

유해인자위험분석

자료제공

한국과학기술연구원(KIST)

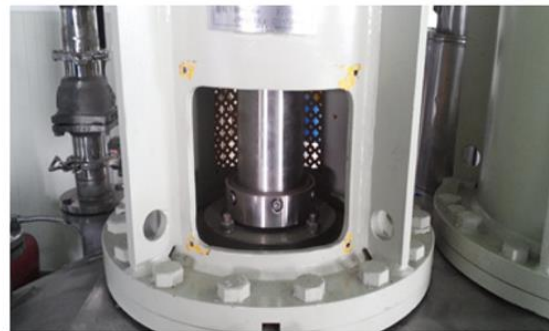
김영만

ymkim@kist.re.kr



RISK ASSESSMENT (유해인자위험분석)

- 위험성, 유해성, 사전유해인자위험분석 이란 ?
- RISK ASSESSMENT 실시 시기는 ?
- RISK ASSESSMENT 운영과 절차는 ?



유해위험 요인

임펠러 가동 시 끼임 가능성 존재

중대성	가능성	위험성
3	2	6



위험성 감소대책

안전커버 부착 (전 현장)

중대성	가능성	위험성
3	1	3

Risk assessment

■ 사전유해인자위험 분석

- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제 5조의2 제 5항
- 연구개발활동 시작 전 유해인자를 미리 분석하는 것으로 연구실 책임자가 해당 연구실의 유해인자를 발굴하고 필요한 대책을 수립하여 실행

■ 위험성 평가

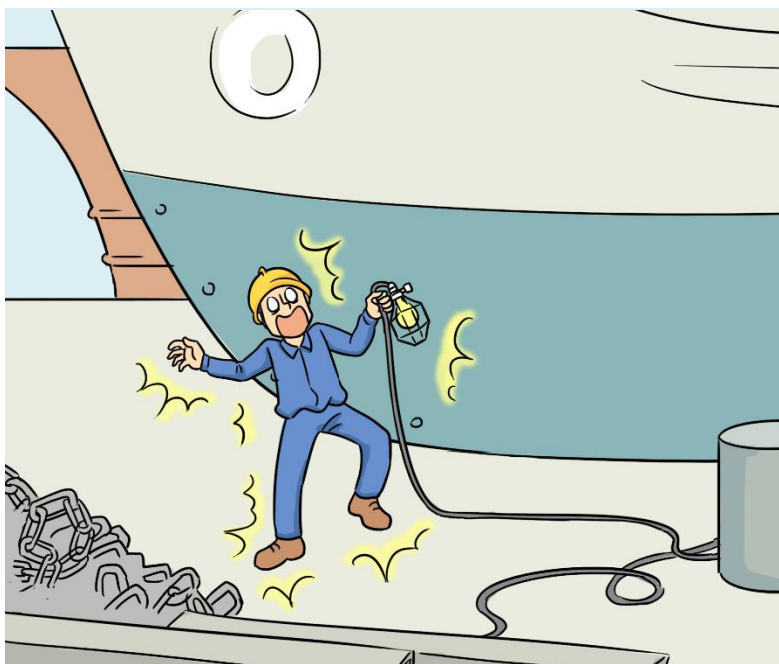
- 산업 안전보건법
- 노동자가 활동하는 모든 분야에서 고용주가 업무 작업 개시전 유해인자를 미리 분석하여 사고예방 등 대책수립

■ 위해성 평가

- 유전자변형 생물체의 국가간 이동에 관한 법률(LMO법)
- 생물안전에서 위해도 분석 시 주로 사용
- 생물체의 위해 등급, 유전자 변형, 전파 경로 등 고려

전등의 노출전선 충전부 접촉으로 감전

수리작업장에서 작업 중 사용한 이동식 전등에 대한 철거
작업 중 노출된 전선 충전부에 감전



발생원인

- 전선 전기 충전부의 노출, 비접지용 플러그를 사용
- 이동용 전등의 전원 측에 설치된 누전차단기 고장



예방대책
준수사항

- 배선 또는 이동전선은 감전 위험을 방지하기 위하여 충분한 절연조치 실시
- 전기기계 사용 전에 전원 측에 연결된 누전차단기의 작동상태를 점검하여 이상이 발견되면 즉시 보수 또는 교체
- 전원을 인출하는 배전반, 분전반 및 사용 전기기계기구 금속제 외함에 접지를 실시하여 누전발생시 작업자 보호

관로 내부 누수점검 중 산소결핍

경북 ○○시 소재 ○○저수지 관로 내부에서 피해자 이○○가 관로의 누수점검을 위한 CCTV 촬영을 위해 관로 내부로 들어가 장애물 제거 등 조치작업을 하던 중 쓰러져 산소결핍에 의해 사망하였고, 관로 내부에 들어간 피해자를 확인하기 위해 들어간 이△△은 부상을 당한 재해임.



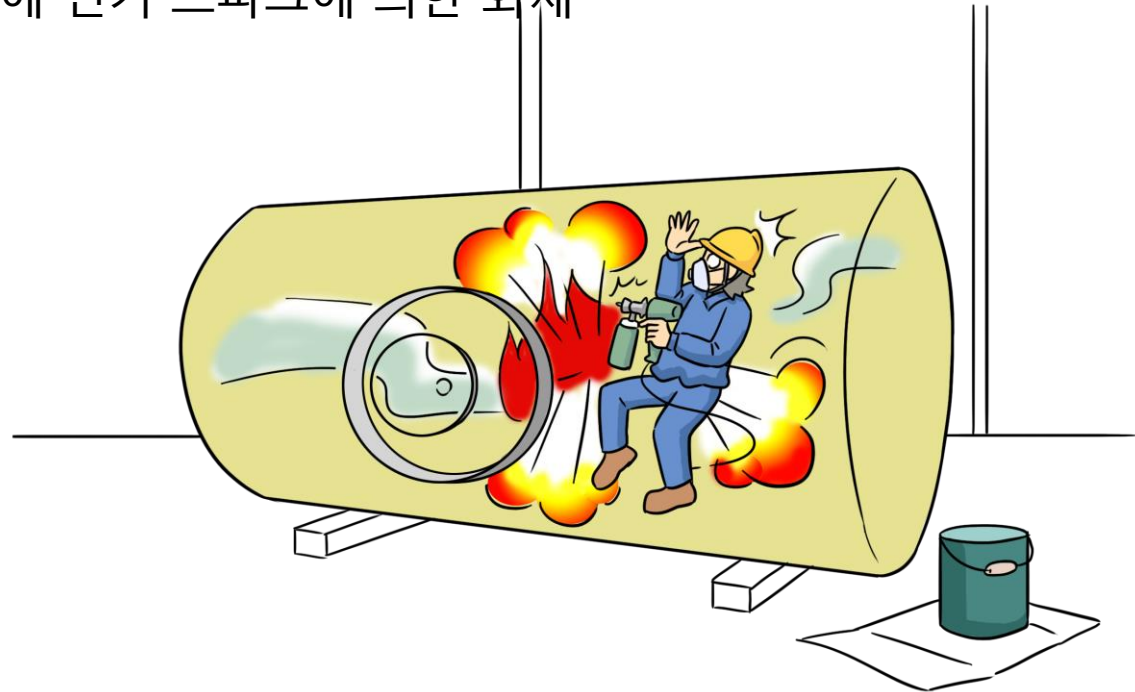
● 재해발생 원인

- ✓ 사고 관로 내부는 외부의 공기 출입이 어렵고, 내부에 고인 물, 미생물 등의 산화작용, 호흡 등에 의해 산소결핍이 우려되는 밀폐공간이었음.
- ✓ 재해자는 산소농도 측정, 환기, 호흡용 보호구 착용 없이 단독으로 관로 내부에 들어갔으며 산소가 결핍된 공기를 호흡한 후 질식사하여 사망함.

