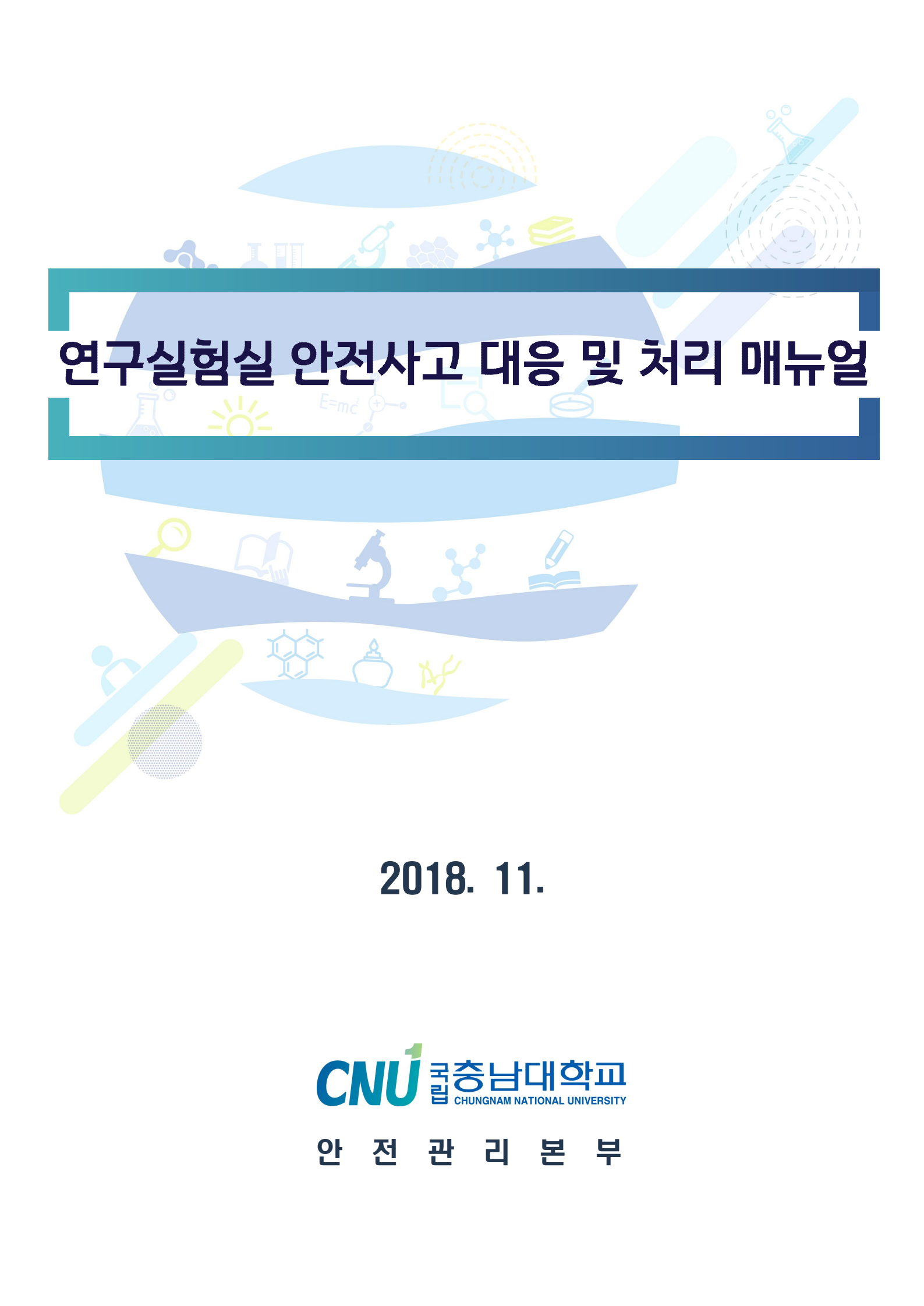




연구실험실 안전사고 대응 및 처리 매뉴얼

2018. 11.

CNU¹ **국립충남대학교**
CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY

안 전 관 리 본 부

제1장 개 요

- 1.1 목 적
- 1.2 법적 근거
- 1.3 활 용
- 1.4 용어 정의

제2장 책임과 권한

- 2.1 연구주체의 장
- 2.2 소속기관의 장
- 2.3 연구실책임자
- 2.4 연구실안전환경관리자
- 2.5 생물안전관리자
- 2.6 연구활동종사자
- 2.7 안전담당부서, 시설관리부서 등

제3장 비상연락망

제4장 연구실험실 사고대응 체계

- 4.1 연구실험실 안전사고 발생시 대응 단계
- 4.2 연구실험실 사고 처리 흐름도
- 4.3 사고보고 체계
- 4.4 사고대응 체계
- 4.5 사고조사 체계
- 4.6 재발방지대책 수립·시행
- 4.7 사후관리



제5장 사고유형별 행동 절차

- 5.1 사고유형 분류
- 5.2 화학분야 사고
- 5.3 가스분야 사고
- 5.4 전기분야 사고
- 5.5 생물분야 사고
- 5.6 기계분야 사고
- 5.7 기타 사고

제6장 연구실 사고 원인 및 응급 처치

제7장 사고대응 및 복구 장비

- 7.1 개인 보호 장비
- 7.2 사고 대응 장비
- 7.3 소화기 및 소화전 사용법

붙임 사고대응 시나리오

- 1. 화학물질(질산) 누출
- 2. 화학물질에 의한 화재 발생
- 3. 가연성 가스(수소) 누출 시
- 4. 독성가스(암모니아) 누출
- 5. 전선접촉에 의한 감전(전격)
- 6. 과부하로 인한 화재 발생
- 7. 병원성 물질 유출
- 8. 전기톱에 의한 손가락 상해
- 9. 고온멸균기에 의한 화상
- 10. 유해광선 사고



1.1 목 적

연구실험실에서 발생하는 각종 연구실 사고 발생 시 신속하고 체계적인 대응으로 인명 및 재산피해를 최소화하기 위함

1.2 법적 근거

1. 『연구실 안전환경 조성에 관한 법률』제6조(안전관리규정의 작성 및 준수 등) 연구주체의 장은 연구실사고 또는 중대 연구실 사고 발생 시 긴급대처방안과 행동요령에 관한 사항을 포함한 안전관리규정을 작성하여야 함
2. 『연구실 안전환경 조성에 관한 법률』제18조(교육·훈련 등)연구주체의 장은 연구활동 종사자에 대하여 대통령령이 정하는 바에 따라 연구실 사용에 따르는 안전성 확보 및 사고예방에 필요한 교육·훈련 실시

