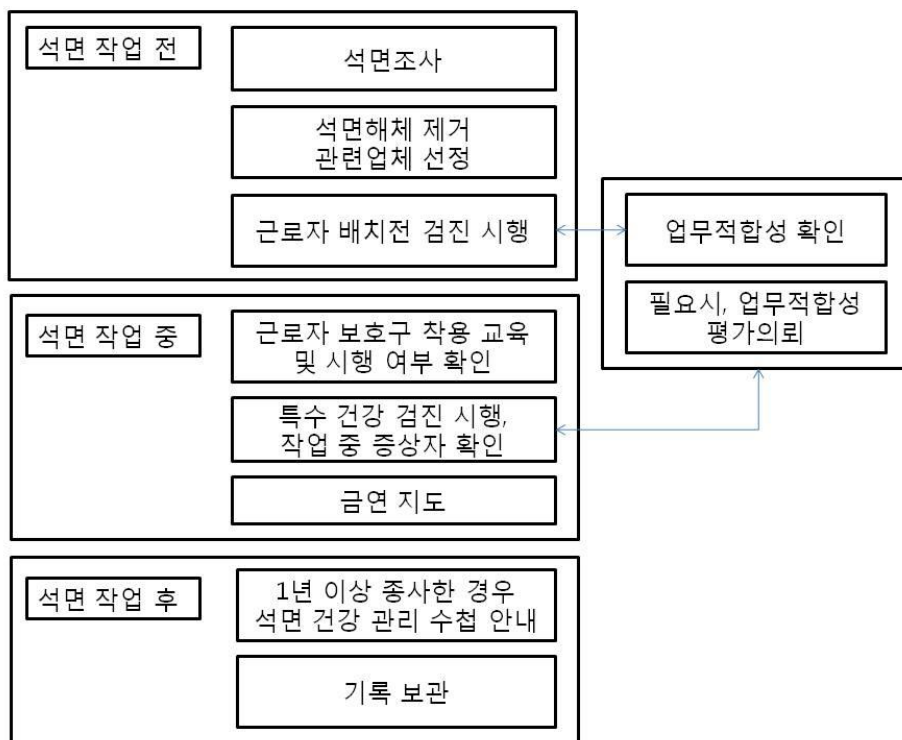
(5) 석면함유물질 등 해체·제거작업사업장 관리감독자 과정을 이수한 최소 1인 이상의 관리감독자가 상주하도록 한다. (산업안전보건법 제16조, 같은법 시행령 제15조 시행규칙 제26조 관련)

## 7. 석면 해체 제거 작업 업무 부적합자

다음의 사항에 해당하는 자는 석면 관련 질환 예방 및 관리를 위해 석면 해체 제거 작업 업무에 부적합하다.

- (1) 석면 특수검진 상 석면 관련질환으로 진단되어 직업환경의학과 의사의 업무적합성 부적합 소견을 받은 경우
- (2) 석면 관련 질환의 중증도가 심하고 현재 업무를 시행하면서 질병의 악화를 가져올 수 있는 상태인 경우
- (3) (1)과 (2)의 사항은 없었으나 업무를 실시하면서 호흡곤란, 기침, 가래 등의 증가 등 호흡기 증상을 호소하는 근로자는 의사의 질병 및 업무적합성 평가를 다시 시행한다.
- (4) 보호구 테스트상 적합한 보호구를 찾지 못하는 경우

석면 관련 질환이 의심되는 경우 완전한 회피가 가장 좋을 수 있으나, 필수적이지 않으며, 공학적 관리를 통해 노출의 최소화, 이러한 작업환경관리가 어려울 경우 개인보호구 착용을 통한 효과적인 작업환경관리를 한다.



<그림 1> 석면 해체 제거 작업자의 건강관리



## [부록 1]

## 석면 관련 법규의 이해

석면은 발암물질이란 점이 잘 알려져 있어, 이에 대한 환경적, 직업적 노출에 대한 관심이 지속되어 왔다. 이에 따라 다양한 기관에서 관련 석면 법규가 존재한다. 고용노동부의 산업안전보건법과 석면안전관리법, 환경부의 폐기물 관리법, 석면피해구제법, 국토교통부의 건축법, 국토교통부의 도시 및 주거환경 정비법이며 정하고 있는 내용은 표 2와 같다.