위험 물질, 안전한 취급

❖ 위험물질관련 재해의 예

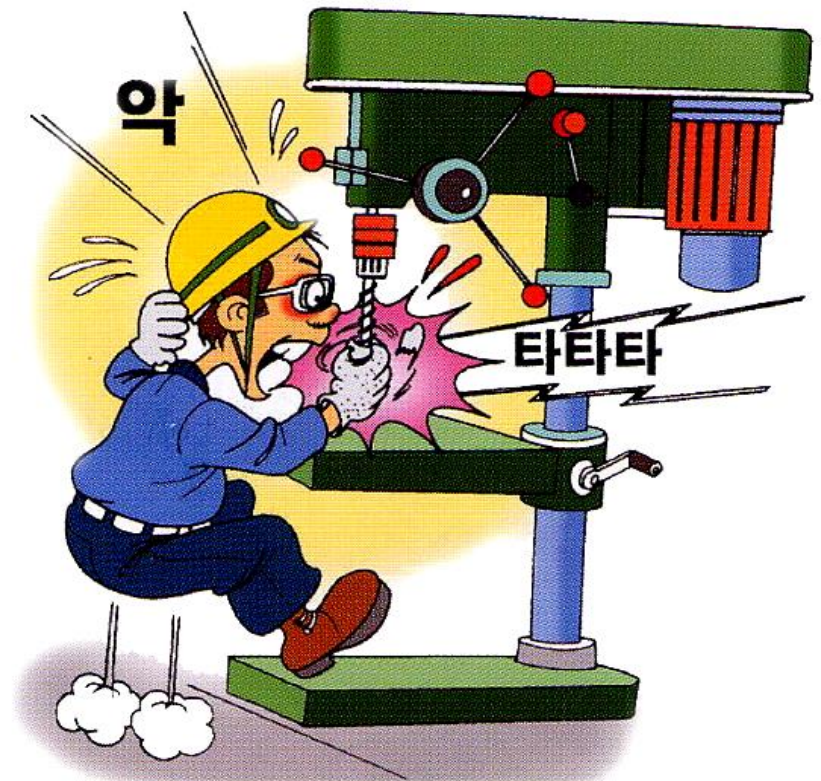
- 유류가 들어 있던 빈 드럼통에 불을 가까이 해 폭발한 예
- 스토브에 기름을 붓다가 폭발한 예
- 도장한 후에 방에 화기를 가까이 해 폭발한 예
- 가스가 누출된 방에 전기 스파크에 의한 화재





위험요소

**회전체 작업시에는 면장갑의
착용을 금지할 것!**



공작실 협착 사망사고

[실험실 사고사례 제 2011-05호]

미국 예일대학교 공작실 협착 사망사고

Yale Student Killed In Freak Chemistry Lab Accident



A Yale University senior died last night during a freak accident in a chemistry lab. According to the *New Haven Register*, Michelle Dufault was working on her senior thesis project when "hair got caught in a lathe, a piece of machinery that spins very quickly, and it pulled her in," sources said. The New Haven fire department responded to an emergency called in at 2:33 a.m. and found Dufault with no pulse.

Yale's University Secretary Linda Lorimer sent an e-mail to the Yale community, "By all reports, Michele was an exceptional young woman, an outstanding student and young scientist, a dear friend and a vibrant member of this community. We will find ways in the next day to gather to celebrate her life and grieve this loss."

The *Yale Daily News* reports, "As the police investigation gets underway, the Occupational Health and Safety Administration has opened an investigation into whether the lab is in compliance with federal safety regulations. OSHA spokesman Ted Fitzgerald said,

OSHA sent an investigator to the scene today; the investigation, Fitzgerald said, could last as little as a few weeks or as long as six months, but he added that it is too early to establish a timetable. Because both students and University employees use the machine shop, the incident falls under OSHA's jurisdiction, Fitzgerald said."



나무선반

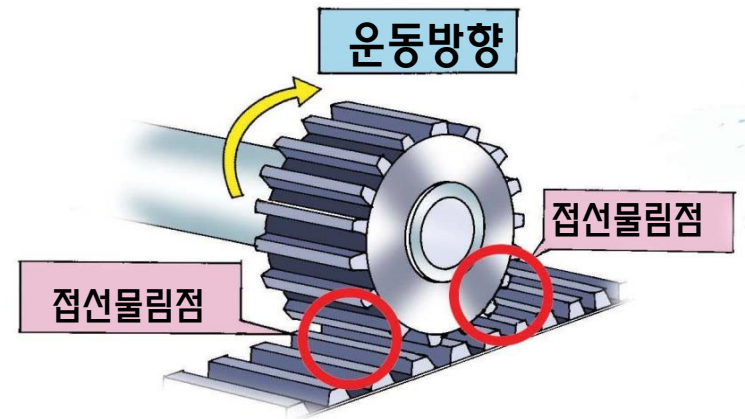
2011년 4월 13일, 미국 예일대학교 스테링화학연구소 내 공작실에서 이 대학 소속 4학년 여학생이 고속 회전하는 방법을 이용, 나무를 갈거나 파내는 데 사용하는 선반으로 작업을 하던 중 사망하는 사고 발생

실험 기계 설비의 위험

안전덮개, 방호장치 설치



가공기기 안전덮개



사다리로 올라가던 중 떨어짐

데크 플레이트 단부 주변에서 용접작업을 하는 작업자의 작업 내용을 확인하기 위해 A형 사다리를 콘크리트 바닥 위에 설치 후 사다리를 밟고 올라가던 중 몸의 중심을 잃고 사다리와 같이 넘어져 떨어짐



발생원인

- 안전한 통행을 할 수 있는 통로 확보 미흡
- 안전모 턱 끈 미체결 상태로 작업 중 머리 보호 상태 미흡



예방대책
준수사항

- 사다리 사용 시 넘어지지 않도록 넘어짐(전도) 방지 조치 철저
- 가설통로, 계단, 이동식 비계 등을 설치하여 작업자가 안전하게 이동할 수 있는 통로 확보 후 이동
- 안전모를 착용할 경우 안전모의 턱 끈을 조여서 안전모가 벗겨지지 않도록 보호구를 올바르게 착용하고 작업 실시

압축 롤러 손 협착사고

- 물림점이 노출되지 않도록 방호조치 설치
- 라텍스 장갑이 두 실린더의 표면(실리콘)에 마찰을 일으키며 빨려 들어감
- 태안화력발전소, 제주삼다수, 구의역 스크린도어 낀
- 대구 이월드 놀이 동산 아르바이트 학생 두 발 절단 사고 등



