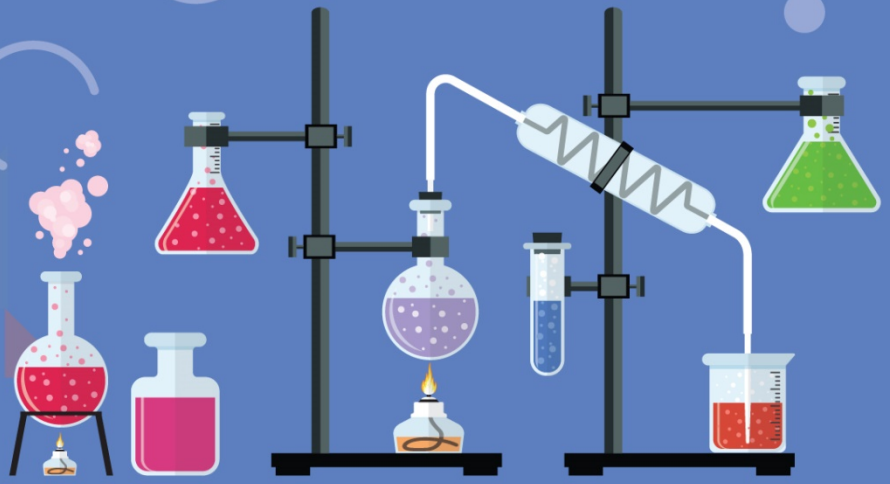
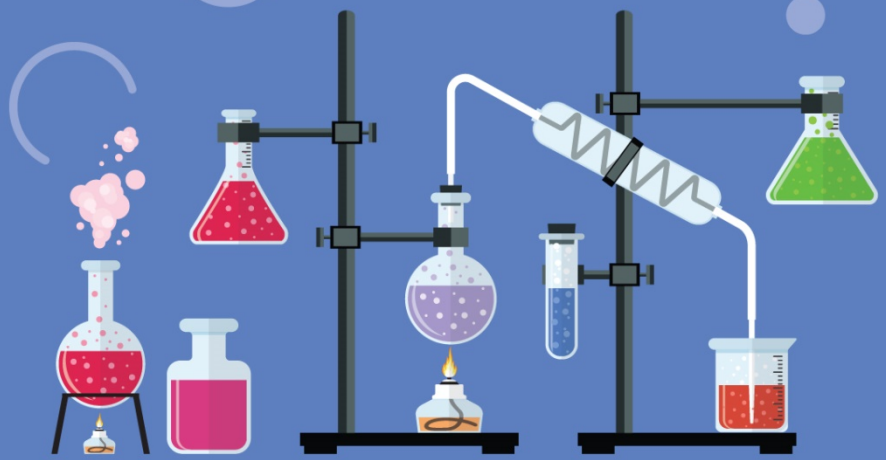
연구활동종사자를 위한
연구실 안전관리

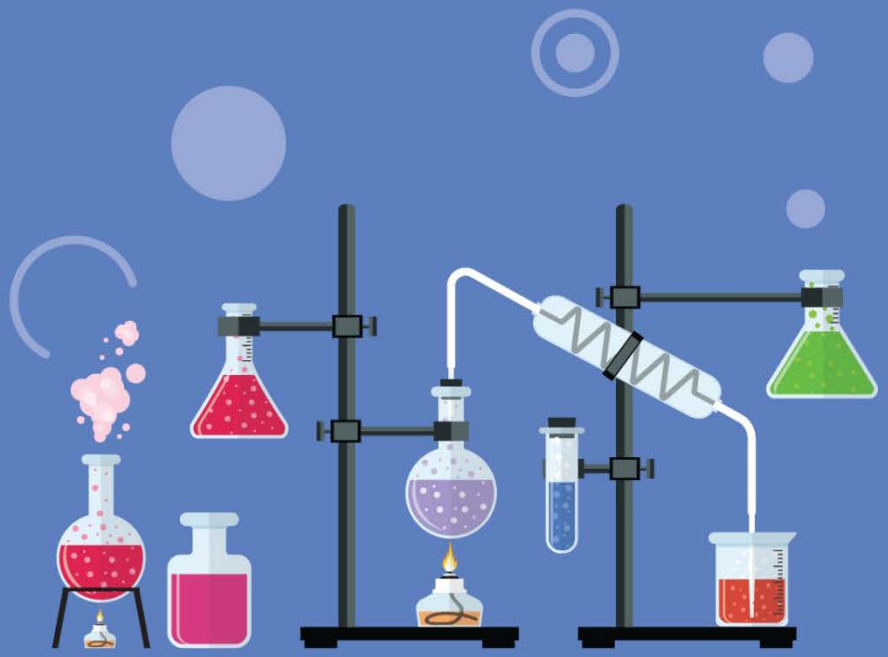


CONTENTS

1.연구실 안전의 필요성
2.연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리
3.주요 연구분야별 안전 유의사항 및 현장검사 시 주요 위반사례
4.참고자료 및 사이트



연구실 안전의 필요성



1. 연구실 안전의 필요성

당신은 안전한 연구자입니까?

안전이란?

불안전한 상태 및 행동을 제거하여 사고가 없는, 마음이 평온하고 몸을 온전한 상태로 만드는 것을 의미

국내 연구실 안전관리의 취약점

[연구특성] 새로운 것을 다루고, 산업체와 달리 해당분야에 숙련되지 않은 학생연구원이 많음
[안전의식] 연구실 안전관리를 연구활동과 별개라는 인식 팽배(안전불감형 인재(人災))
[정보공유] 안전사고, 통계 정보 공유 및 활용이 원활하지 않음
[예산투자] 충분한 안전관리 예산투자 어려움

매년 연구실 안전사고 발생 증가 추세

기관별 연구실 사고발생 현황('17. 8. 31 기준)

(단위 : 건)

구분	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	계
대학	97	153	170	215	125	760
연구기관	13	14	15	38	12	92
기업부설(연)	2	8	30	17	5	62
합계	112	175	215	270	142	914

출처 : 과학기술정보통신부

그러나…
대부분의 연구실 안전사고는 예방가능 or 피해 최소화

- 철저한 안전수칙, 기준 준수
- 안전시스템, 안전기술 등 이용
- 안전점검, 진단, 사전유해인자위험분석, 안전인증 획득

연구실 안전의 필요성

왜 연구실 안전을 지켜야 하나요? (연구실 사고사례)

고압가스 폭발사고

사고개요

- 사고 일시 : 2003년 5월 13일
- 사고 유형 : 고압가스 폭발사고
- 사고 장소 : 대전광역시 ○○ 대학교
- 피해 현황 : 사망 1인, 중상 1인, 실험장비 다수 파손

사고경위

- 란탄코발트옥사이트를 촉매제로 하여 과산화수소를 분해하는 실험 과정에서 고압가스 용기에서 누출된 혼합가스가 폭발한 사고

시사점

- 본 사고를 계기로…
  - 연구실 안전불감증의 심각성이 여실히 드러남
  - 대학원생들을 대상으로 한 주기적인 교육, 훈련 등의 안전 활동 강화
  - 2006년 '연구실 안전환경 조성에 관한 법률'이 제정 및 발의 되는 계
- 장기 미사용 용기를 반납하였다면 위험요소가 제거되어 사고 예방 가능
- 과산화수소 등 반응성이 높은 가연성 물질 혹은 유해위험물질을 사용하는 경우
  - 사전유해인자위험분석을 실시하여 위험요소를 차단/최소화
  - 안전 전문가 및 지도교수 입회 하에 연구 수행
  - 그 외 다중적(인적, 시스템적, 방법론적 등) 방법으로 사고 발생위험을 줄여야 함

연구실 안전의 필요성

왜 연구실 안전을 지켜야 하나요? (연구실 사고사례)

화학약품 화상사고

사고개요

- 사고 일시 : 2014년 5월 12일
- 사고 유형 : 황산 누출로 인한 화상 사고
- 사고 장소 : 대구광역시 ○○ 대학교
- 피해 현황 : 4인 중상