1.3 활 용

1. 연구실 사고로부터 피해 확대방지를 위한 대응 활동
2. 연구실험실에서 본 매뉴얼을 참고하여 실험실 특성에 맞는 사고대응 매뉴얼을 작성하고 교육·훈련 자료로 활용
3. 연구실 사고로 인한 인명피해 발생 시 신속하고 체계적인 응급처치

1.4 용어 정의

1/ 연구실 사고	연구실에서 연구활동과 관련하여 부상·질병·신체장해·사망 등 생명 및 신체상의 손해를 입거나 연구실의 시설·장비 등이 훼손되는 사고로 아래와 같은 사고를 말 함
-----------------	--

가. 중대 연구실사고

「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」제2조와 같은 법 시행 규칙 제1조의 2의 사고로 연구실사고 중 손해 또는 훼손의 정도가 심한 사고

	나. 일반 연구실사고 중대 연구실사고를 제외한 사고로 인명피해는 당해사고로 병원 등 의료기관의 진료를 받은 사고, 물적피해는 1백만원 이상의 장비 등이 훼손된 사고 다. 단순 연구실사고 인적·물적 피해가 매우 경미한 사고
2, 사고원인	비정상 상태를 발생시키는 원인으로 직접적인 원인과 간접적인 원인을 포함하며, 한 가지 비정상 상태에 대해 여러 개의 원인이 제시될 수 있음
3, 사고조사	사고 원인 규명과 사고로 인한 피해를 산정하기 위하여 자료의 수집, 관계자 등에 대한 질문, 현장 확인 등을 행하는 일련의 행동
4, 사고대응	사고 발생 시 응급처치, 사고피해의 확대 방지, 사고현장 보존 등을 위한 일련의 활동
5, 연구실 책임자	당해 연구실에서 연구업무 및 연구 활동종사자를 직접 지휘·감독하는 권한을 가진 자
6, 연구실 안전관리 담당자	연구실책임자의 지시에 따라 연구실 안전에 관한 제반사항을 준수하고 안전사고 예방 및 사고 대응과 관련된 업무를 수행하는 자
7, 연구실 안전환경 관리자	연구실 안전에 관한 기술적인 사항에 대하여 연구주체의 장을 보좌하고 연구실책임자에게 지도 및 조언을 하는 자를 말함
8, 연구활동 종사자	대학·연구기관, 기업부설(연) 등에서 과학기술분야 연구 개발 활동에 종사하는 대학생, 대학원생, 연구(보조)원 등
9, 안전담당 부서	대학·연구기관 등에서 연구실 안전과 관련된 업무를 수행하는 주된 부서



10, 시설관리 부서	과학기술분야 연구 개발활동을 위하여 설치한 시설·장비·연구실험실 등에 대한 유지·관리 업무를 담당하는 주된 부서
11, 연구실 안전 관계자	연구실책임자, 연구실 안전 환경관리자, 생물안전 관리자, 안전담당 부서 의 소속 지원 등
12, 생물안전 관리자	기관 내 생물안전 준수사항 이행을 감독하고 생물 안전교육·훈련과 안 전점검을 실시하며, 생물안전사고조사 및 보고, 생물안전에 관한 정보를 수집하고 이를 제공하는 자
13, 가연성 가스	아세틸렌·암모니아·수소·황화수소·일산화탄소·메탄·부탄·벤젠 등 과 같이 공기 중에서 연소하는 가스로서 폭발한계의 하한이 10퍼센트 이하인 것과 폭발한계의 상한과 하한의 차가 20퍼센트 이상인 것
14, 독성가스	암모니아·일산화탄소·이황화탄소·불소·염소·벤젠·포스겐·염화수 소·모노실란·디실란·디보레인·세렌화수소·포스핀 등 및 공기 중에 일정량 이상 존재하는 경우 인체에 유해한 독성을 가진 가스 로서 허용 농도가 100만분의 5000이하인 것
15, 병원체	질병의 원인이 되는 미생물로서 형태의 크기에 따라 바이러스, 리케차, 세균, 진균, 스피로헤타, 원충의 6종으로 분류할 수 있으나 새로운 형태의 병원체가 발견 되고 있음
16, 유해광선	전자파로서 인체에 해를 주는 자외선, 적외선, 가시광선, 광학방사선, X-ray, γ선 등을 말함



제2장 / 책임과 권한

2.1 연구주체의 장

1. 연구실의 안전유지 및 관리를 철저히 함으로써 연구실의 안전환경을 확보할 책임
2. 중대 연구실사고가 발생한 경우 연구실 사고대책본부 운영
3. 사후관리대책에 대한 승인 및 이행 여부 확인
4. 사고조사 결과에 따른 연구실 사용제한 조치

2.2 소속기관의 장

1. 소속기관 연구실별 자체 안전점검 및 조치에 대한 관리 및 감독
2. 소속기관의 안전개선을 위한 기관 자체 안전예산 확보
3. 안전환경 조성에 필요한 시설과 설비 제공
4. 시약 등 유해화학물질의 적정관리여부 확인
5. 연구실 안전사고 조사 및 자료 제공
6. 안전교육 미이수자의 제재에 관한 사항
7. 기관 실험폐수의 분리수집 및 배출 관리

2.3 연구실책임자

1. 해당연구실 연구활동종사자 대상 안전교육 실시
2. 사고 발생 시 사고보고체계에 의하여 즉시 보고 될 수 있는 체계 구축
3. 개인보호구 비치 및 관리
4. 안전보건표지, 안전수칙 부착
5. 연구실별 사고 예방 및 대응 매뉴얼 작성
6. 유해물질, 연구 설비 및 장비의 유지·관리
7. 연구실험은 2인 이상 수행토록 지도
8. 사고 발생 시 피해 최소화 대책 시행



9. 사고대응 활동 및 사고조사에 적극 협조
10. 필요 시 병원 및 소방서 신고
11. 사고 발생 시 해당 부상자 가족에게 연락
12. 사고 재발 방지대책 시행