실험실 전기로의 위험

전기로 관리 미흡

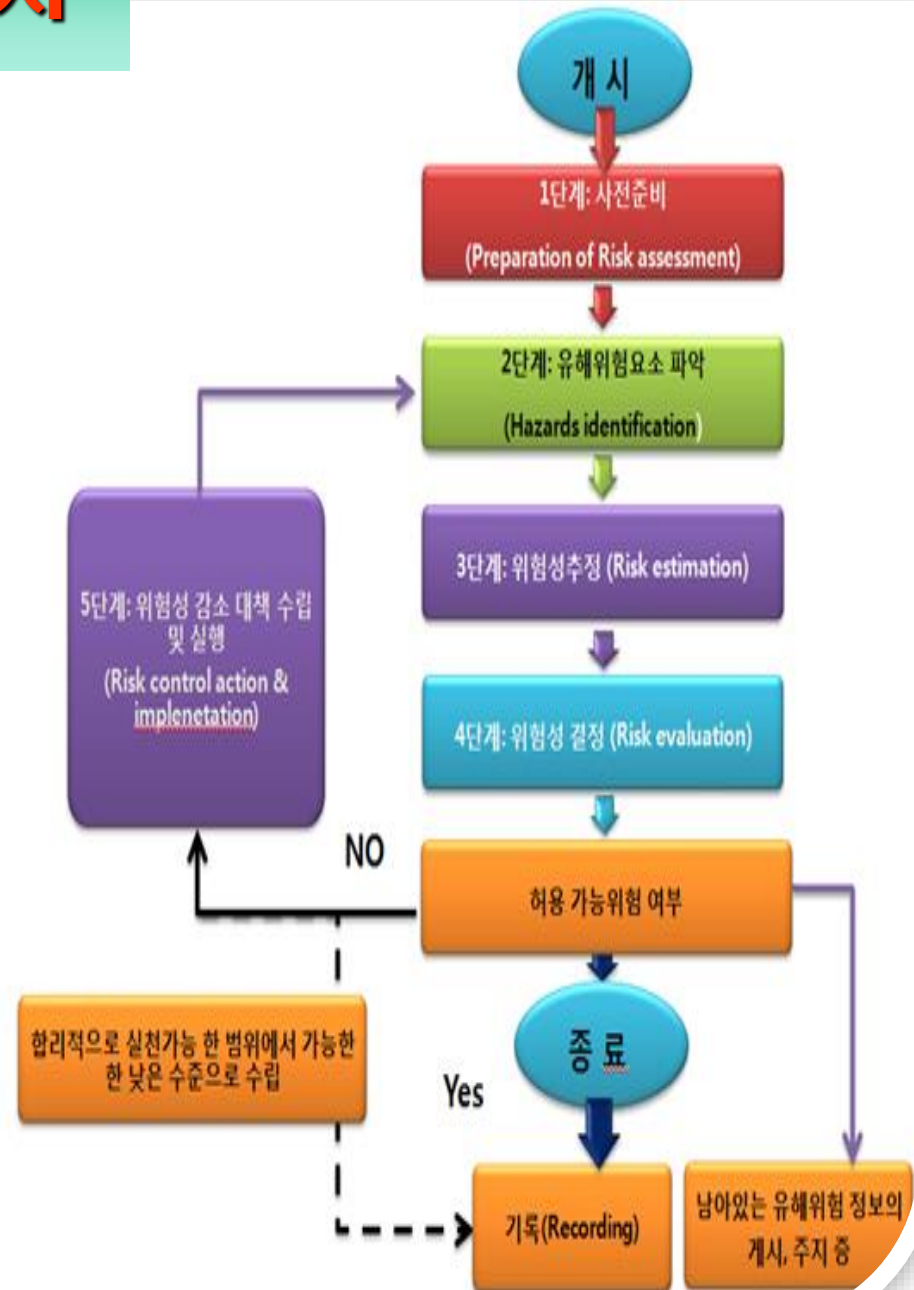


전기로 관리 양호



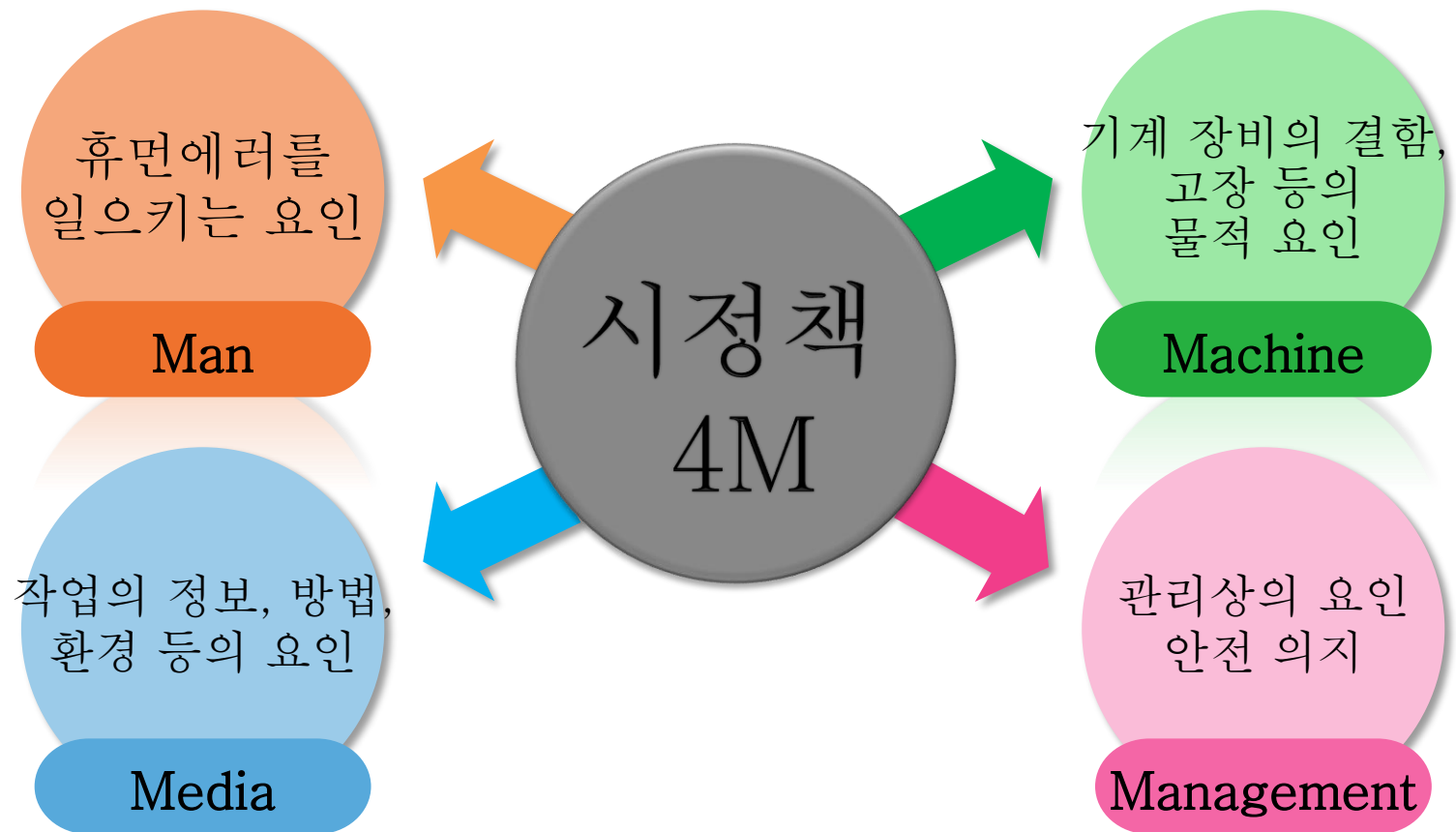
사전 유해·위험 분석 절차

- [1단계] **사전준비** : 위험성평가 실시계획서 작성, 평가대상 선정,
평가에 필요한 안전보건정보 사전 조사
- [2단계] **유해·위험요인 파악** : 사업장 순회점검, 청취조사,
MSDS 및 안전보건 체크리스트 등을 활용하여
사업장내 유해·위험요인을 파악
- [3단계] **위험성 추정** : 유해·위험요인이 부상 또는 질병으로
이어질 수 있는 가능성(빈도)과 중대성(강도)의 크기를
추정하여 행렬(Matrix)법, 곱셈법, 덧셈법 등을 이용하여
위험성의 크기를 산출
- [4단계] **위험성 결정** : 유해·위험요인 별 위험성 추정 결과와
사업장 자체적으로 설정한 허용 가능한 위험성 기준을
비교하여 추정된 위험성의 크기가 허용 가능한지
여부를 판단
- [5단계] **위험성 감소대책 수립 및 실행** : 위험성 결정 결과
허용 불가능한 위험성을 합리적으로 실천 가능한
범위에서 가능한 한 낮은 수준(ALARP :
as low as reasonably practicable)으로 감소시키기
위한 대책을 수립하고 실행
- 감소대책은 **우선순위를 정해 실행**하고 **실행 후에는**
허용 가능한 범위 이내이어야 함
- [6단계] **기록** : 위험성평가 활동 수행근거 및 결과를 문서로
작성하여 보존



✓ 사고방지를 위한 시정책

하인리히의 시정책 4M



연구실 안전현황

연구실
안전현황 분석
항목

Tool을 통하여
입력 가능
(www.labs.go.kr)

연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제1호서식]

연구실 안전현황¹⁾

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

기관명			구분	1.대학 ☐ 2.연구기관 ☐ 3.기업(부설연구) ☐ 4.기타 ☐
연구실 개요	연구실명 ²⁾			
	연구실 위치	동 층 호		
	연구실 면적	m ²	연구 분야 (복수선택 가능)	1.화학 / 화공 ☐ 2.기계 / 물리 ☐ 3.전기 / 전자 ☐ 4.생명 / 마생물 ☐ 5.건축/토목/자원 ☐ 6.기타 ☐ ()
	연구실책임자명		연락처 (e-mail 포함)	
	연구실 안전관리 담당자명		연락처 (e-mail 포함)	
비상연락처 ³⁾		연구실안전환경관리자 : 병원 : 사고처리기관(소방서 등) : 기타 :		
연구실 수행 연구개발활동명 ⁴⁾ (실험/연구과제명)				
연구활동종사자 현황	연번	이름 (성별 표시)	직위 ⁵⁾ (교수/연구원/학생 등)	담당 연구개발활동명 ⁶⁾ (연구/실험/실습명)
주요기자재 현황	연번	기자재명 (연구기기구계정비)	규격(수량)	사용 중/고 비고

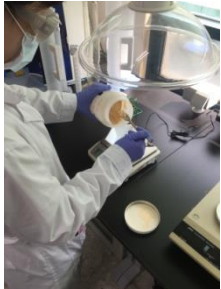
연구실 유해인자			
화학 물질 (「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 기준) ⁷⁾	- 보유 물질 -		- 보유 수량 -
	1.폭발성 물질 ☐ 2.인화성 물질 ☐ 3.독성 물질 ☐ 4.산화성 물질 ☐ 5.고압가스 ☐ 6.자기반응성 물질 ☐ 7.발화성 물질 ☐ 8.유기과산화물 ☐ 9.금속부식성 물질 ☐	1.10종 미만 ☐ 2.10종 ~ 30종 미만 ☐ 3.30종 ~ 50종 미만 ☐ 4.50종 ~ 100종 미만 ☐ 5.100종 이상 ☐	
가스 (「고압가스관리법」 기준) ⁸⁾			
생물체	1.고위험병원체 ()종 2.고위험병원체를 제외한 제3 위험군 ()종 3.고위험병원체를 제외한 제4 위험군 ()종		
물리적 유해인자	1.소음 ☐ 2.진동 ☐ 3.방사선 ☐ 4.이성기온 ☐ 5.이성기압 ☐ 6.분진 ☐ 7.전기 ☐ 8.레이저 ☐ 9.위험기계·기구 ☐ 10.기타 ☐ ()		
24시간 가동 여부 ☐ Yes ☐ No		정전시 긴급대응 여부 ☐ Yes ☐ No	
개인보호구 현황 및 수량 ⁹⁾			
보안경/고글/보안면	안전화/내화화장화/절연장화	귀마개/귀덮개	
레이저 보안경	안전장갑	실험실 가운	
안전모/머리카버	방진/방독/송기 마스크	보호복	
기타			
안전장비 및 설비 보유현황			
☐ 세안설비(Eye washer) ☐ 비상사위시설 ☐ 흡수드 ☐ 국소배기장치 ☐ 가스누출경보장치 ☐ 자동차단밸브(AVS) ☐ 중화제독장치(Scrubber) ☐ 가스 실린더 캐비닛 ☐ 캐비닛노출대응킷 ☐ 유(油)흡착포 ☐ 안전포켓통 ☐ 레이저 방호장치 ☐ 시약보관캐비닛 ☐ 클러브 박스 ☐ 불산치료제(CGG) ☐ 소화기 ☐ 기타 ()			
연구실 배치현황 ¹⁰⁾			
배치도	주요 유해인자 위험설비 사진		
<전 체>	<해당사진>		<해당사진>
	<해당사진>		<해당사진>