사고경위

- 조별 실험 중 실험자가 황산병을 떨어뜨려 실험조원 4인의 다리에 화상을 입음

시사점

- 유해화학물질을 취급하는 실험임에도 불구하고,
  부적절한 복장인 반바지, 치마 입고 실험 ➔ 황산 유출로 화상
  (개인보호구 및 안전한 실험복장의 중요성 확인)
- 연구책임자의 안전관리 및 실험자의 안전규정 준수가 철저히 이루어졌다면
  인명피해 예방 ▪ 축소 가능한
- 위험물질을 취급할 경우 최대한 주의를 기울이고, 실수를 항상 염두에 두고 인명피해를 최소화할 수 있도록 적절한 자기방호조치 실시

연구실 안전의 필요성

왜 연구실 안전을 지켜야 하나요? (연구실 사고사례)

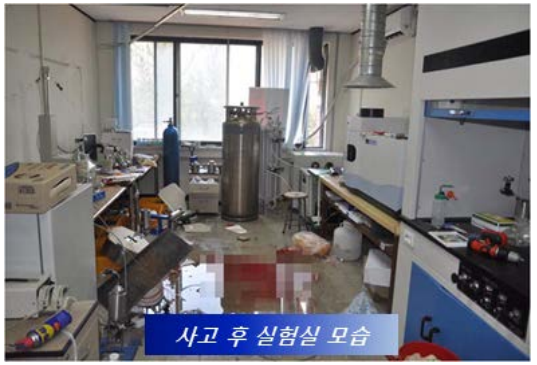
고압가스 폭발사고

사고개요

- 사고 일시 : 2013년 8월 6일
- 사고 유형 : 고압가스 폭발사고
- 사고 장소 : 부산광역시 ○○ 대학교
- 피해 현황 : 사망 1인, 실험장비 다수 파손

사고경위

- 압력을 올리는 과정에서 장비의 덮개가 고압으로 인해 폭발하여 이탈되면서 작업자를 타격하면서 발생



시사점

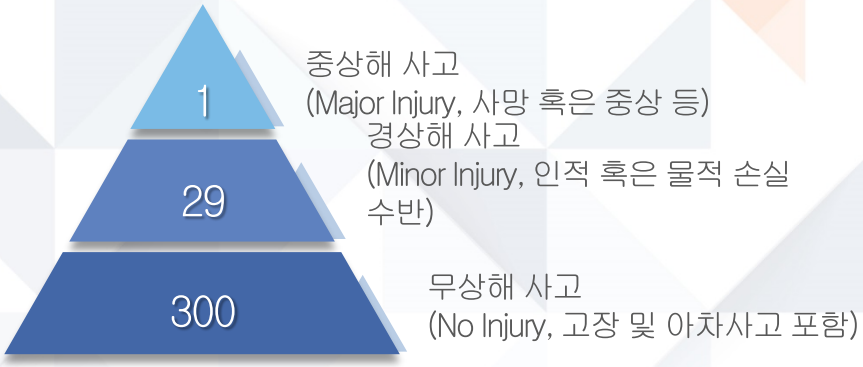
- 고압실험은 폭발 위험이 있었던 만큼 고압셀의 공인내압시험, 과압방지장치, 작업자 보호조치 등이 이루어졌다면 인명피해를 예방▪축소 가능한 사고
- 사고 위험이 높은 실험
  - 가급적 공인인증된 규격의 실험장치 사용
  - 새로운 장치 제작 시 안전상 위해 요소는 없는지 면밀히 검토 (안전담당부서 전문가 상담 및 안전성 검증시험 등)
  - 제작업체 작업자에게도 안전을 위해 요소를 미리 고지
  - 사고가 나더라도 인명피해를 최소화할 수 있도록 적절한 방호조치 실시

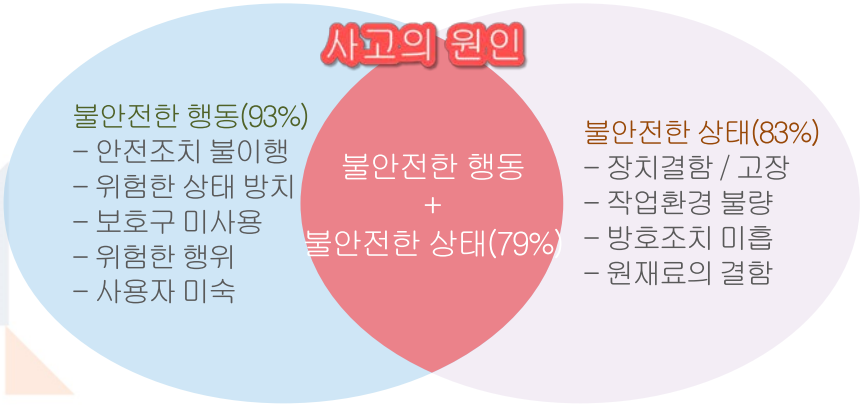
연구실 안전의 필요성

아는 게 힘! 아는 만큼 안전해진다

1. 하인리히 법칙(Heinrich's Law)

- 75,000여건의 산업재해를 분석한 결과 발견한 1 : 29 : 300 법칙
- 1회의 중상해 사고가 발생했을 경우,
  그 전에 같은 원인으로 29회의 경상해 사고가 있었고, 또한 같은 성격의 무상해 사고(아차사고) 300회 발생



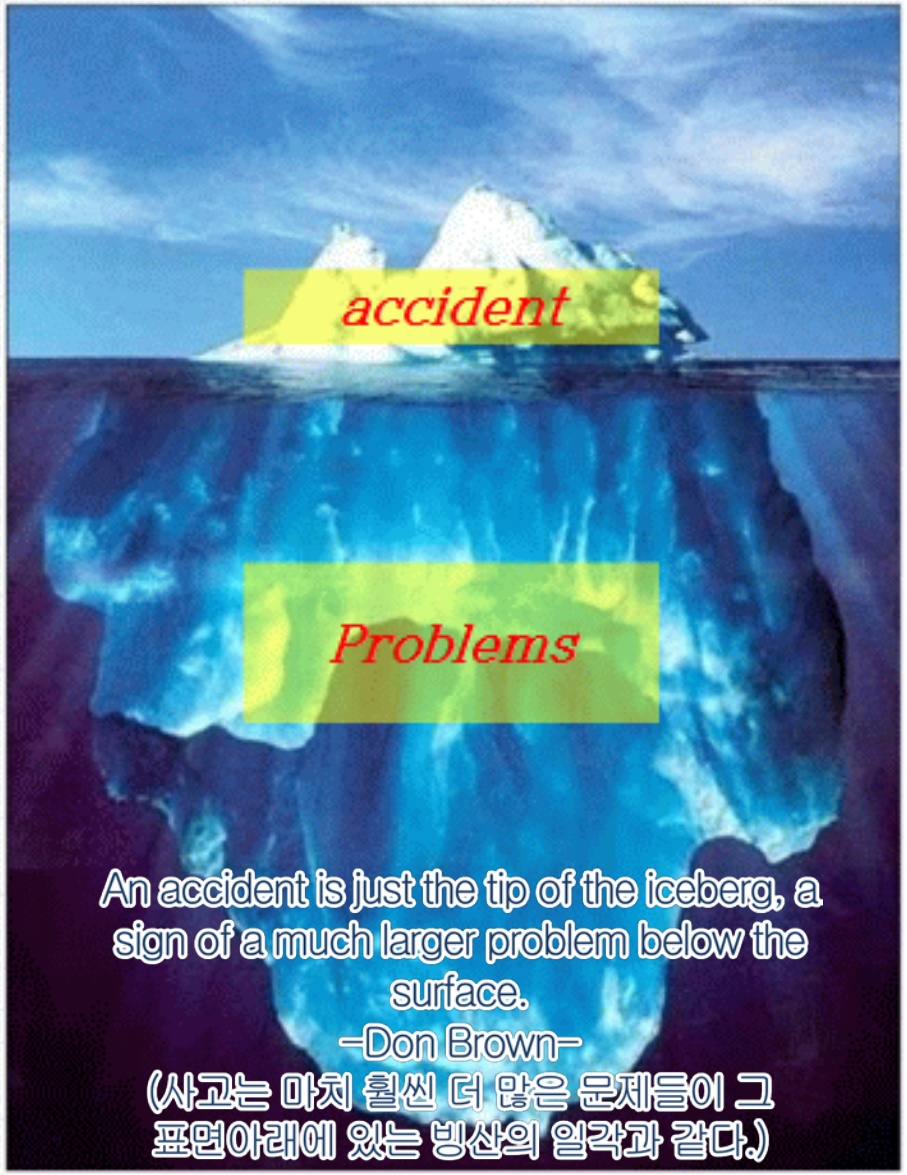


연구실 안전의 필요성

아는 게 힘! 아는 만큼 안전해진다

시사점

- 중대 사고는 반드시 전조현상으로 수많은 아차사고들 발생 !
- 상해를 입지 않더라도 위험을 인지하거나 아차사고를 경험했을 때, 연구실안전환경관리자 및 동료연구자들에게 알린다면 대부분의 중대 사고 예방
- 연구에 임하기 전 사고 발생요인을 주의 깊게 살피고, 아차사고를 민감하게 인지하여 안전관리 실시