## 1. 석면 해체 작업에 대한 국내 법규

&lt;표 2&gt; 석면 해체 작업 국내 법규

법 규	관련 법규	내용	관계 부처
법 령	산업안전보건법	제 119조 석면조사 제 123조 석면해체·제거 작업기준의 준수 제 122조 석면의 해체·제거 제 124조 석면농도기준의 준수	고 용 노 동 부
법 령	산업안전보건법	시행규칙 제 98조 건강진단-경의 시행규칙 제 195조 근로자 건강진단 실시에 대 한 협력 등 시행규칙 제 202조 특수건강진단의 실시 시기 및 주기 등 시행규칙 제 204조 배치전건강진단의 실시 시기 시행규칙 제 198조 일반검사항목 및 실시방법 시행규칙 제 206조 특수검사항목 및 실시방법 시행규칙 제 241조 서류의 보존	고 용 노 동 부
규 칙	산업안전보건기 준에 관한 규칙	석면 해체 제거 작업시 산업안전에 관한 규칙	고 용 노 동 부
지 침	석면해체제거작 업자의 관리지 침	석면 해체 제거 작업에 관한 규정	고 용 노 동 부
법 령	석면안전관리법	석면관리 기본계획/석면함유제품 등의 관리/자 연발생석면의 관리/ 건축물 석면의 관리/석면	환 경 부

KOSHA GUIDE
H - 193 - 2021

		해체 사업장의 주변환경 등 관리	
법령	폐기물관리법	폐석면 발생신고/폐석면의 보관, 운반, 처리	환경부
법령	석면피해 구제법	제 3조 적용 범위/제 6조 석면피해인정신청	환경부
법령	건축법	시행규칙 제14조 착공신고등 시행규칙 제24조의2 건축물 석면의 제거·처리	국토교통부
법령	도시 및 주거환경 정비법	제30조 사업시행계획서의 작성 시행령 제41조 사업시행계획서의 작성(기존주택의 철거계획서-석면을 함유한 건축자재가 사용된 경우에는 그 현황과 동 자재의 철거 및 처리계획을 포함) 제 11조 철거시공의 일원화	국토교통부

## 2. 석면 작업 관련 지침, 가이드라인 매뉴얼

각 법령 내의 지침과 가이드라인을 따른다.

### (1) 고용노동부 지침

고용노동부의 석면관련 지침은 표 3과 같다

<표 3> 고용노동부의 석면관련 지침

등록일	KOSHA guide	명칭
2012-10-01	H-70-2019	석면 해체 제거 작업 지침
2013-07-11	H-140-2013	건축물 등의 석면조사 지침
2014-12-24	H-161-2014	석면조사 과정 및 결과의 기록 유지에 관한 지침
2016-10-31	T-9-2016	생체시료 중 석면소체 및 석면 섬유 분석 지침

### (2) 환경부 가이드라인

건축물 석면관리 가이드라인(환경부, 2009.04)

(3) 국토교통부 고시

시공감리 현장 참여자 업무지침서

### 3. 석면 관련 기록의 관리

석면 노출과 질병간에는 잠복기가 길기 때문에 기록을 보관하는 최소 기간을 두고 있다. 내용은 표 4와 같다

<표 4> 석면 관련 기록 보관 기관과 관련 법

	보관자	보관 기간	관련법
석면 조사 보고서	건축주	3년	산안법 164조
석면 해체 제거업무 관련 서류	석면해체, 제거업자	30년	산안법 164조
건강진단결과(발암물질)	사업주	30년	산안법 시행규칙 241조
작업환경측정결과(발암물질)	사업주	30년	산안법 시행규칙 241조

## [부록 2]

## 석면 관련 질환의 이해

석면은 흉막과 폐실질에 병변을 유발한다. 흉막의 질환으로 흉막반(pleural plaque), 양성 흉막삼출(benign asbestos - related pleural effusion), 미만성 흉막비후(diffuse pleural thickening), 원형무기폐(round atelectasis), 중피종(mesothelioma)과 폐실질의 질환으로 석면폐증(asbestosis)과 폐암이 발생할 수 있다. 이외에 확정된 암으로는 후두암과 난소암이 있다.