연구개발활동별 유해인자 위험분석

유해인자	유해인자 기본정보 ¹³⁾				
	CAS NO 물질명	보유 수량	GHS등급 (위험, 경고)	NFPA ¹⁴⁾ 심볼	위험분석
1) 「산업안전보건법」 제39조의 유해인자 중 화학물질 및 「화학물질관리법」 제2조에 따른 유해화학물질	① 7647-01-0 Hydrochloric acid	7L	위험 		H302 삼키면 유해함 H314 피부에 심한 화상과 눈에 손상을 일으킴 H331 흡입하면 유독함 H335 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
	② 1310-73-2 Sodium hydroxide	6kg 3.5L	위험 		H290 금속을 부식시킬 수 있음 H312 피부와 접촉하면 유해함 H314 피부에 심한 화상과 눈에 손상을 일으킴
	③ 64-17-5 Ethyl alcohol	6L	위험 		H225 고인화성 액체 및 증기. H319 눈에 심한 자극을 일으킴. H350 암을 일으킬 수 있음.
	④ 7681-52-9 Sodium hypochlorite	1L	위험 	-	H315 피부에 자극을 일으킴 H318 눈에 심한 손상을 일으킴 H400 수생생물에 매우 유독함
	⑤ 60-54-8 Tetracycline hydrochloride	5g	경고 	-	H315 피부에 자극을 일으킴 H319 눈에 심한 자극을 일으킴. H335 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
	⑥ 3810-74-0 69-57-8 Antibiotic- Antimycotic	600mL	위험 		H334 흡입시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡 곤란을 일으킬 수 있음 H317 알레르기성 피부 반응을 일으킴 H371 신체 중 장기에 손상을 일으킴 H360 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킴 H402 수생 생물에 유해함
	⑦ 10102-17-7 Sodium thiosulfate	3.5kg	경고 		H315 피부에 자극을 일으킴 H319 눈에 심한 자극을 일으킴

연구개발활동별 유해인자 위험분석

안전계획 - 취급방법



1) 화학물질

<공통사항>

- 개인보호장비를 착용한다.
- 분진 흡 가스 미스트 스프레이를 흡입하지 않도록 주의한다

...

- ① 염산: 고농도 염산(5N) 취급시 후드에서 작업한다. 등
- ② 에탄올: 엘,스파크, 화염, 고열 등 모든 점화원을 제거한다. 등

...

2) 가스

- ① 이산화탄소(고압가스): 가스용기를 교체할 때에는 가스누출 탐지제로 누출여부를 확인한다.
- ② 액화질소: 액화질소가 될 경우 저온화상 위험이 있으므로 긴 실험복과 보안경, 초저온 장갑 등을 착용한다. 등

3) 생물체

- ① 약독화폴리오 바이러스
 - 제2위험군 병원체로써 무균실/배양실(BL2+ 등급)내 생물안전작업대(BL2)에서 취급한다. 등

4) 물리적 유해인자

- ① 고압멸균기
 - 멸균과정이 끝난 후 압력이 0까지 내려올 때까지 멸균기 문을 열지 않는다.

연구개발활동별 유해인자 위험분석

안전계획 - 저장방법



1) 화학물질

- 약품은 본래 용기에 보관하고, 희석 조제한 시약은 경고표시가 포함된 라벨을 붙인다.
- 개봉한 용기는 조심스럽게 재밀봉하고 기울지 않게 보관한다.
- 시약은 시약실의 배기형 시약장(번호 부여)에 성상별로 분리하여 보관한다.
 - * 7번 : 부식성 알칼리류, 8번 : 자극성, 발암성, 9번 : 부식성 산류, 10번 : 유해성 없는 시약
 - * 11번 : 인화성, 12번 : 유해성 없는 조제 액체시약

2) 가스

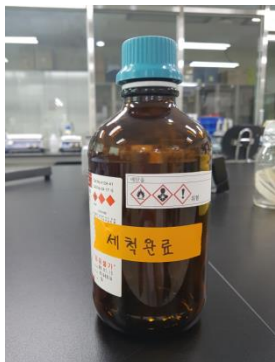
- 배양기용 고압 이산화탄소는 외부 가스 저장고에 보관하고 전도방지용 체인 또는 벨트로 벽에 고정시킨다.
- 액화질소는 뚜껑에 시건장치를 달아 외부인의 접근을 막는다.

3) 생물체

- 동물세포 및 정도관리용 폴리오 바이러스는 시건장치가 있는 액화질소 통에 보관한다.

연구개발활동별 유해인자 위험분석

안전계획 - 폐기방법



1) 화학물질

- 실험폐액은 산, 알칼리, 할로젠, 기타로 분리하여 폐액통에 모은다.
- 폐시약은 인화성, 부식성, 산, 알칼리, 할로젠 등 성상별로 구분하여 박스에 담고 라벨링 후 **별관 뒤편의 폐시약 보관창고에 옮긴다** (옮길 때 유리병이 부딪혀 깨지지 않도록 사이사이에 종이를 끼워 넣고 카트를 이용하여 옮긴다)
- 폐시약 목록과 물질안전보건자료(MSDS)를 안전팀에 송부한다.
(안전팀에서 분기별 폐시약 위탁처리)
- 빈 폐시약통은 수돗물로 세척 후 <세척완료> 라벨을 붙여 배출한다.
- 2인 이상이 함께 작업한다.

2) 생물체

- 미생물 실험폐기물은 전용 멸균비닐(Biohazard)에 담아 뚜껑이 있는 생물전용 폐기용기에 보관한다.
- 폐기물 최초 발생일을 기록하고 15일 이내에 고압증기멸균한다 (폐기물양이 많을 경우 당일멸균).
- 멸균처리된 폐기물은 특수폐기물 봉투에 담아 배출한다.



연구개발활동별 유해인자 위험분석

안전계획 – 안전설비 및 개인보호구 활용방안



<공통사항>

- 긴팔 실험복과 앞이 막힌 안전화(운동화), 일회용 장갑을 착용한다.
- 오염된 실험복은 즉시 벗어 세탁 후 사용한다.
- 보호장갑
 - * 장갑은 가장 나중에 착용하고 실험 종료 후 가장먼저 탈의한다.
- 보안경
 - * 인증제품을 사용한다.

1)화학물질

- 호흡기 보호
 - * 고농도의 염산, 가성소다, 차아염소산나트륨 취급시 후드에서 작업하거나 방독마스크 착용한다.
 - * 방독마스크는 산업안전 보건공단에서 인증받은 산성가스를 제거가능한 정화통을 장착하여 사용한다

3)생물체

- 시료 전처리시에는 보안경과 일회용 마스크를 착용한다.
- 세포배양 및 시료접종은 무균실내 생물안전작업대(BSC)에서 작업한다.

4)물리적 유해인자

- 초저온냉동고 및 액화질소통 취급시는 저온화상 예방을 위해 초저온 전용장갑을 착용한다.
- 펌프실에서 채수시 소음방지를 위해 귀마개 또는 귀덮개를 사용한다.

연구개발활동별 유해인자 위험분석

비상조치계획 – 화재 · 폭발시 대처 방법



<공통사항>

- 실험실내 비치된 ABC 소화기(장비의 경우 하론소화기)를 이용하여 초기진화 한다.
- 유독가스가 생성될 수 있으므로 화재 진압시 실험실 전체를 환기시키고 각 연구원의 담당 역할에 따라 화재 진압을 실시한다.
- 연기를 흡입한 경우 밖으로 나가 신선한 공기를 마신다.
- 화재 진압이 어려울 경우 119에 신고하고 비상 대피로를 따라 대피한다.

1)화학약품

- ① 염산 화재시 염화수소 가스가 생성될 수 있으므로 주의한다.
- ③ 에탄올
 - 고인화성 열, 스파크, 화염에 의해 쉽게 점화되어 화재/폭발 위험이 있으므로 주의한다.
 - 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스가 발생할 수 있으므로 주의한다.
 - 가열시 용기가 폭발할 수 있으므로 주의한다.