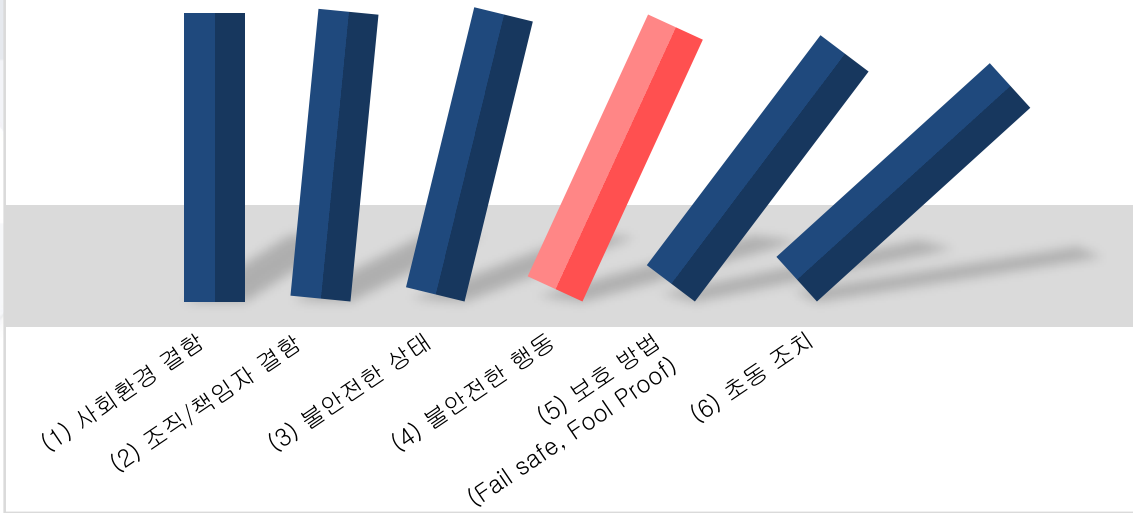
연구실 안전의 필요성

아는 게 힘! 아는 만큼 안전해진다

2. 하인리히의 도미노 이론(Domino Theory of Heinrich)

- 불안전한 상태와 행동은 보호 조치(Fail Safe, Fool Proof 등)가 취해지지 않았을 경우 사고로 이어지며 그 사고는 초동 조치가 이루어지지 않을 경우 중상해 사고로 이어짐
- 안전관리 활동을 강화함으로써 도미노 블록 중 하나 이상을 제거할 수 있고, 이는 중대 사고를 향해 그 다음 단계로 넘어가는 연쇄과정을 막을 수 있음

하인리히의 도미노 이론 (Domino Theory of Heinrich)



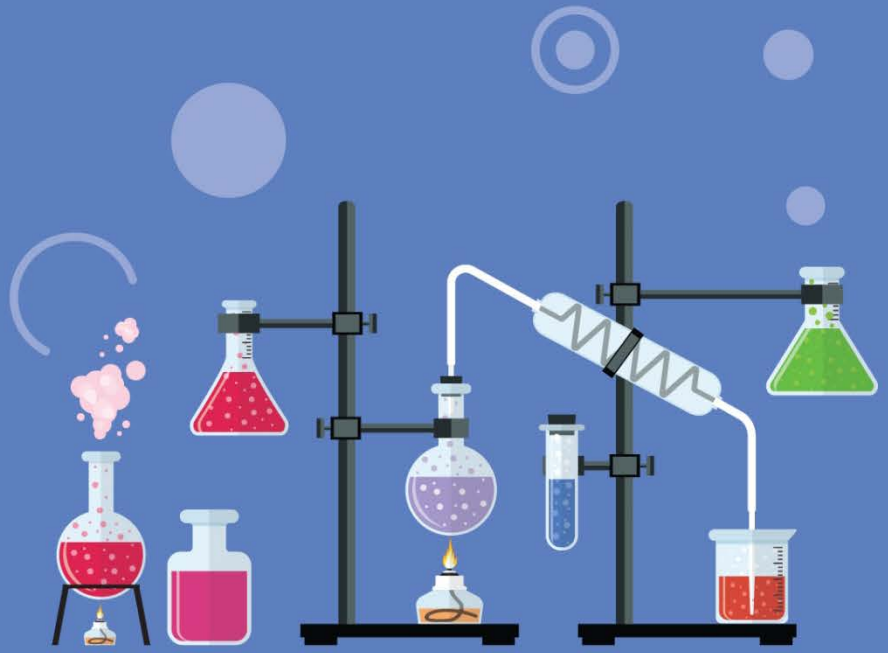
연구실 안전의 필요성

아는 게 힘! 아는 만큼 안전해진다

3. 안전확보를 위한 우선순위

- 위험제거 : 가장 근원적으로 해결 가능한 안전관리 방법으로써 위험원 자체를 제거
- 위험회피 : 위험원의 제거가 불가능할 경우 위험원을 시간적, 공간적으로 피해갈 수 있는 방법
- 자기방호 : 위험회피가 불가능할 경우, 자기자신을 위험으로부터 보호할 수 있는 보호구, 방호벽 등으로 방호
- 사고확대방지 : 사고 발생 이후 피해가 확대되지 않도록 초동 대처

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리



연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

구분	제정	법률명	관할	위반 구속력
법률	국회	❖ 연구실 안전환경 조성에 관한 법률	법원	형사처벌 (벌금, 구속)
시행령	대통령	❖ 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 시행령	행정청	행정명령 (과태료, 업무정지 등)
시행규칙	과학기술 정보통신부	❖ 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 시행규칙		
행정규칙 (고시, 훈령, 예규 등)	과학기술 정보통신부	❖ 연구실사고에 대한 보상기준(고시) ❖ 연구실 안전점검 및 정밀안전진단에 관한 지침(고시) ❖ 안전관리 우수연구실 인증제 운영에 관한 규정(고시) ❖ 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과와 실태조사 등의 검토기준 및 절차 등에 관한 고시(고시) ❖ 연구실 안전 및 유지관리비의 사용내역서 작성에 관한 세부기준(고시) ❖ 연구실 사고조사반 구성 및 운영규정(훈령) ❖ 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침(고시)		

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

| 법의 목적 (제1조)

이 법은 대학이나 연구기관 등에 설치된 과학기술분야 연구실의 안전을 확보함과 동시에 연구실 사고로
인한 피해를 적절하게 보상받을 수 있도록 함으로써 연구자원을 효율적으로 관리하고 나아가 과학기술 연구·개발활동 활성화에 기여함을 목적으로 한다

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

| 연구실 안전관리 체계 및 연구실안전관리담당자의 지정(제5조)

연구주체의 장은 연구실 사고예방 및 연구활동종사자의 안전 확보를 위하여 연구실책임자를 지정하고,
연구실책임자는 해당 연구실의 안전관리 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 연구활동종사자 중에서
연구실안전관리담당자를 지정한다.