2.4 연구실안전환경관리자

1. 법정 정기점검 및 진단 실시
2. 안전보건표지, 안전수칙에 대한 지도·조언
3. 기관 전체 연구활동종사자 대상 안전교육 수립 및 시행
4. 유해물질, 연구 설비 및 장비의 안전관리 여부 확인 감독
5. 사고 시 현장 출입 통제
6. 사고대응에 대한 기술 조언
7. 과학기술정보통신부에 사고보고
8. 부상자 발생 시 보험 청구

2.5 생물안전관리자

1. 기관 내 생물안전 준수사항 이행 감독
2. 기관 전체 생물안전 교육 대상자를 파악하여 생물안전 교육과 훈련을 수립·이행
3. 기관 내 생물안전 규정과 생물 폐기물 규정 등 을 수립 및 이행 감독
4. 생물안전 시설의 등급 별 표지 및 LMO 시설의 표지, 생물 재해 표지 등을 제작 및 제공
5. 생물안전 등급 시설 및 장비의 주기적 안전 점검을 계획 및 실시
6. 생물사고 발생 시 사고현장 통제 및 대응 지원
7. 생물안전 사고 발생 원인 조사 및 관련기관에 보고
8. 생물안전에 관한 정보 수집 및 제공
9. 생물안전 위원회 지원



2.6 연구활동종사자

1. 실험 관련 안전교육 수료
2. 개인보호구 착용 후 실험
3. 일일 점검 실시
4. 연구실 내 정리정돈 실시
5. 안전 수칙 준수
6. 사고 시 동료에게 사고 전파 및 대피
7. 사고 발생 시 사고보고체계에 의하여 즉시 보고
8. 부상자 응급 처치

2.7 안전담당부서, 시설관리부서 등

1. 연구실사고 발생을 대비한 보고체계 및 대응체계 등 수립
2. 연구활동종사자 대상 정기적 건강검진 조치
3. 연구실 안전 설비 등 유지 보수
4. 방송을 통한 기관 내 재실자에게 사고 전파
5. 사고 원인 조사 및 현장 보존
6. 전기, 가스 등 설비 차단 및 복구
7. 화학물질 누출 시 제거 및 중화 작업
8. 사고 현장 수습 및 복구(연구실책임자와 협의)



제3장 / 비상연락망

▶비상연락망

실험실 사고시 비상연락(①→②→③)

① 화재 및 중대사고 : 119

경미한사고 : 보건진료소(821-6070)

② 사고실험실책임자 및 관리자(담당교수, 기관장)

③ 안전관리본부 : 821-5183~4(주)

대학본부 당직실 : 821-5111,6111(주/야)

▶교내 긴급 연락처

구 분	부서명	전화번호	비 고
실험실 사고발생 시	안전관리본부	821-5183~4	주/야간(당직실)
	대학본부 당직실	821-5111, 6111	
	무인경비 상황실	821-7997	주/야간
방사선 사고발생 시	안전관리본부	821-5184, 5217	주/야간(당직실)
	대학본부 당직실	821-5111, 6111	
시설물 고장 시	시설과	821-8585, 7152	주/야간
건강관리실	보건진료소	821-6070	주간

▶ 교외 긴급 연락처

구 분	기관명	전화번호	비 고
화재발생 시	대전북부소방서	국번없이 119 042-609-6613	주/야간
각종사고 발생 시	대전둔산경찰서	국번없이 112 042-476-0112	주/야간
응급환자 발생 시	대전북부소방서	국번없이 119	주/야간
가스 누출 시	한국가스안전공사 대전충남지역본부	042-485-0119	주간
관내 종합병원	유성선병원	609-1118(응급실)	주/야간
	을지대학병원	259-1119(응급실)	
	충남대학병원	280-8129(응급실)	



제4장 / 연구실험실 사고대응 체계

4.1 연구실험실 안전사고 발생시 대응 체계



※ **중대 연구실사고** 발생시, 총장의 주재로 사고대책위원회 즉시 구성(중대 연구실사고 "사고대응체계도" 참고)

[그림 1] 연구실 사고처리 흐름도



4.2 사고보고 체계

- 1. 연구실에서 사고가 발생한 경우 사고 최초 발견자는 연구실책임자에게 즉시 보고
- 2. 연구실책임자는 보고체계에 의해 안전담당부서에 사고 발생 사항을 통보하고 필요 시 소방서 및 병원 등 유관기관에 협조요청
- 3. 안전관리본부는 사고전파 및 연구주체의 장에게 사고 상황 보고
- 4. 연구실안전환경관리자는 중대 연구실사고가 발생한 경우에는 지체 없이 다음 각 항의 사항을 과학기술정보통신부에 전화, 팩스, 전자우편이나 그 밖에 적절한 방법으로 보고
 - 가. 사고발생 개요 및 피해상황
 - 나. 사고조치 및 전망
 - 다. 그 밖의 중요한 사항
- 5. 연구실안전환경관리자는 일반연구실 사고 발생 시 그 날부터 1개월 이내에 연구실사고 조사표를 작성하여 과학기술정보통신부장관에게 제출



[그림2] 연구실 사고보고 체계



4.3 사고대응 체계

1. 중대연구실 사고

가. 사고대책위원회 구성 및 운영 현황



나. 대책반별 구성 및 역할

대책반/	직 위/	성 명/	임무 및 역할/	비 고/
사고 대응반	사무관	유영복	• 사고대응반 업무 총괄(사고대응반장)	
	계 장	강정숙	• 총괄팀 업무 총괄(팀장)	총괄팀
	주무관	김창제	• 사고 접수 및 관리, 소속기관 전파 • 종합상황관리 및 상황 상부 보고	"
	행정연구원	인지혜	• 언론보도자료 작성 등 협조 • 외부인사 접견	"
	계 장	이진호	• 대응팀 업무 총괄(팀장)	대응팀
	주무관	이상모		"
	주무관	우성규	• 현장출동 • 현장 상황 파악 및 총괄반 보고 • 피해확대 예방조치 실시	"
	행정연구원	송규진	• 통제구역 설정 및 출입제한 • 사상자의 응급조치 및 의료기관 후송 • 현장 피해조사 및 사고원인 분석 협조	"
	해당 실험실 관계자 (연구활동종사자)			"
	주무관	이현욱	• 지원팀 업무 총괄	지원팀
	주무관	이윤교	• 군부대, 경찰서, 소방서 등 유관기관 협조 요청 • 방재물품 지원	"