2)전기화재

- 전기화재 발생시 감전위험이 있으므로 물을 사용하지 말고 ABC 소화기를 이용한다.

연구개발활동안전분석(R&DSA)

작성절차

안전계획, 비상조치계획

연구실 사고대응 매뉴얼

5.5 생물분야 사고

1. 병원체 유출

사고 상황

- 병원체, 유전자변형생물체의 유출로 인한 감염
- 병원체, 유전자변형 생물체의 유출로 인한 2차 감염
- 병원체의 외부 유출로 오염

생물안전 사고에는 유전자변형생물체(LMO)의 외부 유출사고와 3등급이상 및 고위험 병원체 사고인 "경보" 및 "비상"단계의 사고도 포함된다. 이와 관련된 LMO 사고는 미래창조과학부 발간 "시험 연구용 LMO 비상조치 매뉴얼"에 자세히 설명되어 있으며, 고위험 병원체, 3등급 이상의 생물안전 사고는 질병관리본부에서 발간한 '실험실 생물 안전지침'을 참고

구 분	해당 연구실 (연구실 책임자, 연구활동종사자)	생물안전담당 부서 (생물 안전관리자)
사고 예방 단계	• 연구실 책임자 및 연구활동종사자 정기안전 교육 이수 • 연구실은 승인 받은 자만 출입하고 출입문은 항상 닫아 둠 • 연구실 별 생물사고 대응 도구(biological spill kit) 구비 • 병원체 특성별 병원 연계체계 구축 • 자체 생물안전위원회에서 위험성 평가를 완료한 생물실험체, 병원체, LMO에 한하여 실험	• 생물안전관리자는 법정교육인 사전교육 및 연간교육 이수 • 생물위해성 평가 실시 여부 감독 • 생물실험 시설 주변에 대한 정기 소독 등 감염방지 대책 시행 • 생물 실험 후 폐기물 발생에 따른 적절한 폐기 수립 및 시행 • 생물 실험 종사자에 대한 정기 건강검진 조치
사고 대응 단계	• 부상자의 오염된 보호구는 즉시 탈의하여 멸균봉투에 넣고 오염부위를 세척 한 뒤 소독제 등으로 오염 부위 소독 • 부상자 발생 시 부상 부위 및 2차 감염 가능성 확인 후 기관 내 보건담당자에게 알리고, 필요시 소방서 신고	• 사고 접수 후 응급치료도구와 생물안전 사고 대응 도구(biological spill kit)를 가지고 사고 현장으로 출동 • 사고현장 출동 시 적절한 개인보호구 착용 후 사고 수습 지원 (마스크, 1회용 실험복, 안전장갑, 1회용 덧신 등)

사고유형별
예방, 대비,
대응방법 등을
참고하여
**안전계획 및
비상조치계획**
수립

사전유해인자
위험분석
작성가이드,
예시집 참고,
안전사고 관련
자료 검색, 활용
(국민재난안전
포털,
소방안전본부
홈페이지 등)

■ 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제2호서식]

연구개발활동안전분석(R&DSA)

(보존기간: 연구종료일부터 3년)

연구목적: 원수 및 정수 바이러스 분포실태조사

순서	연구·실험 절차	위험분석[유형]	안전계획	비상조치계획
	시료접종 	• 주사기를 이용한 배양시료 필터 여과시 주사바늘에 찔릴 수 있다. [상처 및 출혈]	• 개인보호구(실험복, 보호장갑, 보안경, 방독마스크 등)를 착용한다. • 사용한 주사바늘에 캡(뚜껑)을 다시 끼우지 않으며, 손으로 직접 바늘을 제거하거나 구부리는 행위 등을 하지 않는다. • 주사바늘 폐기시에는 주사침 분리기가 장착된 전용수거용기에 폐기하거나 주사바늘채거기를 사용한다.	• 신속히 찔린 부위의 보호구를 벗고 주변을 압박, 방혈한다. 그리고 15분 이상 충분히 흐르는 수돗물 또는 생리식염수로 세척한 후 삼피약을 사용하여 소독 및 치료를 실시한다. ※ 추가정보: <참고자료 2>참고 • 상처가 심한 경우 지정병원으로 즉시 이동한다. • 동서울정원외과의원 (02-453-1177) • 종합병원: 건국대학교병원 (1588-1533)
7	 	• 양성대조물질인 폴리오미리우스를 다루는 과정에서 바이러스 용액이 실험대 등에 유출될 수 있으며, 시험자가 감염될 수 있다. [미생물 누출접촉]	• 실험복 및 개인보호구(장갑, 보안경 등)를 착용한다. • BSL2등급 이상 실험실에서만 다루며, 고농도의 바이러스 취급시 생물안전작업대(BSC)에서 작업한다. • 피펫 및 피펫에이드 사용시 에어로졸발생을 최소화 한다.	• 병원성 바이러스 누출시 Biohazard spill kit를 이용하여 처리한다. • 누출된 바이러스 탈리액을 0.5% 염소 소독액으로 소독하여 와이퍼로 닦아낸다. • 탈리액 처리 후 오염된 부위(실험대 등)는 살균와이퍼(세균, 곰팡이, 바이러스 제거용) 또는 0.5% 염소 소독액으로 추가 소독한다. • 탈리액 제거 및 소독에 사용된 와이퍼, 장갑 등은 폐기용 봉투(biohazard bag)에 넣어 밀봉 후 생물폐기물 처리과정에 따라 폐기처리 한다. • 소독용 알콜로 손을 소독하고 노출된 신체와 손을 비누와 물로 깨끗이 닦는다. ※ 추가정보: <참고자료 1, 7>참고 • 감염원에 노출 되었을 경우에 비누와 수돗물을 사용하여 즉시 철저히 씻어야 하며, 이 상중상이 감지되면 즉시 병원 진료를 받는다. - 안과: 밝은미래안과의원 (02-455-5300) - 피부과: 연세모던피부과의원 (02-455-0063) - 종합병원: 건국대학교병원 (1588-1533)

연구개발활동안전분석(R&DSA)

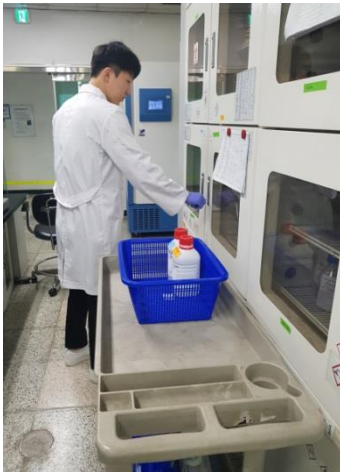
연구개발활동 안전분석(R&DSA)

1. 시약조제

위험분석[유형]

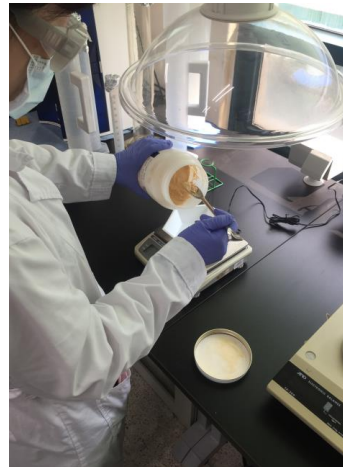
시약이동

[화재·폭발]
[상처 및 출혈]



시약조제

[화학물질 누출접촉]



안전계획

- 개인보호구를 착용
- 시약장 주변에 화기금지
- 시약 이동시 카트를 이용
- 국소배기장치 또는 후드에서 작업
- 염산 취급시 방독면 착용

비상조치계획

- ABC 소화기로 초기진화 실시
- 화재발생신고 (119)
- 피부접촉시 수돗물로 15분 이상 세척
- 세안기, 비상샤워기
- 환기, 신선한 공기
- 약품 누출시 화학물질 중화제키트로 제거
- 응급처치 후 병원진료 (1588-1533)
- 재난신고(119)



연구개발활동안전분석(R&DSA)

연구개발활동 안전분석(R&DSA)

2. 시료농축

위험분석[유형]

원심분리기

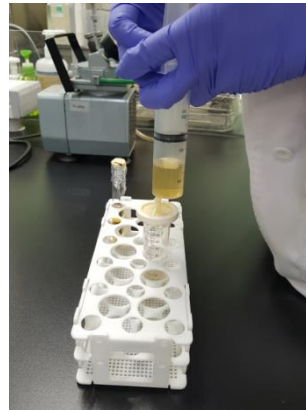
[상처 및 출혈]



[감전], [전기화재]

시료여과

[미생물 누출·접촉]



안전계획

- 개인보호구 착용
- 완전히 멈춘 후 원심분리기 문 OPEN
- 시료는 동일량을 담아 **삼각대칭**으로 삽입
- 여과시 막힐경우 **필터교체**