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

| 연구활동종사자 교육·훈련 시간 (제18조)

교육 과정	교육 대상	교육 시간 및 시기	교육 내용
신규 교육・훈련	신규로 채용된 연구활동종사자 (근로자)	・정밀안전진단 대상 연구실은 8시간 이상 ・4시간 이상 (채용 후 6개월 이내)	・연안법에 관한 사항 ・연구실 유해인자에 관한 사항 ・보호장비 및 안전장치 취급과 사용에 관한 사항 ・연구실 사고사례 및 사고예방 대책에 관한 사항 ・안전표지에 관한 사항 ・물질안전보건자료에 관한 사항 ・사전유해인자위험분석에 관한 사항 ・그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항
	대학생, 대학원생 등 연구개발활동에 참여하는 연구활동종사자	・2시간 이상 (연구개발활동 참여 후 3개월 이내)	
정기 교육・훈련	연구활동종사자	・정밀안전진단 대상 연구실은 반기별 6시간 이상 ・반기별 3시간 이상	・연안법에 관한 사항 ・연구실 유해인자에 관한 사항 ・안전한 연구개발활동에 관한 사항 ・물질안전보건자료에 관한 사항 ・사전유해인자위험분석에 관한 사항 ・그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항
특별안전 교육・훈련	연구실사고 발생시 혹은 우려 시 (연구주체의 장이 판단)	・2시간 이상	・연구실 유해인자에 관한 사항 ・안전한 연구개발 활동에 관한 사항 ・물질안전보건자료에 관한 사항 ・그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

| 연구실 안전점검(제8조 및 제9조)

구분	점검 대상	점검 주기	점검 항목 및 방법
일상점검	전 연구실	매일 1회	연구개발활동에 사용되는 기계·기구·전기·약품·병원체 등의 보관 관상태 및 보호장비의 관리실태 등을 육안으로 점검
정기점검	전 연구실	매년 1회 이상	연구개발활동에 사용되는 기계·기구·전기·약품·병원체 등의 보관 관상태 및 보호장비의 관리실태 등을 안전점검기기를 이용하여 실시하는 세부적인 점검
정밀안전진단	유해, 위험 작업 연구실	2년에 1회 이상	1. 유해·위험물질별 노출도 평가에 관한 사항 2. 유해·위험물질별 취급 및 관리에 관한 사항 3. 유해·위험물질별 사전 영향 평가·분석에 관한 사항
특별안전점검	특수 위험 연구실	필요시	폭발사고·화재사고 등 연구활동종사자의 안전에 치명적인 위험을 야기할 가능성이 있을 것으로 예상되는 경우에 실시

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

| 사전유해인자위험분석에 관한 사항(제5조)

대상 연구실

- 「화학물질관리법」제2조제7호에 따른 유해화학물질
- 「산업안전보건법」제39조에 따른 유해인자
- 「고압가스 안전관리법 시행규칙」제2조제1항제2호에 따른 독성가스

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구실 안전법 소개

| 보험가입(제14조)

- 요양급여 : 최고한도(5천만 원 이상으로 한다)의 범위에서 실제 부담한 의료비
- 장해급여 : 후유장해 등급별로 과학기술정보통신부장관이 정하여 고시하는 금액
- 입원급여 : 입원 1일 당 5만 원
- 유족급여 : 2억 원
- 장의비 : 1천만 원

여러분에게는 연구활동으로 인한 불의의 사고 시
보험금 지급을 통한 금전적 보상을 받을 권리가 있습니다.
그래도 사고 후 처리 보다 **사고 전 예방**이 무엇보다 중요한 거 아시죠?

연구실 안전법 소개

| 건강검진 (제18조)

- 검진 종류 : 일반건강검진 및 특수건강검진
- 검진 대상 : 화학적, 물리적 유해인자 취급 연구활동종사자
- 유해인자 : 178종(산업안전보건법 및 연안법 시행규칙 제10조)
- 검진 주기
  - 일반건강검진 : 1회/년 이상 (특수건강검진 : 산업안전보건법 시행규칙 별표12의3에 따름)
    - 일반건강검진 필수 검진 항목
  - 문진과 진찰

연구활동종사자의 역할, 책임 그리고 권리

연구활동종사자의 역할/책임/권리

역할 및 책임

- 연구실 안전 및 청결상태 유지/관리 실무
- 일상점검 실시 및 점검표 작성 후 연구실책임자 보고
- 실험 전·후 안전관리 활동
  - MSDS비치
  - 개인보호구 착용
  - 안전기기 상태점검
  - 화학물질 안전관리
  - 폐기물 처리
- 연구개발활동 시작 전 사전유해인자위험분석 실시
- 사고 시 사고 전파, 대피 후 보고체계에 따른 보고
- 부상자 응급처치

연구실책임자
(교수, 연구실 사용 책임자)

보고 & 건의 ↑ ↓ 관리 & 감독

연구실안전관리담당자
(연구활동종사자)

이행 & 자문 & 건의 ↓ ↑ 교육 & 지도 & 지원

연구실안전환경관리자
- 연구주체의 장 보좌(기술적 사항)
- 연구실안전관리담당자 지도

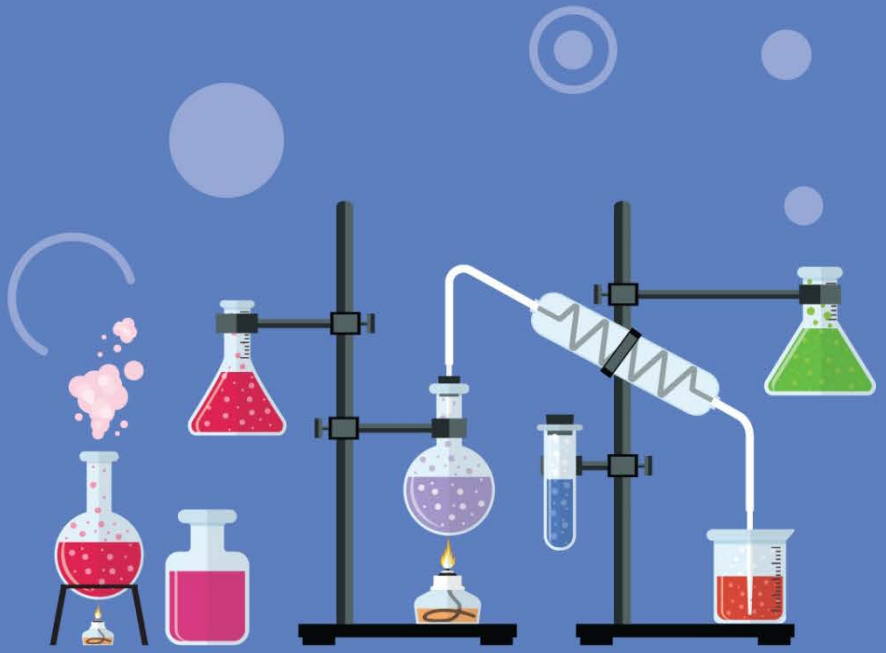
권리

- 건강검진
  (일반, 특수검진 등)
- 보험 가입
  (실험 중 상해 시 보상)
- 안전 관련 사항 건의
  (불합리 및 개선사항 등)

의무

- 안전교육 수강
  (신규/정기/특별안전교육 및 훈련)

주요 연구분야별
안전 유의사항 및 현장검사 시 주요 위반사례



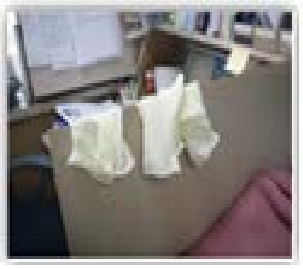
일반 안전 수칙

- 실험실 정리 정돈 철저
- 구급약품, 보호구, 일상점검일지, 안전관리 규정 등 적정 비치
- 연구실 내 취침 및 취사 금지
- 호기심으로 인한 무리한 동작 및 조작 금지
- 심리적, 신체적 부적격 상태(건강 등)에서의 작업 금지
- 복장은 단정히 하고 보호구를 정확하게 착용
- 해당 기계, 기구, 실험 장비의 성능 및 사용법을 정확히 이해
- 안전하지 않은 실험과 사고 우려가 있는 위험 요소에 대한 조사
- 실험실 내 화기 취급 및 흡연 금지
- 위험표시 구역의 무단 출입 금지
- 혼자서 실험 금지
- 안전통로 확보

일반안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	일상점검일지 작성 미흡	▪표준 양식을 기초로 한 일상점검일지 작성 ▪연구실책임자, 담당자 서명 보관(도장 금지)	
	실험실안전수칙 및 비상연락처 비치 미비	▪제일 잘 볼 수 있는 자리에 부착	
	실험실 안전수칙 및 비상연락처 비치 미비	▪연구실 안전출입증 패용(신분증 뒷면)	