## 1. 흉막반

흉막반은 흉막에 생기는 작고, 단단한 표면을 가진 판으로서 관상동맥의 동맥경화와 유사한 형태이다. 보통의 섬유화는 벽측 흉막에서 발생하나 석면에 의한 흉막반은 장측 흉막에서 주로 발생한다. 흉막반의 형성기전에 대하여서는 정확히 밝혀져 있지 않으나 폐로 들어온 석면섬유가 장측 흉막(visceral pleura)을 통과하는 과정에서 아주 작은 출혈 및 조직반응을 일으켜 병변이 생긴다고 추정하고 있다. 석면에 의한 흉막반은 석면 취급근로자 뿐 아니라 옷 등에 의하여 2차적으로 오염된 가정에서도 발병보고들이 많다. 석면소체는 발견되지 않는 경우가 대부분이며, 중피종도 동반을 하지 않는다.

흉막반은 적은 노출(비연속적)이나 환경노출에서도 발생할 수 있다. 양성병변으로 악성의 가능성은 없으나, 비교적 잠복기가 짧고(평균잠복기: 10-20년, 10년 이하에서도 발생) 특별한 자각증상은 없다. 진단은 흉부엑스선이나 흉부 CT로 확인할 수 있으며, 치료는 불필요하나, 흉막비후, 흉막삼출액을 동반할 수 있으므로 주기적인 관찰이 필요하다. 흉막반과 감별해야할 질환으로는 지방조직, 늑골골절, 늑골과 동반된 음영, 전이와 같은 다른 흉막종괴 등이 있다.

## 2. 양성 흉막 삼출

흉막 삼출은 적거나, 혈액성 단측의 삼출로도 나타날 수 있다. 이런 삼출액은 석면 노출의 가장 초기 소견이고, 10년 이내에도 나타날 수 있다. 삼출은 노출량과 관련이 있지만, 미량의 노출 후에도 생길 수 있고 다른 직업적 노출로도 생길 수 있다. 이는 대개 증상이 없지만 통증, 발열, 호흡곤란을 드물게

도 일으킬 수 있다. 수 개월간 남아있을 수도 있고, 재발 할 수도 있으며 미만성 흉막 비후로 주로 진행할 수도 있다. 흉막삼출액은 지속적 또는 반복적 흉막의 염증에 의하여 생기는 것이므로, 석면노출이외의 요인으로도 질병 발생이 가능하므로 원인 감별이 중요하다. 비교적 단순흉부엑스선 검사에서 쉽게 발견할 수 있으며 흉막천자를 통하여 확진한다. 전형적으로 다양한 세포의 혈액삼출이 있지만, 석면소체는 없을 수도 있다. 석면 노출시 다른 원인에 의한 삼출을 배제할 수 없어 감별해야 할 질병으로는 폐주변 삼출, 결핵, 악성 종양, 폐 색전증, 췌장염, 결합조직병 외상, 질소혈증 및 약물중독 등이 있다.

### 3. 미만성 흉막 비후

미만성 흉막비후는 장측흉막의 비후와 섬유화로 생기며, 시간이 지남에 따라 벽측흉막과 융합이 된다. 이는 흉막반보다 더 심한 석면 노출(중간 또는 중등도 노출)과 관련되어 있다. 만성 흉막 비후는 석면 폐증의 10%에서 보고되고 있다. 양성 흉막 삼출 후 나타날 수 있다. 섬유화 부위는 잘 세분화되지 않고, 늑골 횡격막 각, 폐 침부, 폐 아랫 부위, 엽간열 사이를 침범할 수 있다. 미만성 흉막 비후는 경도(드물게 중등도 또는 중증)의 제한성 폐기능 장애를 나타내기도 한다. 질병이 진행하면서 호흡관란과 흉통을 보일 수 있다. 흉막 반과 미만성 흉막비후는 감별이 어려울 때가 많다. 미만성 흉막비후와 감별해야 할 질환으로는 세균성 삼출(organizing effusion), 결핵 등의 만성감염, 결합조직병, 활석침착증, 흉막전이, 중피종 등이다.