비상조치계획

- 이상소리 발생시 즉시 장비전원 차단
 - 시료 접촉부위 15분 이상 세척 후 소독 (소독용 알코올, 과산화수소 등)
 - 이상증상 발생시 병원진료(1588-1533)
 - 재난 신고 (119)
- ※추가정보 <참고자료2: 시험.연구종사자에 대한 조치>참고

연구개발활동안전분석(R&DSA)

연구개발활동 안전분석(R&DSA)

3. 세포준비

위험분석[유형]

액체질소

초저온 냉동고

[동상], [저온화상]



안전계획

- 개인보호구 착용
 - 보안경, 초저온용 장갑, 방한 앞치마, 긴바지

비상조치계획

- 눈에 튈 경우 세안기로 15분간 세척
- 동상 및 저온화상시 따뜻한 물(40℃)에 담금
- 이상증상시 종합병원진료 (1588-1533)
- 재난 신고 (119)

연구개발활동안전분석(R&DSA)

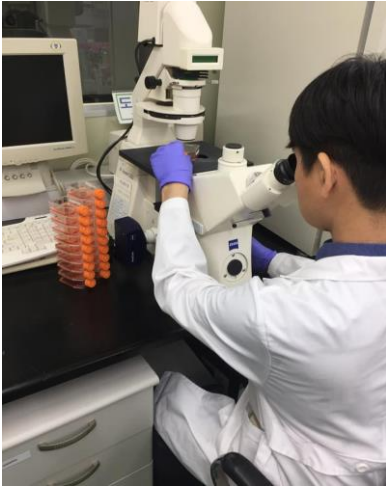
연구개발활동 안전분석(R&DSA)

4. 시료접종, 현미경관찰

위험분석[유형]

세포관찰

[눈피로],[근·골격계 질환]



[감전],[전기화재]

안전계획

- 개인보호구 착용
- 현미경 사용지침 번역 및 횡단전계
 - 현미경 작업은 일 5시간 이내
 - 50분 관찰, 10분 휴식
 - 스트레칭
 - 광량은 눈이 부시지 않도록 조절

비상조치계획

- 근골격계 질환 발생시 병원진료
- ※추가정보 <참고자료2: 근골격계 질환 예방을 위한 현미경 사용 지침>참고

연구개발활동안전분석(R&DSA)

연구개발활동 안전분석(R&DSA)

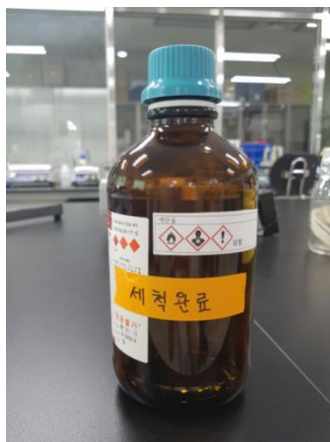
5. 세척 및 폐기물처리

위험분석[유형]

생물폐기물

시약폐기물

[미생물 누출·접촉] [화학물질 누출·접촉]



안전계획

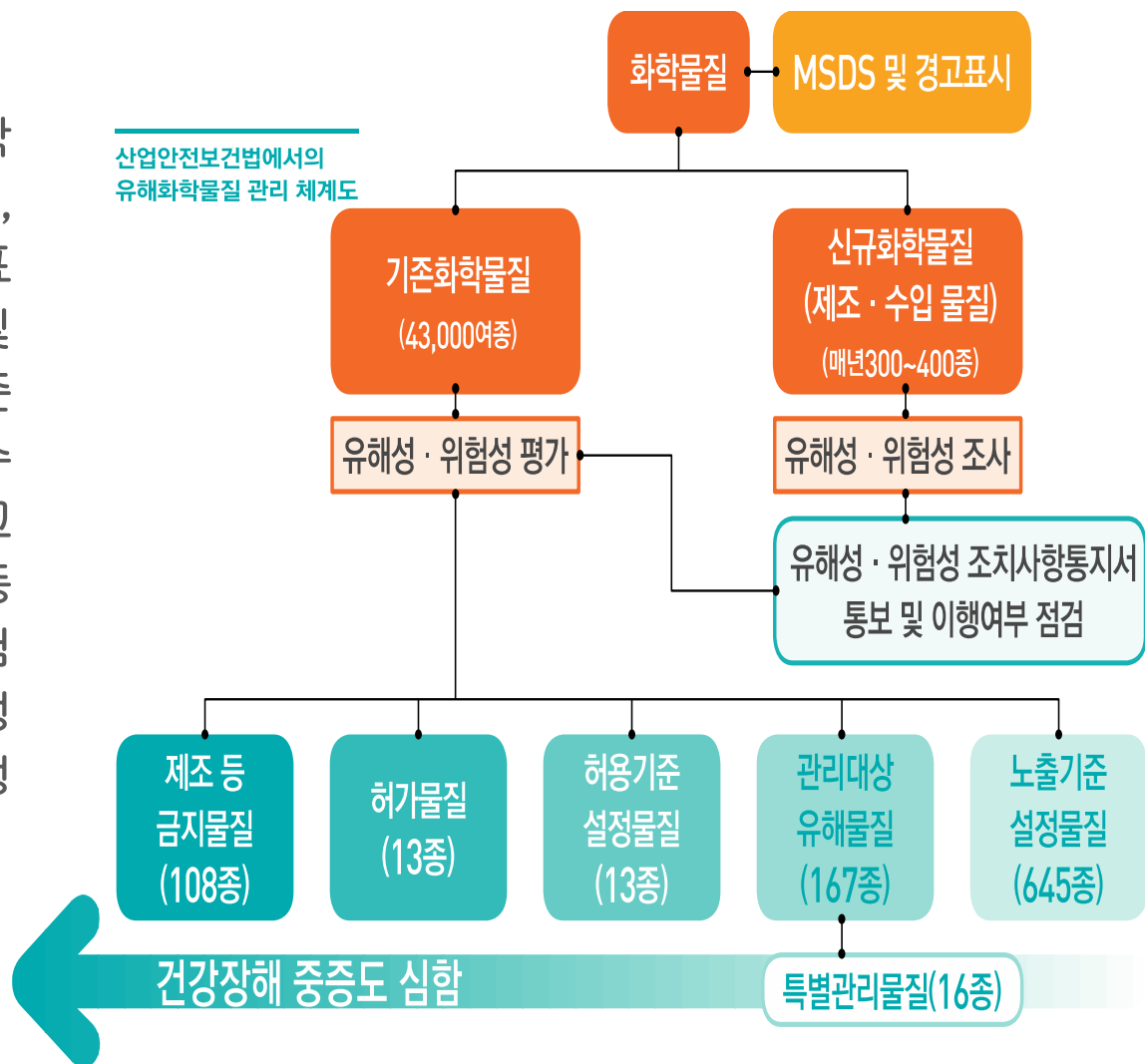
- 개인보호구 착용
- Biohazard 전용 폐기물 봉투
- 뚜껑이 있는 생물폐기물 전용용기
- 15일 이내 멸균
- 특수폐기물 봉투
- 폐시약은 인화성, 부식성, 산, 알칼리 등으로 분류하여 폐시약 창고로 옮김
- 폐시약병은 세척후 세척완료 라벨 붙임

비상조치계획

- 미생물 누출시 0.5% 차아염소산나트륨 용액과 Biohazard spill kit 로 제거
- 피부 접촉시 비누와 수돗물로 세척 후 소독 (70% 알코올 및 과산화수소)
- 약품누출 부위 15분이상 세척
- 이상증상 발생시병원진료 (1588-1533)

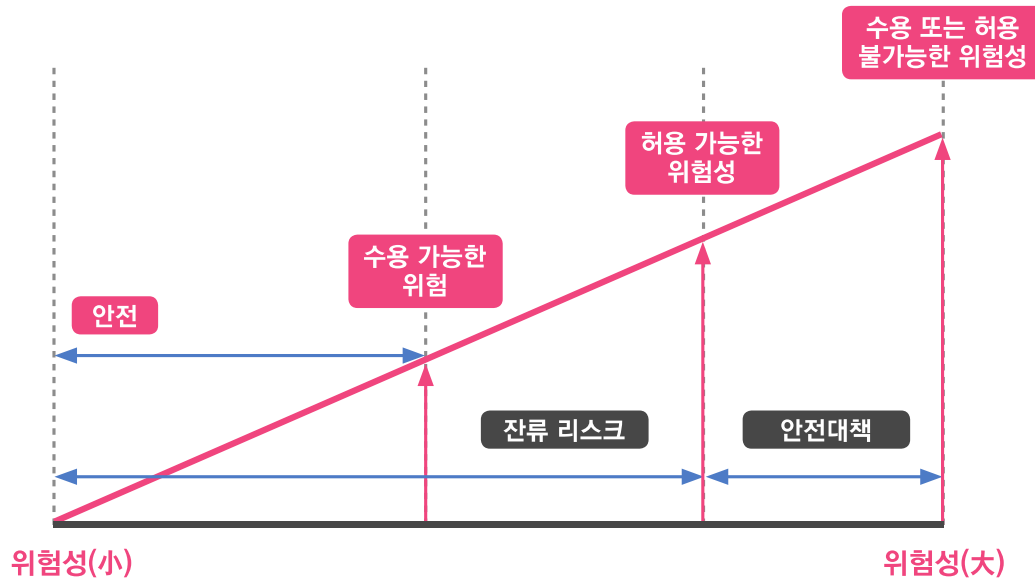
산업법에서의 유해화학물질 관리 규정

- 산업안전보건법에서는 화학물질의 유해성·위험성 조사, MSDS 작성·비치 및 경고표지 부착, 제조·사용 금지 및 허가, 노출기준 및 허용기준 준수, 작업환경측정 및 특수건강진단 실시 등을 규정하고 있으며, 화재·폭발·누출 등의 화학사고 예방을 위해 위험물질 취급 기준 준수 및 공정안전보고서 제출 등을 규정하고 있다.