일반안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	실험실 내 간이 침대 보관	▪실험실 내 간이 침대 및 소파 제거	
	실험실 내 음식물 섭취	▪음식물 섭취 금지 ▪실험실 내 커피, 음료, 다과 등 음식물 제거(휴게실 이용)	
	개인보호구 보관 미흡	▪실험복 벗은 후 옷장에 정리 ▪실험 후 장갑 폐기 ▪장갑 착용 후 실외 이동 금지	

일반안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	실험복 미착용	▪실험 중 실험복 착용 ▪이어폰 착용 금지 ▪앞이 막힌 슬리퍼 혹은 기계 작업 시 안전화 착용 ▪공동 기기실 출입 시 실험복 착용	
	선반 위의 기구 낙하 위험	▪선반 위 소모품 시약 등 보관 금지	
	비상샤워기 아래 적치물 보관	▪비상샤워기 아래 적치물 제거	

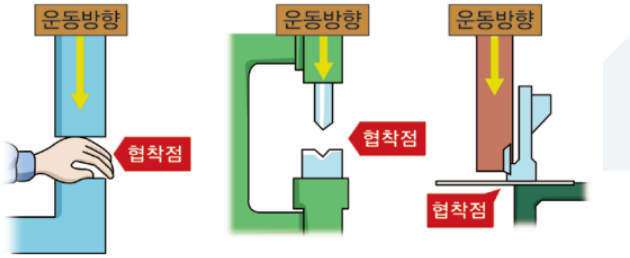
일반안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	실험실 정리정돈 불량	▪출입구 비상대피로는 깨끗하게 정리되어 있어야 함	
	시약 냉장고 음식물 혼재	▪시약 냉장고 내 음식물 보관 금지 ▪실험실 내 음식물 보관용 냉장고 설치 금지	
	실험 중 연구원의 부재로 건조기 사고 발생	▪실험실 전체에 특별안전수칙 제작 및 부착 ▪해당연도 연구실 정기안전점검 시 관련 사고 예방을 위 현장지도	

(2) 기계 안전

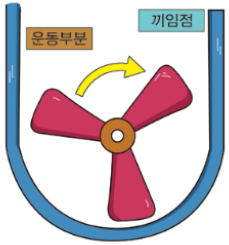
기계 안전 일반수칙

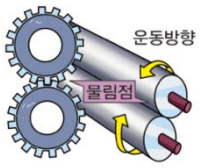
- 기계를 작동시킨 채 자리 비움 금지
- 기계에 적합한 방호장치가 설치되어 있고 작동이 유효한지 확인
- 기계에 이상이 없는지 수시로 확인
- 기계, 공구 등을 제조 당시의 목적 외의 용도로 사용 금지
- 피곤할 때는 휴식을 취하며 바른 작업자세로 주기적인 스트레칭 실시



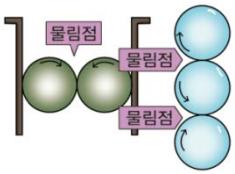
협착점

끼임점





[물림위치]



[물림점 예시]

[접선물림위치]

[점선 물림점 예시]

[회전말림위치]

[회전 말림점 예시]

(2) 기계 안전

기계 안전 일반수칙

사진	지적 사항	개선방향	비고
	롤러 방호장치 미설치	▪롤러 덮개 등 방호장치 설치 및 롤러 물림점 차단	
	연삭기 안전간격 미흡	▪작업대는 숫돌의 중심보다 높게 설치하고 숫돌과의 간격을 3mm이내로 견고하게 고정	
	안전구획 미표시	▪전체 실험기기 및 테이블 간의 간격 유지 및 실험 구획, 안전 구획 구분	

(2) 기계 안전

기계 안전 일반수칙

사진	지적 사항	개선방향	비고
	노후 실험장비 미교체	노후 상태 확인 후 파손 및 부상에 대한 위험 방지	사용기한, 점검기한, 소모품 교체 주기 등 확인 필요

(3) 전기 안전

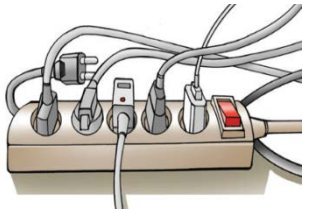
전기 안전사고의 종류

분류	설명
전격 재해	▪감전 사고(전기에 접촉되어 사망, 실신 및 화상, 열상) ▪충격으로 인해 2차적으로 발생하는 추락, 전도
전기 화재	▪전기 에너지가 점화원으로 작용 ▪가연성 물질이나 건축물, 시설물 등에 화재로 발생하는 사고
전기 폭발	▪폭발성 가스나 인화성 물질에 전기 에너지가 점화원으로 작용하여 발생하는 폭발 ▪전기 설비 자체의 폭발

(3) 전기 안전

전기 안전사고의 대표적인 위험점

위험점	발생 가능한 사고
단락, 혼촉, 반 단선	▪외력·외부 열로 인한 절연 피복의 파손 ▪자체 국부 발열에 의한 절연 열화
누전	▪누전 차단기의 접지선 파손 ▪누전이 차단기의 설치 위치보다 전단에서 누전 발생
과전류	▪적정 용량의 퓨즈, 배선용 차단기 사용 ▪문어발식 배선 사용 금지 ▪접촉 불량 여부 등 정기 점검
접촉 불량	▪접속부나 배선 기구 조임 부분의 철저한 전기공사 시공 ▪전기설비 발열부의 철저한 점검 실시
과열	▪가열부 주위에 가연성 물질의 방치 금지 ▪정기적인 기구, 전동기 내·외부 청소 ▪접속부 부근의 배선에 대한 피복의 손상 및 과열 주의 ▪온도 이상 상승 시 자동 전원차단장치 설치 ▪충분한 용량의 배선, 코드 사용



(3) 전기 안전

전기안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	비접지형 멀티콘센트 사용	▪누전발생 시 인명피해 예방을 위해 접지콘트 사용	
	전선 정리 상태 불량	▪사람의 이동에 따른 다칠 우려와 물리적 손상이 발생할 우려가 있어 몰딩을 사용하여 배선 정리 실시	
	전기합선으로 인한 화재	▪전체 실험실 소방설비 및 실험실 안전점검 실시 ▪연구실 안전교육 강화	

(4) 화공 안전

MSDS(물질안전보건자료)란?

- 화학물질의 명칭, 유해성·위험성, 물리화학적 특성, 누출 사고시의 대처방법 등을 설명해 주는 자료
- 근로자(연구자)의 알 권리(Worker's Right-to-Know)를 보장하기 위한 제도
  - 자신이 취급하는 화학물질의 유해성·위험성에 대한 정보를 알게 됨으로써 직업병이나 사고로부터 스스로를 보호
- 산업안전보건법 제41조 규정에 따라 화학물질을 제조, 수입, 사용, 저장, 운반하고자 하는 자는 MSDS를 반드시 작성, 비치 또는 게시
- 화학물질을 양도 또는 제공하는 자가 MSDS 작성하여 제공

(4) 화공 안전

MSDS(물질안전보건자료)란?