2. 일반 연구실사고 대응

가. 연구주체의 장은 필요 시 현장사고조사반 운영

나. 연구실안전환경관리자는 사고원인 및 피해규모를 파악하여 연구주체의 장 및 과학기술
정보통신부에 보고

다. 연구실안전환경관리자 및 안전담당부서는 사고원인을 분석하고 사고재발방지대책 수립

라. 연구실책임자는 적절한 응급조치를 실시하고 재발방지대책 시행

구 분	구 성	주요 임무
현장사고조사반	- 반장 : 안전담당부서장 (또는 연구실안전환경관리자) - 반원 : 1인 이상	- 사고원인 분석 및 피해조사 - 재발방지대책 수립 - 사고현황 과학기술정보통신부 보고

3. 단순 연구실사고 대응

▶ 연구실책임자는 적절한 응급조치 실시 후 재발방지대책 수립·시행

4.4 사고조사 체계

1. 중대연구실 사고 발생 시 연구주체의 장은 즉시 현장사고조사반을 구성하여 현장상황을 파악
2. 사고조사는 물적 증거가 손상 또는 소실되기 전에 착수하여야 하며 늦어도 사고대응이 완료
된 후 24시간 이내에 착수하고, 필요에 따라 외부 사고조사기관에 조사를 의뢰
3. 현장 사고조사반은 조사된 사고내용을 기초로 하여 사고원인에 따른 재발 방지대책 제시
4. 사고조사 보고서의 작성 : 현장 사고조사반은 수집된 자료를 검토하여 사고의 원인분석 및
대책수립 등 다음의 사항이 포함된 사고조사 보고서를 작성하여 연구주체의 장에게 보고

가. 사고발생 일시 및 사고조사 일자

나. 사고 개요 및 발생원인

다. 사고기인물 사진, 사고현장 사진, 피해 사진



- 라. 사고의 유형 및 피해의 크기와 범위
- 마. 조치 현황
- 바. 사고재발방지를 위한 장단기 대책 등

4.5 재발방지대책 수립·시행

1. 재발방지대책은 사고의 원인을 확실하게 규명하여 동종 유사사고가 재발하지 않도록 예방하는데 근본 목적이 있음
2. 현장사고조사반은 사고조사 후 도출된 권고사항 및 수립된 사고방지대책에 대해 시정 및 조치 계획을 수립하고, 그 결과를 연구주체의 장에게 총괄 보고
3. 연구실책임자는 동종 유사사고의 재발을 방지하기 위하여 관련 연구활동종사자를 대상으로 안전교육 실시 등 재발방지 대책 시행

4.6 사후관리

1. 연구주체의 장은 시정조치 계획에 따라 이행이 되는지 여부를 확인하고 시정조치 미이행 시 필요하다면 연구활동 중지 명령을 내림
2. 연구실안전환경관리자는 사고보고서를 재해통계 및 사고방지를 위한 교육 자료로 활용하기 위하여 보존
3. 연구실안전환경관리자는 매년말 사고 통계를 분석하고, 향후년도 안전관리 추진계획에 반영하여 연구주체의 장에게 보고



제5장 / 사고유형별 행동 절차

5.1 사고 유형 분류

- ▶ 연구실 사고는 연구실사고 통계분석 결과를 바탕으로 다음과 같이 6개 분야, 13개의 사고 유형으로 분류 하고 각 사고 유형 별 예방.대비, 대응, 복구 단계에서의 직무별 역할을 기술함

구분	번호	사고 유형	비고
5.2 화학	1	화학물질 누출.접촉	
	2	화학물질 화재.폭발	
5.3 가스	1	가연성 가스 누출.폭발	
	2	독성 가스 누출	
5.4 전기	1	감전	
	2	전기화재	
5.5 생물	1	병원성 물질 유출	
	2	동물, 바늘에 의한 부상	
	3	안전작업대 내 유출	
5.6 기계	1	끼임 및 절단	
5.7 기타	1	화상	
	2	상처 및 출혈	
	3	유해광선 접촉	



5.2 화학분야 사고

1. 화학물질 누출·접촉

※ 사고 상황 → 황산이 들어 있는 시약병을 옮기는 과정에서 병을 바닥에 떨어뜨려 용기가 파손되고 황산액이 바닥에 누출되어 있는 상태

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	• MSDS/GHS 비치 및 교육 • 화학물질 성상별 분류 보관	• 각종 유해·위험요인 제거를 위한 정기점검 및 지도
사고 대응 단계	• 주변 연구활동종사자들에게 사고 전파 • 안전담당부서(필요 시 소방서, 병원)에 약품 누출 발생사고 상황 신고(위치, 약품 종류 및 양, 부상자 유무 등) • 유해물질에 노출된 부상자의 노출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 씻어줌 • 금수성물질이나 인등 물과 반응하는 물질이 묻었을 경우 물로 세척 금지 • 위험성이 높지 않다고 판단되면, 안전담당부서와 함께 정화 및 폐기작업 실시	• 누출물질에 대한 MSDS/GHS 및 대응 장비 인지 • 사고현장에 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 • 부상자 발생 시 응급조치 및 인근 병원으로 후송 • 사고 대응기관(소방서, 환경청)의 적절한 대처를 위한 정보 제공 및 지원
사고 복구 단계	• 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위 내에서 사고현장 주변 정리 정돈 • 부상자 가족에게 사고내용 전달 및 대응	• 사고원인 조사 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	• 피해복구 및 재발방지 대책마련·시행	



2. 화학물질 화재·폭발

※ 사고 상황 ① → 실험 중 톨루엔(유기화합물 등) 들어있던 용기 내 압력 증가로 용기가 파열되면서 톨루엔(유기화합물 등)이 비산 되어 화재 발생