위험성평가의 용어

허용 가능한 위험성과 안전



• 위험성 감소대책 수립 및 실행

위험성 결정 결과 허용 불가능한 위험성을 합리적으로 실천 가능한 범위에서 가능한 한 낮은 수준으로 감소시키기 위한 대책을 수립하고 실행하는 것

- **기록** 사업장에서 위험성평가 활동을 수행한 근거와 그 결과를 문서로 작성하여 보존하는 것

위험성평가 운영과 절차

❖ 1단계 : 사전준비(Preparation of risk assessment)

위험성평가 실시규정의 준수

- 위험성평가의 성과를 거두기 위해서는 위험성평가를 실시하는 실험실의 자체적인 계획을 담은 규정이 필요하며, 위험성평가의 실시는 실험실의 생산활동에 따라 실시규정을 수립하여 실시
- 연구원은 연구실에서 작성한 사내규정인 위험성평가 실시규정에 따라 위험성평가를 한다.



CHECK BOX

위험성평가 실시규정의 내용에는?

- | | |
|---------------|-------------------|
| ✓ 평가의 목적 및 방법 | ✓ 평가담당자 및 책임자의 역할 |
| ✓ 평가시기 및 절차 | ✓ 주지방법 및 유의사항 |
| ✓ 결과의 기록 · 보존 | |

위험성평가 운영과 절차

❖ 2단계 : 유해 · 위험요인 파악(Hazard identification)

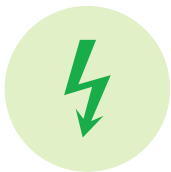
다양한 유해·위험요인의 이해

- 유해·위험요인을 다음의 점검 목록을 통해 그 내용을 이해하고, 현장 연구자는 그 유해·위험요인을 찾을 수 있도록 유도



1. 기계적인 위험성

- 기계적 동작에 의한 위험 (예 : 압착, 절단, 충격 등)
- 이동식 장비에 의한 위험 (예 : 전기톱etc)
- 운반수단 및 운반로에 의한 위험 (예 : 적하시 안전, 표시)
- 표면에 의한 위험 (예 : 돌출, 뾰족한 부분, 미끄러운 부분)
- 통제되지 않고 작동되는 부분에 의한 위험
- 미끄러짐, 헛디딤, 추락 등에 의한 위험



2. 전기에너지에 의한 위험성

- 전압, 감전 등에 의한 위험
- 고압활선 등에 의한 위험

위험성평가 운영과 절차

❖ 3단계 : 위험성 추정(Risk estimation)

✓ 사고의 발생강도(피해크기)

강도수준	설 명
대(3)	사망, 중대한 상해, 생명을 위협하는 직업성질병 초래위험 (절단, 큰 골절, 복합 상해, 작업성암, 급성 중독 등)
중(2)	의학적인 치료를 요하는 상해 또는 장애를 일으키는 질병 (열상, 화상, 결림, 작은 골절, 피부염, 귀먹음, 작업관련성 근골)
소(1)	아차사고, 무상해, 응급조치를 요하는 상해/질병 초래위험 (타박상, 염증, 일시적인 불편함에서 오는 질병 등)

위험성평가 운영과 절차

❖ 3단계 : 위험성 추정(Risk estimation)

✓ 발생 가능성(빈도)

빈도수준	설 명
고(3)	일반적 또는 반복적으로 발생
중(2)	발생 가능성 있음
저(1)	거의 없음

✓ 위험도 계산(추정표) = 발생 가능성(빈도) x 사고의 발생강도(피해크기)

중대성(강도) 가능성(빈도)	대(3)	중(2)	소(1)
고(3)	중대(9)	중대(6)	미미(3)
중(2)	중대(6)	경미(4)	미미(2)
저(1)	미미(3)	미미(2)	미미(1)

위험성평가 운영과 절차

❖ 4단계 : 위험성 결정(Risk evaluation)

- 추정된 위험성(크기)이 받아들여질 만한(Acceptable) 수준인지, 즉 허용 가능한지(Tolerable) 여부를 판단하는 단계.
- 주관성이 많이 개입될 수 있는 단계이므로 자의적인 결정이 되지 않도록 유의
- 이 경우 위험성의 크기가 안전한 수준이라고 판단(결정)되면, 잔류 위험성(Residual risk)이 어느 정도 존재하는지를 명기하고 종료 절차에 들어간다
- 안전한 수준이라고 인정되지 않으면 위험성을 감소시키는 조치(대책)를 수립하는 절차를 반복

위험성 결정(예시)

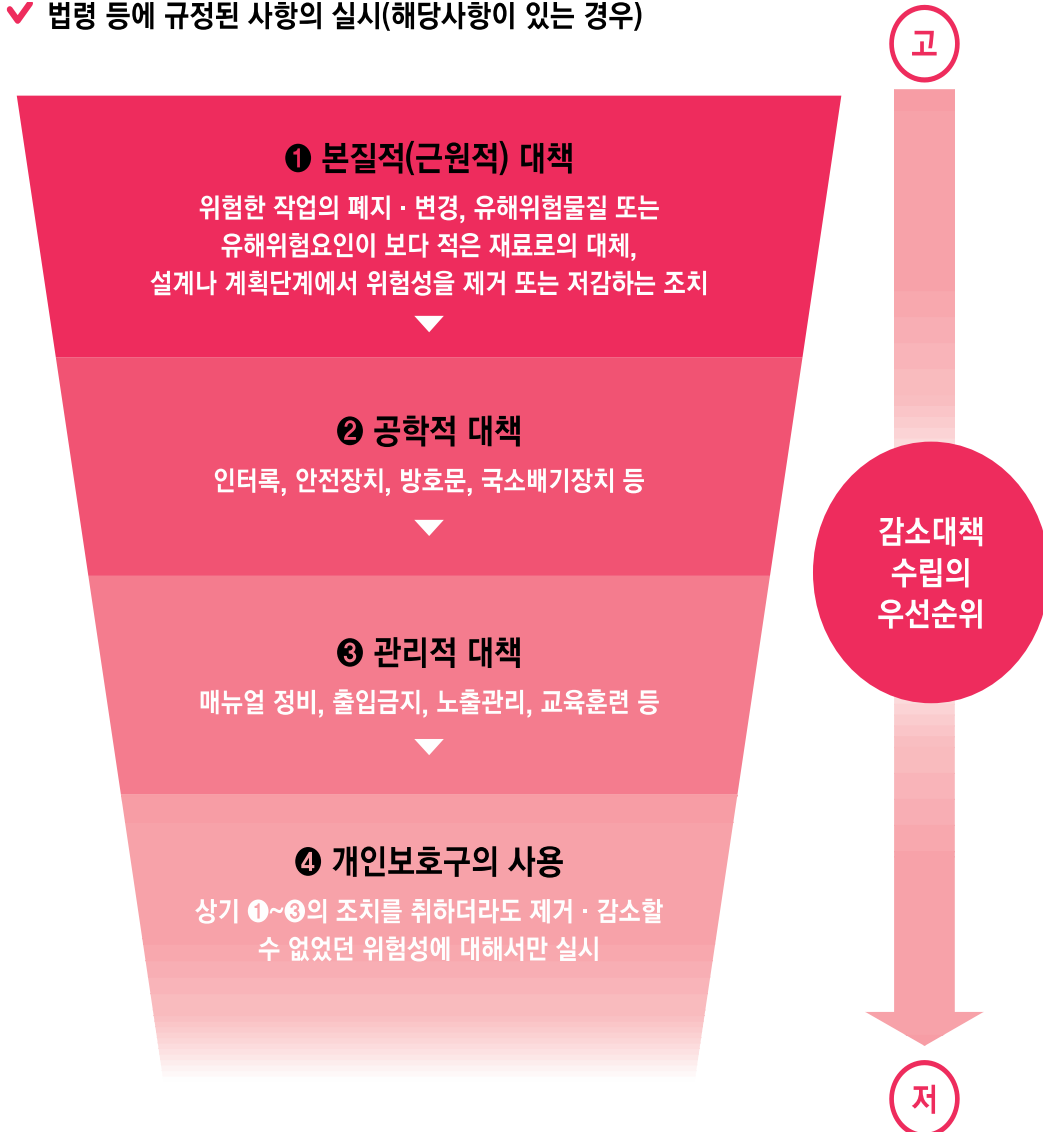
위험성 수준		관리기준	비고
1~2	낮음	현재 상태 유지	· 근로자에게 유해위험 정보를 제공 및 교육
3~4	보통	개선	· 안전보건대책을 수립하여 개선 필요한 상태
6~9	높음	즉시 개선	· 작업을 지속하려면 즉시 개선이 필요한 상태