물질안전보건자료 작성항목

1. 화학제품과 회사에 관한 정보
2. 유해성·위험성
3. 구성 성분의 명칭 및 함유량
4. 응급조치 요령
5. 폭발·화재시 대처 방법
6. 누출 사고 시 대처 방법
7. 취급 및 저장방법
8. 노출방지 및 개인보호구
9. 물리화학적 특성
10. 안전성 및 반응성
11. 독성에 관한 정보
12. 환경에 미치는 영향
13. 폐기시 주의사항
14. 운송에 필요한 정보
15. 법적 규제현황

물질안전보건자료 예시

물질명	CAS No.	KE No.	UN No.	EU N
일산화 탄소(CARBON MONOXIDE)	630-08-0	KE-04745	1016	211-12

1. 화학제품과 회사에 관한 정보
   - 가. 제품명 : 일산화 탄소(CARBON MONOXIDE)
   - 나. 제품의 권고 용도와 사용상의 제한
     - 제품의 권고 용도 : 자료없음
     - 제품의 사용상의 제한 : 자료없음
   - 다. 공급자 정보(수입품의 경우 긴급 연락 가능한 국내 공급자 정보 기재)
     - 회사명 : 자료없음
     - 주소 : 자료없음
     - 긴급전화번호 : 자료없음
2. 유해성·위험성
   - 가. 유해성·위험성 분류 : 인화성 가스 : 구분1 / 고압가스 : 압축가스 / 급성 독성(흡입: 가스) : 구분3 / 생식독성 : 구분1A / 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 / 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2
   - 나. 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목
     - 그림문자

     - 신호어 : 위험
     - 유해 위험문구 : H220 극인화성 가스 / H280 고압가스 포함 : 가열하면 폭발할 수 있음 / H331 흡입하면 유독함 / H360 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 / H370 신체 장기 (...)에 손상을 일으킴 / H373 장기간 또는 반복노출 되면 신체 장기 (...)에 손상을 일으킬 수 있음

(4) 화공 안전

화학물질 취급 시 안전수칙

구분	보호구 및 시설명	그림
호흡 보호구	▪공기공급식 호흡 보호구 ▪필터 형 마스크 ▪공기정화식 마스크 ▪수술용 마스크와 분진 마스크	
피부 보호구	▪장갑 (일반적으로 폴리에틸렌, 라텍스 등을 사용) ▪초저온용, 내화용 장갑 (특수 화학실험/화재 실험용) ▪실험복 (면 가운, 위생복, 일회용 실험복 등) ▪신발보호구	
안구 및 안면 보호	▪보안경 ▪보안면	
안전설비	▪비상샤워기 ▪안구세정기 ▪흄후드 ▪시약장(일반형, 밀폐형, 배기형)	

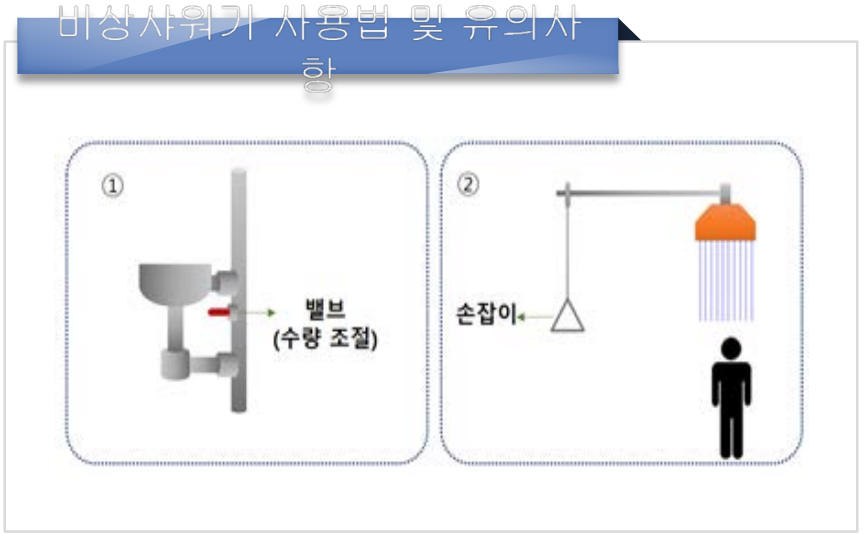
화학물질 취급 시 적절한 보호구 사용법 예시

- 보안경
  - 일반적인 안경을 착용하는 방법과 동일하지만, 고글형의 경우 끈 길이 조정하여 착용
  - 기존 안경 착용시에는 고글형만 사용 가능(안경 위에 착용)
  - 안경형의 경우, 도수가 있는 것으로 제작 가능(이 때 렌즈는 반드시 플라스틱 재질일 것)
  - 렌즈 및 일반 안경은 원칙적으로 착용 금지

(4) 화공 안전

화학물질 취급 시 적절한 보호구 사용법 예시

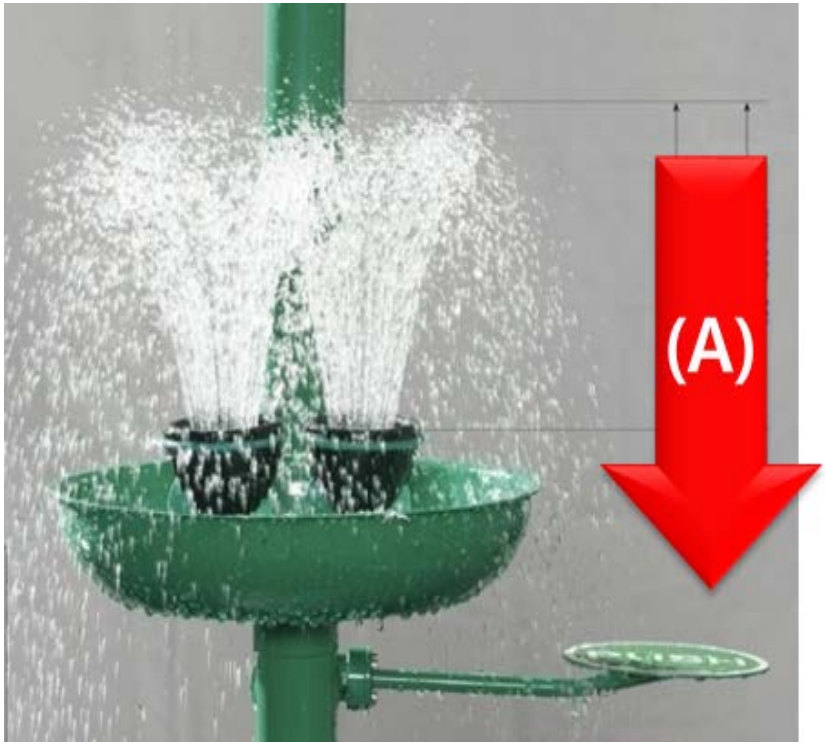
- 비상샤워기
  - 최초 사용 시 밸브를 열고 손잡이를 잡아당김
  - 깨끗한 물임을 확인 후 온몸에 물이 충분히 흐르도록 샤워(화재 사고시)
  - 화학물질이 쏟아진 경우, 접촉 가능성을 낮추기 위해 화학물질이 묻은 옷을 벗고 샤워 진행
  - 사용 후 밸브 잠금



(4) 화공 안전

화학물질 취급 시 적절한 보호구 사용법 예시

- 세안기
  - 화학물질이 눈에 튀었을 때 세안기를 사용
  - (A) 부위를 돌리거나 눌린 후 3초간 물을 흘려 보냄 (장시간 미사용시 배관 등의 이물질 제거 목적)
  - 깨끗한 물임을 확인한 후 흐르는 물에 천천히 얼굴을 가까이 하여 귀 쪽에서 눈 쪽으로 15분 이상 눈을 세척
  - 사용 후 밸브 잠금



(4) 화공 안전

화공안전 수칙

- 화학물질에 대한 노출 금지
  (치마, 반바지, 발가락이 노출되는 신발, 샌들, 끈으로 엮은 신발)
- 화학물질의 GHS/MSDS 반드시 숙지
- 위험 물질 취급 실험 수행 시 안전관리자 또는 연구실책임자의 사전 승인
- 연구 종료 후 얼굴과 손, 팔 등을 비누로 세척
- 분리 보관
  - 독극물은 다른 시약과 별도로 잠금 장치가 되어있는 보관함에 보관
  - 이종의 화학물질 보관 시 칸막이나 바닥 구획선 등으로 구분하고 서로 간격을 두어 보관
- 밀봉 저장
  - 화학물질의 모든 뚜껑은 확실히 밀봉
- 관리 책임자 및 담당자 지정
  - 시약 보관함은 시약마다 식별 표시를 해서 관리하며, 입고하거나 사용할 때 시약관리대장에 기록·관리
  - 저장 보관시설 내 유해화학물질의 사용량을 정확히 파악해 재고량과 대장에 기록된 잔여량이 일치하도록 관리

(4) 화공 안전

화공안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	흄후드 내 시약 다량 보관	▪흄후드 정리 ▪흄후드 아래 적치물 제거	
	오래된 시약 장기 보관	▪시약 폐기	
	인화성 시약보관 불량	▪안전캐비닛에 보관	

(4) 화공 안전

화공안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	시약선반 낙하방지장치 미설치	▪낙하방지장치 설치	
	실험폐수 정리 상태 불량	▪성상라벨 부착(산, 알칼리, 유기계, 무기계) ▪폐수처리의뢰전표 부착	
	인화성캐비닛 내 부식성 시약 보관	▪인화성캐비닛 안에는 인화성 물질만 보관 ▪부식성 시약은 분리 보관함	

(4) 화공 안전

화공안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	보유시약 목록 작성	▪시약관리프로그램에 입력 ▪입력 후 출력물 바인더 보관	
	흄후드 관리상태 미흡	▪후드 정리 및 청소	

(5) 소방 안전

소방 안전사고란?