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	• MSDS/GHS 비치 및 교육 • 화학물질 성상별 분류 보관 • 폭발 대비 대피소 지정	• 각종 유해·위험요인 제거를 위한 정기점검 및 지도
사고 대응 단계	• 주변 연구활동 종사자들에게 사고 전파 • 위험성이 높지 않다고 판단되면, 초기진화 실시 • 2차 재해에 대비하여 현장에서 멀리 떨어진 안전한 장소에서 물 분무 • 금수성 물질이 있는 경우 물과의 반응성을 고려하여 화재 진압 실시 • 유해가스 또는 연소생성물의 흡입 방지를 위한 개인보호구 착용 • 유해물질에 노출된 부상자의 노출된 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 씻어 줌 • 초기진화가 힘든 경우 지정 대피소로 신속히 대피	• 방송을 통한 사고전파로 신속한 대피 유도 • 호흡이 없는 부상자 발생 시 심폐소생술 실시 • 사고현장에 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 • 필요 시 전기 및 가스설비 공급 차단 • 사고 물질의 누설, 유출방지가 곤란한 경우 주변의 연소방지를 중점적으로 실시 • 사고 대응기관(소방서, 환경청)의 적절한 대처를 위한 정보 제공 및 지원 • 부상자 발생 시 응급조치 및 인근 병원으로 후송
사고 복구 단계	• 사고원인 조사를 위한 현장은 보존 하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 • 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	• 지정대피소로 집결한 인원 확인 (건물별 또는 연구실별) • 전기 및 가스 설비 점검 후 공급 • 사고장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
• 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행		

※ 사고 상황 ② → 폐액용기를 들고 운반 하는 중 폐액 용기 파열로 운반자가 화상을 입는 사고 발생

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	· 각 폐액용기에 연구실명, 폐액 종류, 주의사항 등 라벨 부착 · 폐액 종류별 각각 분리 보관 · 폐액용기는 통풍이 잘 되는 그늘진 곳에 보관 · 폐액용기 운반 시 보호구 착용	· 폐액배출 적정방법 안내 · 폐액용기의 운반담당자 지정 및 운반 절차 등 수립·시행 · 폐액용기 임시 저장소 마련
사고 대응 단계	· 주변 연구활동종사자들에게 사고 전파 · 안전담당부서 (필요시 소방서, 병원)에 사고 상황 신고 (위치, 폐액 종류 및 양, 부상자 유무 등) · 부상자의 폐액 접촉 부위를 깨끗한 물로 20분 이상 씻어줌 · 위험성이 높지 않다고 판단되면, 안전담당부서와 함께 정화작업 실시	· 누출물질에 대한 MSDS/GHS 및 대응 장비 인지 · 사고현장에 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 · 사고 대응기관(소방서, 환경청)의 적절한 대처를 위한 정보 제공 및 지원 · 부상자 발생 시 응급조치 및 인근 병원으로 후송
사고 복구 단계	· 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위 내에서 사고현장 주변 정리 정돈 · 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	· 사고원인 조사 · 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	· 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

5.3 가스분야 사고

1. 가연성 가스 누출·폭발

※ 사고 상황 → 실험 중 분석 장비(GC:가스크로마토그래피)에 연결되어 있는 가스 배관 이음부에서 가연성 가스(수소)가 누출되고 있는 상황

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	- 가연성 가스용기는 통풍이 잘 되는 옥외장소에 설치 - 가연성가스 검지기 설치 및 관리 - 가스용기 고정장치 설치 - 상시 가스누출 검사 실시	- 주요 가스 사용 현황 및 정보 파악 - 가스배관에 대한 부식여부 등 이상 여부 점검 - 가스시설의 정기점검 실시 - 가스누출경보장치의 설치 확인 및 작동여부 확인
사고 대응 단계	- 가스누출 사실 전파 및 건물 내에 체류 중인 사람이 대피할 수 있도록 알림 - 안전이 확보되는 범위 내에서 사고확대 방지를 위하여 밸브 차단 및 환기 등 적절한 조치 취함 - 누출규모가 커서 대응이 불가능할 경우 즉시 대피	- 방송을 통한 사고전파로 신속한 대피 유도 - 가스농도측정기를 이용해 누출 가스 농도 측정 - 사고현장에 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 - 필요 시 전기 및 가스설비 공급 차단 - 대량누출의 경우 폭발로 이어지지 않도록 점화원 제거(밸브 차단, 주변 점화원 제거, 충격 등 금지) - 부상자 발생 시 응급조치 및 인근 병원으로 후송
사고 복구 단계	- 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 - 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	- 전기 및 가스 설비 점검 후 공급 - 사고장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 - 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	피해복구 및 재발방지 대책마련·시행	

※ 자동체외제세동기(AED, Automated External Defibrillator) : 급성 심정지 환자, 또는 심장박동 기능을 잃어버린 사람에게 전기충격을 주어 심장을 정상 상태로 회복시키는 기기

※ 심폐소생술(CPR, Cardiopulmonary Resuscitation) : 심장과 폐의 활동이 갑자기 멈추었을 때 실시하는 응급처치

2. 독성가스 누출

※ 사고 상황 → 독성가스 보관 실린더캐비닛에서 독성가스(알진 · 디보레인 · 세렌화 수소 · 포스핀 등) 누출로 경보음이 작동 함

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	- 독성가스용기는 옥외저장소 또는 실린더캐비닛 내 설치 - 독성가스 특성을 고려한 호흡용 보호구 비치 및 사용 관리 - 상시 가스누출 검사 실시	- 주요 가스 사용 현황 및 정보 파악 - 가스배관에 대한 부식여부 등 이상 여부 점검 - 가스시설의 정기점검 실시
사고 대응 단계	- 가스누출 사실 전파 및 건물 내에 체류 중인 사람이 대피할 수 있도록 알림 - 사고 적응성 개인보호구(방독면 등)를 신속하게 착용 - 안전이 확보되는 범위 내에서 사고확대 방지를 위하여 밸브차단 - 유독기체 흡입 부상자의 경우 통풍이 잘 되는 곳으로 옮기고 안정을 취하게 함 - 누출규모가 커서 대응이 불가능할 경우 즉시 대피 - 대피 시에는 출입문 및 방화문을 닫아 피해 확산 방지	- 방송을 통한 사고전파로 신속한 대피 유도 - 가스농도측정기를 이용해 누출 가스 농도 측정 - 사고현장에 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 - 부상자 발생 시 응급조치 및 병원으로 이송 조치 - 필요시 소방서 및 한국가스안전공사 (1544-4500)에 신고
사고 복구 단계	- 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 - 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	- 누출지역의 정상복구를 위하여 잔류 가스 완전 제거 - 사고장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 - 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