### 4. 원형 무기폐

원형 무기폐(또는 접힌 폐)는 폐 조직의 일부가 섬유성 흉막 조직의 밴드 안에 접혀들 때 발생한다. 이것은 특유의 X 선 모양을 생성하는데 바깥쪽으로 방사하는 폐 조직 밴드가 있는 둥근 흉막 덩어리이다. 일부 환자는 호흡 곤란이나 마른 기침이 발생하지만 일반적으로는 증상이 없다. 질병의 진행은 일반적으로 안정적으로, 느리게 진행한다.일부는 폐용적 감소도 나타날 수 있다. 원형 무기폐는 가장 드문 석면 관련 양성 흉막 질환이다. 이는 석면 노출과 관련이 있지만 석면 노출이 없어도 발생할 수 있다. 폐암과 같이 발생하는 경우는 드물다. 다른 분진 노출에 의해서 생기는 무기폐나 농흉, 결핵성 흉수, (혈)기흉, 수술 후 상태, 만성 혈액 투석, 레지오넬라 폐렴, 히스토플라

스마증 등과 감별한다.

## 5. 중피종

중피종은 흉막의 중피세포에서 발생하는 종양으로 석면에 노출되고 충분한 잠복기 이후 발생한다. 장기간 노출되는 사람에서 잘 생기지만 단 시간 노출에서도 발생할 수 있다. 흉막, 복막, 심낭에서도 발생할 수 있으며, 드물게 발생하는 암으로 흉막 악성 종양의 5 % 미만을 차지한다. 세 가지 조직학적 유형-상피 세포, 혼합 및 육종-의 악성 중피종이 있다. 악성 중피종의 80 %가 흉막에서, 20 %는 복막에서 발생한다. 흉막의 악성 중피종은 빠르게 침습적으로 진행한다. 악성 흉막 중피종 환자는 갑자기 흉막 삼출, 흉막비후, 호흡 곤란 및 가슴 통증이 발생할 수 있다. 석면 노출에 의해 발생하며 다른 원인은 잘 알려지지 않았고, 노출량에 따라 발생률이 높아진다.

## 6. 석면폐증

석면폐증은 석면분진의 흡입에 의한 폐실질의 미만성 간질성 섬유화로 폐 조직의 미만성 간질성 섬유화가 나타난 것을 말한다. 처음에는 호흡성 세기관지에 나타나고, 특히 하엽의 흉막하 부분에서 일어난다. 섬유화는 점차 공기 공간과 폐포 간질을 따라 진행한다. 섬유화는 노출이 끝난 후에도 섬유화는 진행되는 경향을 보인다. 석면폐증의 진행 위험은 석면 누적 노출과 관련된다. 석면 노출이 길고, 심할 수록 석면폐증 위험이 더 크다. 보통은 직업적 노출에 의한 것으로 생각되었으며 환경적 석면 노출은 양반응관계에 의해 석면침착증을 발생 시킨다고 보기는 어렵다. 석면폐증은 일반적인 규폐증과는 질병의 임상양상이 다를 수 있다. 석면에 노출된지 20년정도 지나 발생 가능하나, 고농도 노출인 경우 5년 미만에서도 발생할 수 있다. 흉막반을 동반하는 경우도 흔하다. 따라서 석면 폐증이 의심될 경우 현재 석면에 노출되는지 조사하는 것 뿐 아니라, 과거 노출력을 확인하는 것이 무엇보다 중요하다. 가장 흔한 증상은 호흡곤란, 기침, 다량의 객담 및 객담배출 곤란, 흉통 등이지만 이런 증상들은 폐기능 검사 소견이 정상에 가깝게 나오더라도 나타날 수 있다. 섬유화가 진행되면서 폐활량을 줄이고, 폐탄성을 감소시키고, 가스 교환을 줄이고, 제한성 장해를 일으키거나 폐쇄성 양상도 나타낼 수 있다. 이렇게 서서히 운동성 호흡곤란을 나타내게 된다. 석면폐증 유무를 진단할 수 있는 검사는 흉부방사선 사진이다. 그러나 석면폐증이 있음에도 일반 흉부 방

사선 사진에서는 나타나지 않을 수 있다. 석면폐증의 조기 변화 여부를 진단하는데 HRCT 가 도움이 된다.