- 실험실 안전사고 유형 중 화재가 35% 이상으로 가장 높음
- 주요 사고 발생 원인
  - 기기 과열과 화학 약품으로 인한 화재가 가장 많음
  - 누전 등으로 인한 전기화재
- 화재 발생 가능성이 있는 연구실 별로 적절한 종류의 소화기 구비 및 소화기 사용법 숙지 필요

화재물질 별 소화기의 종류

소화기 종류	화재 종류	화재의 특징
A형	일반적 연소 물질	종이, 목재, 섬유, 플라스틱 등 통상의 가연물질의 화재 연소 후 재를 남기는 화재
B형	유류 및 가스화재	유류, 가스 등 인화성 액체 및 기체의 화재 연소 후 재를 남기지 않는 화재
C형	전기화재	전기기계 · 기구 등 통전된 전기제품에 수반된 화재 전기적 절연성을 가진 소화약제로 소화해야 하는 화재
D형	금속화재	마그네슘, 티타늄 등과 같은 가연성의 금속화재

(5) 소방 안전

화재시 행동요령 및 소화기 사용법

화재 시 행동 요령

1단계	주위 사람들에게 화재 사실을 알리고, 초기 소화 작업을 진행한다 (소화기 등 사용)
2단계	화재 경보기 단추를 누르고, 119와 상황실에 신고한다
3단계	출입문을 닫아 화재 및 연기 확산을 예방한다
4단계	안전한 장소로 대피한다

엘리베이터 사용 절대 금지!!

분말식 소화기 사용법 (PASS)

1. 화재장소로 소화기 가져간다. ➔ 소화기 종류 확인
2. (Pull) 소화기 안전핀 뽑는다. ➔ 상하단 레버를 세게 잡지 말 것
3. 바람을 뒤로하고 선다. ➔ 탈출로 확보 필요
4. (Aim) 화원을 향해 호스 노즐을 잡고,
5. (Squeeze) 손잡이를 힘껏 움켜쥐어서 소화액 분사
6. (Swipe) 빗자루 쓸 듯이
7. 완전 진화될 때 까지… 끝날 때 까지 끝난 게 아니다.

(5) 소방 안전

소방안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	소화전 및 분전반 앞 적치물	▪해당위치 적치물 제거	
	개인전열기구 사용	▪개인전열기구 제거	
	소화기 충압 상태 불량	▪소화기 압력 상태가 정상 범위에 있는 지 확인 ▪정상 범위가 아닌 경우 교체	
	복도에 실험기기 비치, 대피로 확보 곤란	▪복도에 배치된 실험기구 정리/적치물 제거로 대피로 확보	

(6) 가스 안전

연구실 가스안전사고 특징 및 종류

- 가스는 누출 시 확산속도가 빠르고, 무색 · 무취인 것들이 대부분 ➔ 각별한 주의 필요
- 관계 법령에 대한 검토가 반드시 필요함
  – 가스관련 법 : 고압가스 안전관리법, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법, 도시가스사업법 등
- 주요요인 : 소량, 다종의 가스를 대상으로 미숙련 연구자가 사용, 보관, 이송 중 배관 및 용기의 파손, 설치상태불량, 사용자 부주의 등의 이유로 치명적인 중대사고(폭발, 중독, 질식, 화상 등) 발생

분류	설명
폭발	폭발성 가스(아세틸렌, 수소, LPG, LNG, 암모니아 등)가 누출 후 발화되어 발생
가스 중독	독성 가스(염소, 염화수소, 일산화탄소, 아황산가스, 암모니아, 포스젠 등)의 누출로 발생
질식	질식성 가스(이산화탄소 등)의 다량 누출로 인하여 공기 중 산소가 부족하여 질식 사고 발생
저온화상	저온액화가스(액화질소 등) 대기 중으로 방출 후 신체 접촉 시 초저온으로 인한 화상 사고 발생

(6) 가스 안전

가스안전 일반수칙

- 사용 가스의 종류 확인 및 GHS/MSDS를 숙지
- 고압가스 용기는 반드시 고정 장치 또는 쇠사슬을 이용하여 벽이나 기둥에 단단히 고정
- 가스 용기를 사용하지 않을 때는 밸브를 잠그고, 보관 시에는 반드시 캡을 씌움
- 고압가스 용기는 반드시 40℃ 이하에서 보관하고 환기가 잘되는 곳에서 사용
- 가스 사용 전 누출 검사와 압력조절기의 정상적 작동 여부 확인
- 인화성 가스 : 역화방지장치 설치
- 가스 저장소 : 다른 물질, 특히 부식성 물질, 기름과 LPG 같은 인화성 물질, 점화원과 함께 보관 금지
- 사용하지 않은 용기와 사용 중인 용기, 빈 용기는 구별하여 보관
- 충전 기한 체크 : 충전 기한이 지났거나 임박하였을 경우, 가스 사용 중지 및 공급사 수거 요청
- 고압가스 용기 이송 : 방호 장갑, 보안경, 안전화 착용 및 지정된 이동 장비 이용

참고사항 : 가연성 가스와 일반 가스 용기의 나사선은 반대 방향으로 만들어져 있음

(6) 가스 안전

가스안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	미사용 고압가스 보호캡 미설치	▪보호캡 설치	
	가스충전기한 경과	▪납품업체 반납, 교환, 폐기	
	전도방지장치 미설치	▪고정 장치 설치	
	고압가스 배관 연결상태 불량	▪가스가 누출되지 않도록 적합한 Fitting 류를 사용하고 체결한 후 가스 누출여부 확인	

(7) 생물 안전

생물안전사고란?

- 생물이용 연구실 : '유전자변형생물체(Living Modified Organism, LMO)', '고위험병원체', '생물작용제', '독소' 등을 이용하여 실험을 실시하는 연구실
- 생물이용 연구시설
  - 일반적인 생물이용 연구시설(일반이용 연구시설)
  - 대량배양 연구시설
  - 동물이용 연구시설
  - 식물이용 연구시설
  - 곤충이용 연구시설

<유전자변형생물체 표시>

- 생명공학산업의 급격한 발달과 더불어 생물 이용 연구 내용과 기술도 복잡·다양
- 특히 2015년 중동 호흡기 증후군 코로나 바이러스(MERS-CoV)의 국내 유입 및 확산으로 이와 관련된 생물이용 연구의 안전관리에도 관심과 중요성이 지속적으로 높아지고 있음

(7) 생물 안전

생물안전 일반수칙

- 생물안전관련 법규 및 안전수칙을 엄격히 준수
- 병원성 미생물 또는 감염성 물질을 취급하는 연구활동종사자는 그 위험성에 대하여 충분히 숙지
- 생물체를 안전하게 취급하기 위한 준수사항 및 실험기법 등에 대해 생물안전 교육·훈련 수강
- 연구실 내에서 실험복 등 적절한 개인보호구를 착용하고, 일반구역 이동 시 탈의
- 연구실 내에서 음식섭취, 식품 보존, 흡연, 화장 등을 금지
- LMO 연구시설은 승인 받은 자만 출입하고, 고압멸균기 설치
- 고형폐기물, 실험 폐수를 멸균할 수 있는 설비를 설치하여 폐기물, 폐수의 생물학적 활성 제거
- 감염성 물질 취급 및 병원체 조작은 반드시 생물안전작업대 내에서 수행
- 생물실험 관련장비를 사용하는 사람은 사용법 및 적절한 기술 습득
- 유전자변형생물체 등을 보관할 때에는 보관 관리대장을 반드시 작성(입고, 분양 종류, 수량, 날짜, 담당자, 재고량 등)