5.4 전기분야 사고

1. 감전

※ 사고 상황 → 누전차단기의 작동 불량인 상태에서 절연불량의 전기기기(또는 전선피복의 노출부) 접촉으로 감전

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	- 고전압 및 감전 안전보건표지 부착 - 젖은 손으로 전기기기 취급 금지 - 전기기기의 수리는 전문가에게 의뢰 - 비규격 및 안전인증 미취득 전기제품 사용 금지 - 개인보호구 보유 및 실험형태에 따라 반드시 착용 - 전기관련 실험시에 안전거리 확보 - 전기기기 사용 시에는 필히 접지	- 자동심장제세동기(AED) 위치 파악 - 연구실 내 추가 설치되는 전기기기의 정격용량 확인 등 정격 용량 등에 대한 지도·조언 - 누전차단기 등 보호장치에 대한 지도·조언
사고 대응 단계	- 절연장갑 착용 후 해당 전기기기 전원 신속히 차단 - 구호자의 2차 감전을 방지하기 위해 절연봉(마른 나무막대, 플라스틱 막대 등)을 이용하여 부상자를 구호하고 부상자와 신체접촉이 되지 않도록 주의 - 부상자의 상태(의식, 호흡, 맥박, 출혈 유무)를 확인하여 심폐소생술 등 응급 처치 - 필요 시 병원에 신고	- 사고현장 주변 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 - 의식이 있는 부상자는 담요, 외투 등을 덮어서 따뜻하게 유지 - 의식이 없는 부상자는 기도를 확보하고 호흡유무를 체크하여 심폐소생술(CPR) 혹은 자동체외제세동기(AED) 실시 - 부상자 병원으로 이송 조치 - 전원 재투입 전에 접지 확보 및 각 기기별 절연진단을 실시하여 사고 원인 제거 재차 확인
사고 복구 단계	- 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 - 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응 - 피해복구 및 재발방지 대책마련·시행	- 사고장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 - 사고내용 과학기술정보통신부 보고

2. 전기 화재

※ 사고 상황 → 많은 플러그가 꽂혀 있어 정격용량을 초과하여 사용하고 있는 멀티 콘센트의 과열(또는 단락, 스파크, 접촉불량, 누전 등)로 화재 발생

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	• 용량을 초과하는 문어발식 멀티콘센트 사용 금지 • 전기기기의 수리는 전문가에게 의뢰 • 비규격 및 안전인증 미 취득 전기제품 사용 금지 • 전열기 근처에 가연물 방치 금지 • 전기기기 사용 시에는 필히 접지	• 금속제 외함 전기기기 접지확인 • 연구실 내 추가 설치되는 전기기기의 정격용량 확인 등 정격 용량 등에 대한 지도·조언 • 누전차단기 등 보호장치에 대한 지도·조언
사고 대응 단계	• 사고발생 전기기기의 전원을 신속히 차단 • 연기에 의한 피해자나 화재에 의한 화상자 발생 시 응급처치 • 화재 발생 시 해당기기에 물을 뿌리면 감전 위험 있으므로 물 분사 금지 • 소화기는 가능하면 C급 소화기 사용하여 초기 진화 • 필요 시 유관기관(소방서, 병원 등)에 신고	• 사고현장 주변 접근금지테이프 등을 이용하여 통제 구역 설정 • 사고 발생 지점 전기배선 상위단의 분전반 전원 차단 • 연기 질식 환자에 대비한 신선한 공기 확보 및 안전한 장소로 유도 및 안정 • 전원 재투입 전에 접지 확보 및 각 기기별 절연진단을 실시하여 사고 원인 제거 재차 확인 • 화상 및 질식 전문병원으로 신속하게 이동 조치
사고 복구 단계	• 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 • 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	• 사고장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	• 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

5.5 생물분야 사고

1. 병원체 유출

- ※ 사고 상황 → 병원체, 유전자변형생물체의 유출로 인한 감염
- ※ 사고 상황 → 병원체, 유전자변형 생물체의 유출로 인한 2차 감염
- ※ 사고 상황 → 병원체의 외부 유출로 오염

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

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	생물안전담당 부서 (생물 안전관리자)
사고 예방·대비 단계	- 연구실책임자 및 연구활동종사자 정기안전교육 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 위해성 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 탈의 하여 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)을 가지고 사고 현장으로 출동. - 사고현장 출동 시 적절한 개인보호구 착용 후 사고 수습 지원 (마스크, 1회용 실험복, 안전장갑, 1회용 덧신 등)

	• 흡수지로 오염부위를 덮은 뒤 그 위에 소독제를 충분히 부어 오염의 확산을 방지한 뒤 퇴실 • 2차 피해 우려 시 접근금지 표시를 하여 2차 유출확대 방지	• 사고현장 접근 금지테이프 설치 및 현장 통제 • 필요시 생물안전위원회 소집 및 사고 대책위원회 구성
사고 복구 단계	• 오염 된 연구실 탈 오염 처리 및 오염 확산 방지 처리 • 생물안전사고 부상자의 2차 획득 감염사고 관찰, 진단 및 치료 • 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	• 사고 발생지 탈 오염 처리 및 오염 확산방지 확인 후 연구실 사용 재개 결정 • 부상자의 2차 획득 감염 여부 확인 • 기관 생물안전위원회에서 확립 된 사고 방지 안 실행을 연구실책임자 및 사고 유발자에 지시하고 이의 실행여부 감독 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	• 피해복구 및 재발방지 대책마련 • 시행	



2. 동물 물림, 바늘 등에 의한 부상

※ 사고 상황 → 실험 중 동물에게 손가락을 물려서 약간의 출혈이 발생한 상황

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	생물안전담당 부서 (생물 안전관리자)
사고 예방·대비 단계	"병원체 유출"과 동일	"병원체 유출"과 동일
사고 대응 단계	· 즉시 실험을 멈추고 부상 부위에 식염수나 비상약 소독제로 소독하고 출혈 시 지혈 · 실험중인 동물을 케이지에 넣어 보관하거나 병원체를 밀봉하고 부상자의 소독 및 지혈 등을 지원 · 생물 안전관리자, 동물실관리자 등에게 경위를 설명하여 사고 대응 지시를 받음	· 부상 정도 및 병원체 특성에 따라 적절한 처치 지시 · 실험동물 사고 시 파상풍 예방 주사 유무를 확인하고 파상풍 치료 주사 및 항생제 치료 · 병원체 사용 사고는 병원체에 의한 2차 획득 감염 관찰 및 예방 치료 · 사고 발생 직후 치료 외에도 획득감염 발병 가능성을 확인하여 추가 치료 및 완전 치료를 반드시 확인
사고 복구 단계	· 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 · 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	· 사고원인 조사 · 필요시 생물안전위원회, 동물윤리 및 운영위원회 구성 · 실험동물에 의한 감염 사고는 사후 식약처에 사고보고 · 가축전염병의 유출 시 농림부 검역검사 본부에 사고보고 · 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	· 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