## 7. 폐암

석면 노출은 주요 조직학적 특성을 가진 폐암과 관련될 수 있다. 폐암의 4-12%가 석면의 직업적 노출과 관련된 것으로 알려져 있고, 석면에 많이 노출된 근로자의 20-25%는 기관지유래 폐암을 일으킬 수 있다. 석면 노출과 폐암 발생은 여러 가지 인자에 따라 다를 수 있는데, 석면 노출의 수준, 기간, 빈도 등의 누적적인 노출력, 노출 이후 기간, 언제 노출되었는지, 흡연력, 개인적 소인들에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다. 석면 노출은 흡연과 누적적인(additive) 효과 이상을 나타낼 수 있는 것으로 알려져 있다. 석면폐증의 존재는 높은 수준의 노출이 있었음을 알려주는 지표가 되나, 석면 폐증 없이도 폐암은 발생할 수 있다. 홍막반은 노출의 지표가 되나 저노출에서도 생길 수 있기 때문에 홍막반 자체로는 석면 폐암의 지표로 보기는 부족하다. 석면이 폐암을 일으키는 지에 대한 많은 연구가 있어왔으며 가장 잘 알려진 기준은 헬싱키 기준이다. 1997년 8개국의 석면 전문가가 모여 국제 회의를 연 이후 2014년 2월에 다시 국제 회의가 열려 최근 합의 보고서를 발표하였다. 그러나 각각의 폐암 원인 규명에서 석면에 의한 것인지를 결정할 때 폐암의 조직학적 유형과 그 해부학적 위치(중앙부인지 주변부인지, 상엽인지 하엽인지)는 아무런 의미가 없다. 석면이 원인인 폐암과 다른 원인에 의한 폐암과는 구별할 수 있는 특징은 없다고 하였다.

이 보고서에 따르면 폐암의 상대 위험도는 다음과 같은데,

- 누적적인 노출 석면 섬유 한 개/ml\*년당 0.5-4%의 위험이 증가하며,
- 석면의 추정된 누적 노출 최소 25-fiber-years 이상인 경우 2배의 폐암 위험 증가, 이 경우 석면 폐증도 증가할 수 있다.
- 건조한 폐 조직 1g 당 2 백만개의 각섬석(amphiboles) 섬유 (> 5 $\mu$ m) 또는 건조한 폐 조직 1g 당 5 백만 개의 각섬석 섬유 (> 1 $\mu$ m)의 보유 섬유 수준인 경우 폐암 2 배 위험 증가와 관련이 있다.
- 폐 내 섬유량은 건조 폐 조직 1g 당 5000 ~ 15,000 개의 석면소체 또는 기관지 폐포 세척액 1 밀리리터 당 5 ~ 15 개의 석면소체와 거의 동일하다(단, 석면 실험실의 표준화가 일차적으로 필요).
- 그러나 백석면(Chrysotile) 섬유는 체내 제거율이 높기 때문에 직업력을

확인하는 것이 섬유 분석보다 백석면의 폐암 발병 위험을 나타내는 지표가 될 수 있으며,

- 석면폐증의 존재는 높은 노출의 지표가 될 수 있고, 첫 노출 후 최소 10년 이상의 시간을 잠복기로 본다.

## 8. 후두암

석면과 관련된 암 발생 연구들에서 폐암 발생보다는 낮은 증가율을 보이고 표준화 사망률 비교에서도 그러했으나 이는 후두암의 질병적 특성이 다양하기 때문인 것으로 생각되고 있으며 지속적으로 후두암과의 석면과의 관련성이 있음이 밝혀졌다. 국제암연구소(IARC)에서 석면은 후두암의 충분한 증거가 있는 발암물질로 인정되었다.

## 9. 난소암

석면과 관련된 암 발생 연구들에서 폐암 발생보다는 낮은 증가율을 보이지만 지속적으로 후두암과의 석면과의 관련성이 있음이 밝혀졌다. 국제암연구소(IARC)에서 석면은 후두암의 충분한 증거가 있는 것으로 2012년도 보고서에서 인정되었다. 여성의 복막 악성중피종의 경우 난소암과 비슷한 양상을 보이거나 혼재되어 있을 가능성이 있으므로 감별진단이 필요하다.