위험성평가 운영과 절차

✓ 법령 등에 규정된 사항의 실시(해당사항이 있는 경우)

❖ 5단계 : 위험성 감소대책 수립 · 실행(Risk control action & implementation)

- 위험성을 결정한 결과 허용 가능한 위험성이 아니라고 판단되는 경우에 위험성의 크기, 영향을 받는 연구자 수 및 근원적 위험성 감소 순서 등을 고려하여 감소 대책을 수립하여 실행하여야 한다.



위험성평가(예시)

① 반응/배합 공정

위험성평가



유해위험 요인	분류	위험발생 상황 및 결과		
	화재 폭발	반응기 주변 잔류가스에 점화 원이 될 수 있는 전동기와 안전 장치 사용으로 폭발 위험		
위험성 평가	현재 안전보건 조치	현재 위험성		
		가능성 (빈도)	중대성 (강도)	위험성
반응기 잔류 가스 폭발위험	국소 배기장치 설치	2	3	6 (위험)

감소대책



제거 및 저감조치

방폭구조의 전기 · 기계기구 설치 및 안전작업 허가 제도 도입

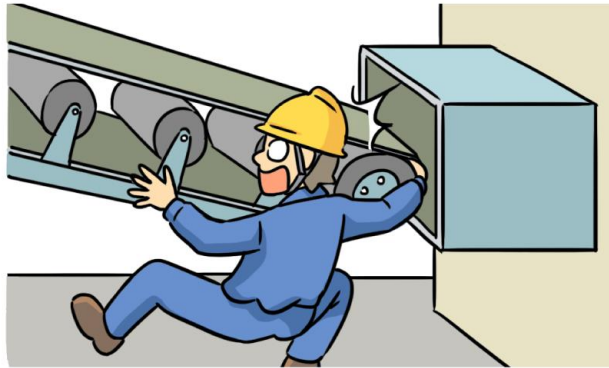
감소대책 수립	개선후 위험성
• (공학적) 방폭구조 전기 · 기계기구 선정 사용 • (관리적) 안전작업 허가절차	3 (보통)

위험성평가(예시)

② 화물 적재 공정



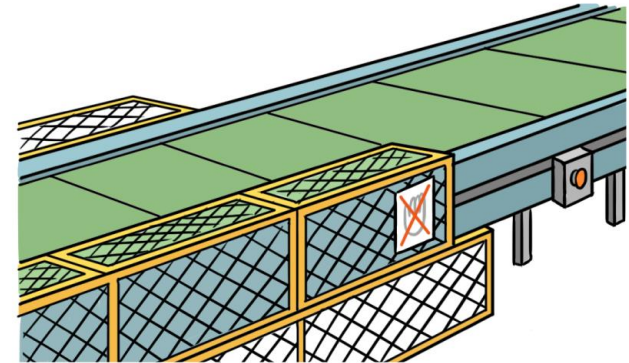
위험성평가



유해위험 요인	분류	위험발생 상황 및 결과		
	기계	화물분류시스템의 컨베이어벨트에 끼임 위험		
위험성 평가	현재 안전보건 조치	현재 위험성		
		가능성 (빈도)	중대성 (강도)	위험성
끼임위험	-	3	3	9 (위험)



감소대책



제거 및 저감조치

컨베이어벨트에 안전덮개 및 비상정지 스위치 설치, 손가락 끼임 경고표지 부착

감소대책 수립

- 안전덮개 등 설치
- 보조도구 사용
- 손가락 끼임 경고표지 부착

개선후 위험성

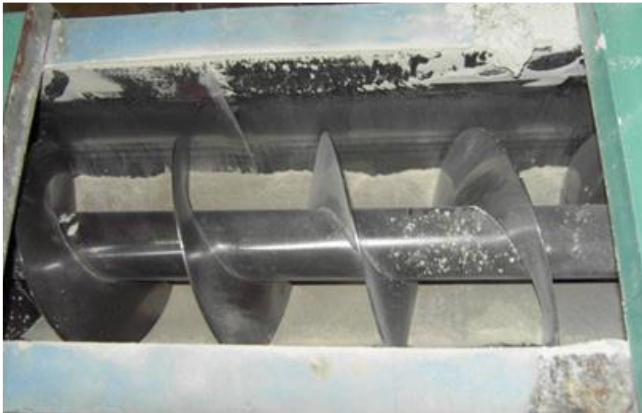
3
(보통)

위험성평가 현장 실시(예시)

① 화학물질 제조과정



위험성평가



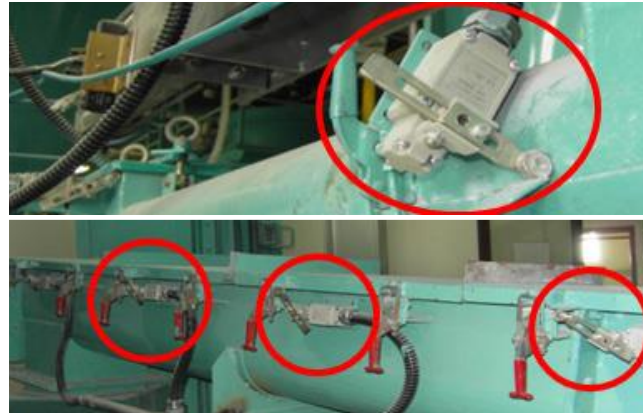
유해위험 요인

작업 중 스크루 회전에 의한 끼임 사고 위험

중대성	가능성	위험성
3	4	12



감소대책



위험성 감소대책

리미트 스위치를 공장 내 커버를 열 수 있는 장소 전체에 설치

중대성	가능성	위험성
3	1	3

연구실 안전 사고, 이렇게 예방 [1]

1. 불안정한 상태 및 불안정한 행동을 없애라
2. 보안경, 보안면, 안전 장갑, 장화, 실험복 등 **보호구**를 잊지 말고 착용
3. **응급조치 요령** 등을 미리 숙지하고, 작업실 내에 자료를 부착, 미리 **비상구** 주변을 정리하는 등 **대피경로**를 확보
4. 위험물 용기에는 **위험성 표지**를 반드시 부착하고, 관리에 주의해야
할 위험물을 사용할 때도 안전하게 사용할 수 있도록 **지도 및 주의**가 필요
5. 화재 및 사고 발생 시에는 **신속히 알림**
⇒ 책임자의 연락처를 실험실 내에 기재해 문제 발생시 수월하게 대처
6. 위험한 사회(사고 안나겠지, 괜찮아, 조금, 산만) 제거

❖ 사고 발생 시에 행동 요령

- ▶ 신속히 주위 사람들에게 사고 알리기
- ▶ 화재 사고 시 신속한 초기 진화
- ▶ 소방서, 경찰서, 병원 등에 도움 요청
- ▶ 내부 관계자들(연구실책임자 등)에게 사고보고

연구실 안전 사고, 이렇게 예방 [2]

- 시설 및 장비를 안전하게 사용하는 방법을 충분히 익힌 뒤에 작업에 참여, 유리로 된 기구는 깨어짐에 주의
- 적절한 환기와 통풍은 필수적
- 냉장고에 화학약품을 보관할 때에는 해당 냉장고를 화학물질 저장용임을 확실히 표시 화학물질은 밀폐해 보관해야 하며, 음식물을 함께 보관하지 않음
- 개인 취사기구 사용, 정리되지 않은 공방 환경, 문어발식 전기콘센트 사용 역시 화재 등의 사고를 일으킬 수 있으므로 지양함
- 연구실내에서 음식물을 섭취하거나, 작업 도중 장난을 치는 행위 금지
- 안전에 대한 관심이 무엇보다 중요, 타인의 안전 및 보건에도 관심을 기울이고, 동료들의 태도를 주시하는 등, 안전하게 작업을 하도록 유도
- 또한, 이전 실험과정에서 일어났던 사고 사례들을 되짚어 보고, 같은 사고가 반복되지 않도록 사전에 위험요소를 차단하고자 하는 노력이 필요