3. 생물안전작업대(BSC) 내 유출

※ 사고 상황 → 실험 중 생물안전작업대 내에서 병원체가 유출된 상황

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	생물안전담당 부서 (생물 안전관리자)
사고 예방·대비 단계	“병원체 유출”과 동일	“병원체 유출”과 동일
사고 대응 단계	• 생물안전작업대 내 팬을 가동하는 것을 확인하고 문을 밑에까지 내린 뒤 대피 • 생물 유출 사고 대응도구(biological spill kit)내에서 새 장갑과 1회용 보호구로 착용 후 탈 오염 작업 • 적절한 살균 소독제를 생물안전작업대(BSC) 내부 벽면, 작업대 표면, 이용 도구 및 장비에 도포 • 감염성폐기물 전용 용기 또는 멸균봉투에 생물안전작업대 유출 사고 시 사용한 물질 폐기 • 유출 물질이 생물안전작업대 안에서 흘러나왔을 경우, 연구책임자, 생물안전관리자에게 통보하고 지시에 따라 사고대응.	• 생물안전작업대 안에서 외부로 유출된 사고 신고를 접수하였을 경우 위의 생물안전 사고 매뉴얼을 따라 사고 수습 대응 및 지시
사고 복구 단계	• 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 • 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	• 사고원인 조사 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	• 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	



5.6 기계분야 사고

끼임 및 절단

※ 사고 상황 → 기기를 이용한 실험 중 기계에 끼임, 물림, 접촉 등에 의해 신체 절단, 골절, 타박상, 찰과상 등의 사고 발생 상황

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	• 기계 안전장치 설치(방호덮개, 비상정지 장치 등) • 기계별 방호조치 수립 • 기계사용 시 적정 개인보호구 착용	• 보유하고 있는 주요 위험 기계 목록 작성 유지 및 점검 • 방호장치 작동 여부 확인
사고 대응 단계	• 안전이 확보된 범위 내에서 사고 발견 즉시 사고기계의 작동 중지(전원 차단) • 사고 상황 파악 및 부상자를 안전이 확보된 장소로 옮기고 적절한 응급 조치 시행 • 손가락이나 발가락 등이 잘렸을 때 출혈이 심하므로 상처에 깨끗한 천이나 거즈를 두툼하게 댄 후 단단히 매어서 지혈 조치 • 절단된 손가락이나 발가락은 깨끗이 씻은 후 비닐에 싼 채로 얼음을 채운 비닐 봉지에 젖지 않도록 넣어 빨리 접합전문 병원에서 수술을 받을 수 있도록 조치	• 2차 사고가 발생하지 않도록 전원 차단 여부 추가 확인 • 의식이 있는 부상자는 담요, 외투 등을 덮어서 따뜻하게 유지 • 의식이 없는 부상자는 기도를 확보하고 호흡유무를 체크하여 심폐소생술(CPR) 혹은 자동심장제세동기(AED) 실시 및 부상자를 병원으로 이송 조치 • 전원 재투입 전에 기계별 안전상태 확보 및 사고 원인 제거 재차 확인
사고 복구 단계	• 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위내에서 사고현장 주변 정리 정돈 • 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	• 사고기계에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	• 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

5.7 기타 사고

1. 화상

※ 사고 상황 → Oil Bath를 이용하여 고온, 고압반응 실험을 하던 중 Oil Bath 내부의 반응튜브가 터지면서 고온의 기름(200°C)이 안면부 및 손등에 튀는 화상 사고 발생

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	• 안전보건표지 부착 및 준수 • 개인보호구 착용 후 실험	• 연구실 내 고온, 저온 발생장치에 대한 작동 기능 확인 • 화상치료 전문병원 연락처 등 확보
사고 대응 단계	• 해당실험장치 작동 중지 • 사고 상황 파악 및 부상자를 안전이 확보된 장소로 옮기고 적절한 응급 조치 시행 • 화학물질이 액체가 아닌 고형물질인 경우 물로 씻기 전에 털어 냄 • 가벼운 화상의 경우 화상부위를 찬물에 담그거나 물에 적신 차가운 천을 대어 통증 감소 • 심한 화상인 경우 깨끗한 물에 적신 헝겊으로 상처부위를 덮어 냉각하고 감염 방지 등 응급조치 후 병원 이송 조치 • 화상부위나 물집은 건들이지 말고 2차 감염을 막기 위해 상처부위를 거즈로 덮음	• 2차 사고가 발생하지 않도록 전원 차단 여부 추가 확인 • 부상자를 병원으로 이송 조치 • 전원 재투입 전에 기계별 안전 상태 확보 및 사고 원인 제거 재차 확인
사고 복구 단계	• 사고원인 조사를 위한 현장은 보존하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위 내에서 사고현장 주변 정리 정돈 • 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	• 사고장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전조치 • 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	• 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

3. 유해광선 접촉

※ 사고 상황 → 레이저 또는 용접 중 유해광선에 의한 시력 장애 발생

구 분	해당 연구실 (연구실책임자, 연구활동종사자)	안전담당 부서 (연구실안전환경관리자)
사고 예방·대비 단계	· 발생원의 격리, 차폐 · 차광장치 설치 · 차광보호구 구입 및 비치 · 실험 중 차광보호구 착용	· 차광, 차폐장치 이상 여부 점검 · 차광보호구 이상여부 수시 점검
사고 대응 단계	· 해당실험장치 작동 중지 · 사고 상황 파악 및 부상자를 안전이 확보된 장소로 옮기고 적절한 응급조치 시행 · 기관 내 보건소 또는 병원에 이송 조치	· 사고접수 및 사고 장비(레이저, 용접기 등)의 위험성 확인 · 사고현장 출동 및 안전보호구 착용 (보안경, 안전장갑 등) · 2차 사고가 발생하지 않도록 전원 차단 여부 추가 확인 · 전원 재투입 전에 해당실험장치의 안전상태 확보 및 사고 원인 제거 재차 확인
사고 복구 단계	· 사고원인 조사를 위한 현장은 보존 하되, 2차 사고가 발생하지 않도록 조치하는 범위 내에서 사고현장 주변 정리 정돈 · 부상자 가족에게 사고 내용 전달 및 대응	· 사고 장비에 대한 결함 여부 조사 및 안전 조치 · 사고원인 조사 · 사고내용 과학기술정보통신부 보고
	· 피해복구 및 재발방지 대책마련 · 시행	

6.1 상처 및 출혈사고 원인

1. 방심과 부주의에서 오는 사고

실험, 실습 시 제시된 실험방법을 무시하고 '이 정도는 괜찮겠지'하는 생각으로 시약의 양이나 농도를 초과 사용함으로 사고 발생.