(7) 생물 안전

생물이용 연구실의 안전관리 관련법

분류	해당 법률	약칭
연구실 안전	연구실 안전환경 조성에 관한 법률	연구실안전법
생물안전 및 보안	유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률	LMO법
	생명공학육성법	-
	감염병의 예방 및 관리에 관한 법률	감염병예방법
	화학무기·생물무기의 금지와 특정화학물질·생물작용제 등의 제조·수출입 규제 등에 관한 법률	생화학무기법
	가축전염병 예방법	
	수산생물질병 관리법	
	농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률	농수산생명자원법
	해양생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률	해양생명자원법
생명윤리	생명윤리 및 안전에 관한 법률	생명윤리법
동물윤리	동물보호법	-
	실험동물에 관한 법률	-
생명자원	생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률	생명연구자원법
폐기물	폐기물관리법	-
기타	대외무역법	-
	산업안전보건법	-

(7) 생물 안전

생물안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	의료폐기물 사용 개시 연월일 표기 미흡	▪의료폐기물 전용 용기에 최초로 투입한 날 기입하여 보관기간 준수	
	실험실 내 화분 비치	▪화분 제거	
	손상성 폐기물 박스 사용개시일 미기입	▪사용 개시일 및 기입 사항 기입	

(7) 생물 안전

생물안전 지적 사항

사진	지적 사항	개선방향	비고
	의료폐기물 덮개 미설치	▪의료폐기물 덮개설치 및 경고 표지 부착	
	의료폐기물 일반폐기물 혼재	▪의료폐기물 박스 안에 일반폐기물 혼재 금	

(8) 안전사고 발생 시 비상대응 가이드

**연구활동종사자는 사고 시 보통 현장에서 최초 발견하게 되는데,
사고대응과 보고에 있어서 직접적인 역할!
자신의 연구분야에 해당하는 비상대응 가이드를 상세히 확인하고, 사고 시
당황하지 않고 대응할 수 있도록 평상시 훈련을 통해 몸에 체득되도록 합시다.**

연구실 사고 응급처치 가이드

- 옷에 불이 붙었을 때 : 당황하지 말고 불 붙은 옷을 벗거나, 바닥에 구르거나, 담요나 실험복을 덮어 불을 끔.

  얼굴 부위에 불이 아닐 경우 소화기를 사용, 물에 섞이지 않는 유기용매에 의한 불이 아닐 경우에는 비상샤워기 사용
- 불에 의한 화상을 입었을 때 : 흐르는 찬물로 화상부위를 15분 이상 식혀주고 인근 병원으로 이송하여 치료
- 화학물질에 의한 화상을 입었을 때 : 즉시 물로 씻거나 비상샤워기로 15분 이상 샤워를 하고 인근 병원으로 이송하여 치료(의복에 묻었을 경우 탈의 후 샤워)
- 눈에 화학물질이 들어갔을 때 : 즉시 세안기를 이용하여 15분 이상 씻은 후 인근 병원으로 이송하여 치료
- 유독한 기체를 흡입하였을 때 : 즉시 통풍이 잘되는 곳으로 옮겨 앉거나 누워서 깊게 호흡. 다량의 기체 흡입 시 즉시 인근병원으로 이송하여 치료
- 베었을 때 : 에탄올로 소독하고, 깨끗한 붕대나 천을 사용하여 지혈시킨 후 인근 병원으로 이송하여 치료
- 화재・폭발이 발생하였을 때 : 연구실에서 모든 학생을 대피시키고, 부상자는 인근 병원으로 이송하여 치료받게 하고, 화재 발생 시에는 근처 소화기로 초기 진화, 큰 화재는 신속하게 119에 연락

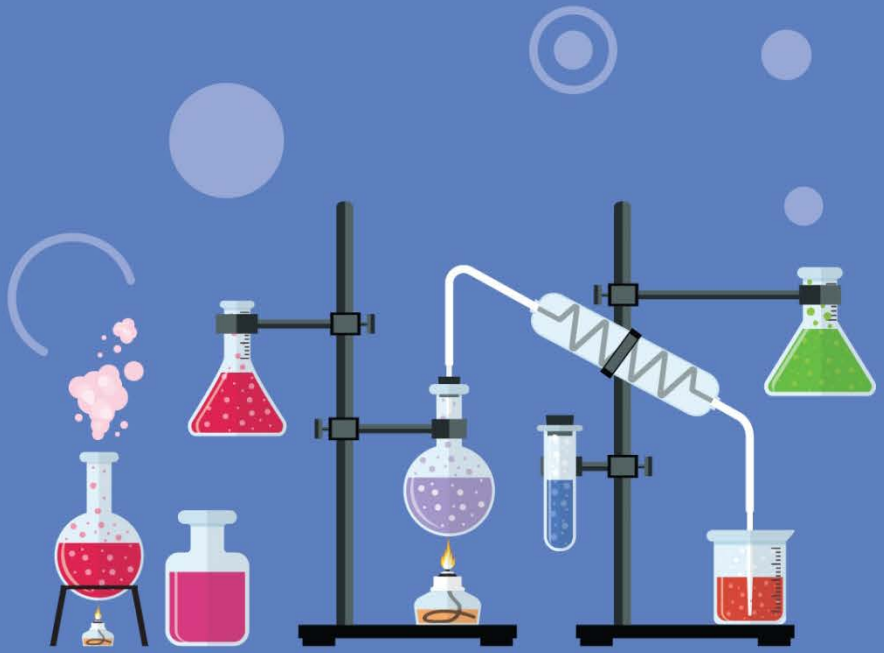
(8) 안전사고 발생 시 비상대응 가이드

진행 단계	수행 업무	업무 수행
연구실 사고 발생		
사고보고	● 최초발견자→연구실책임자→안전담당부서 (연구실안전환경관리자)→연구주체의장	● 연구실 안전관계자
사고대응	● 필요 시 연구실사고대책본부 구성 ● 사고피해 확대 방지 조치 ● 연구실책임자에 의한 응급조치	● 연구실 안전관계자
사고조사	● 사고원인 규명 및 사고로 인한 인명 및 재산 피해 확인	● 안전담당부서
재발방지 대책 수립·시행	● 연구실안전환경관리자는 사고방지 대책 수립 후 연구주체의장에게 보고 ● 연구실책임자는 재발방지대책 시행	● 안전담당부서 ● 연구실책임자
사후관리	● 재발방지 대책시행 여부 확인 및 사고분석결과를 바탕으로 향후 안전관리 추진계획에 반영	● 연구주체의 장 ● 안전담당부서

참고자료 및 웹사이트

1. 연구실 안전교육 표준 교재 (생물안전, 기계안전, 화학가스안전, 생물안전, 신규연구활동종사자 교육 등)
2. 연구실안전사고사례집, 표준 연구실 안전 등 (교육과학기술부)
3. 국가연구실안전교육시스템 (http://edu.labs.go.kr/MainHome.do?cmd=indexMain)
4. 한국산업안전보건공단 홈페이지(http://www.kosha.or.kr/main.do?chk=1)
5. 교육시설재난공제회 홈페이지(http://www.edufa.or.kr/main.do)
6. 한국가스안전공사 홈페이지(http://www.kgs.or.kr/kgsmain/index.do)
7. 가스안전교육원 홈페이지(http://www.kgs.or.kr/kgsmain/index.do)
8. 국내외 MSDS 정보 제공 사이트

- 산업안전보건공단 정보마당 : http://msds.kosha.or.kr/
- MSDS 포탈 사이트 : http://ilpi.com/msds/
- MSDS Solutions 3E company : http://www.msds.com/
- PubChem US National Institutes of Health : http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/
- Sigma, Aldrich(Chemical Manufacturers and Suppliers) : http://www.sigmaaldrich.com/
- Japan Advanced Information Center of Safety and Health : http://www.jaish.gr.jp/
- Canada' National Occupational Health and Safety Resource : http://ccinfoweb.ccohs.ca/msds/search.html



연구활동종사자 여러분!

- 당신은 진정으로 안전한 연구자입니까?
- 주위에 위험을 방치하고 있는 상황은 없습니까?
- 진정으로 “Safety First”의 마음을 가지고 연구에 임하고 있습니까?

Do not gamble with the lives of you and your colleagues.
(당신과 당신 동료의 생명을 두고 도박을 하지 마세요.)