2. 지식의 부족에서 오는 사고

실험 전 MSDS/GHS(물질안전보건자료)를 미확인하여, 사용물질의 위험성을 인지하지 못한데서 사고 발생

3. 실험조작의 미숙에서 오는 사고

유해 위험한 기구, 장비 사용 시 그 위험특성을 파악하지 못한데서 사고발생

4. 안전보호구 미착용에서 오는 사고

실험 중 필히 안전보호구는 착용해야 하나, 귀찮다는 이유로 미착용해서 사고 발생

5. 안전수칙 미 준수에서 오는 사고

유해 위험한 실험기구, 장비사용과 용·복합과 복잡 다양한 실험에 맞는 안전수칙 미 준수에서 사고 발생

6.2 응급 처치

연구실내에서 화재, 폭발, 부상 등의 사고 발생 시 기본 응급처치 후 인근 병원으로 이송하여 치료

1. 옷에 불이 붙었을 때

당황하여 뛰지 말고 불 붙은 옷을 벗거나, 바닥에 구르거나, 담요나 실험복을 덮어 불을 끈다. 얼굴 부근의 불이 아닐 경우 화학화재용 소화기를 사용하여도 좋고, 물에 섞이지 않는 유기용매에 의한 불이 아닐 경우에는 비상샤워기로 샤워 실시

2. 불에 의한 화상을 입었을 때

흐르는 찬물로 화상부위를 15분 이상 식혀주고 인근 병원으로 이송하여 치료

3. 화학물질에 의한 화상을 입었을 때

즉시 물로 씻거나 비상샤워기로 샤워를 하고 인근 병원으로 이송하여 치료

※ 비상샤워기는 녹물이 나오지 않도록 정기적으로 작동 시험 실시

4. 눈에 화학물질이 들어갔을 때

즉시 세안기를 이용하여 15분 이상 씻은 후 인근 병원으로 이송하여 치료

※ 세안기는 녹물이 나오지 않도록 정기적으로 작동 시험 실시

5. 유독한 기체를 흡입하였을 때

즉시, 통풍이 잘되는 곳으로 옮겨, 앉거나 누워서 깊게 호흡을 한다. 다량의 기체 흡입 시 즉시 인근병원으로 이송하여 치료

6. 베었을 때

에탄올로 소독하고, 깨끗한 붕대나 천을 사용하여 지혈시킨 후 인근 병원으로 이송하여 치료

7. 화재·폭발이 발생하였을 때

연구실에서 모든 학생을 대피시키고, 부상자는 인근 병원으로 이송하여 치료받게 하고, 화재 발생 시에는 근처 소화기로 초기진화하고, 큰 화재는 신속하게 119에 연락



제7장 / 사고대응 및 복구 장비

7.1. 개인 보호 장비

연구실 사고 수습과정에서 작업자를 보호하기 위해 개인이 착용

장 비	특 징	분야
안전 보호의	 • 유기화합물용 보호복으로서 인증기관의 인증을 득한 제품 • 액상 화학물질의 제한적 분무 또는 분사에 대한 적합한 보호도 제공	화학 분야
내화학 장갑	 • 니트릴 혹은 네오프렌재질로 내화학성이 있는 제품 • 인증기관의 인증을 득한 제품	
내화학 장화	 • 광범위한 유성물 또는 장소에 적합 • 금속성의 발가락 보호쇠(Toecap)가 있을 것	
고글	 • 충격방지 및 화학물질 튼 방지용 • 안경위에 착용 가능하며 내화학성을 지님	
방독 마스크	 • 복합 유독가스로부터 눈과 얼굴을 보호할 수 있어야 함 • 끈 조절이 가능하고 정화통은 쉽게 조립이 되고 탈부착이 쉬울 것	
활성탄층 첨가 마스크	 • 냄새제거 흡착층이 첨가되어 있어 냄새 제거가 가능할 것	
내화학 덧신	 • 유기 화합물용 보호복과 같은 소재로 제작 될 것 • 발목까지 충분한 보호 가능할 것	

장 비	특 징	분야
절연용 안전모	 • 머리부를 전기적 노출로부터 보호 • 고압 충전부 접근 등 전기 작업 시 사용	전기 분야
절연 장갑	 • 심각한 화상과 부상, 사망을 일으킬 수 있는 전기적 충격으로부터 사용자 보호 • 사용 전 반드시 마모, 파손, 흠집, 갈라짐, 찢어짐 등 물리적 손상 여부 확인	
절연화	 • 저압 및 고압 작업장에서 적합한 안전화로 바닥 접지면이 넓어 수평/미끄럼 방지에 탁월한 기능을 갖출 것	
일회용 보안면	 • 병원체에 의한 안면보호용 • 작업 후 폐기할 수 있음	생물 분야
일회용 장갑	 • 라텍스 또는 니트릴재질로 실험실 작업자의 크기에 맞는 크기로 준비 • 작업 중 손상을 대비하여 2겹으로 착용할 것	
토시	 • 제염 시 손목 오염 방지용 • 액체 투과에 대한 저항성이 있을 것	
보호복 (타이백)	 • 액체 투과에 대한 저항성이 있고 제봉 마감이 좋을 것	
덧신	 • 액체 투과에 대한 저항성이 있고 제봉 마감이 좋을 것	
N95 마스크	 • NIOSH(미국)의 기준에 의거한 방진 필터등급 N95이상 또는 국내 인증기준 1급 이상일 것 • 알레르기 및 독성이 없을 것	



7.2. 사고 대응 장비

▶ 연구실 사고 발생 시 사고확대를 방지하고, 신속한 사고 수습이 가능한 장비

장 비	특 징	분야	
도시가스, LPG측정기		• 가연성가스 사용 시설에 대한 가스누설여부 확인 • 빗물 침입 등에 의한 고장 방지 기능	가스 분야
수소가스 측정기		• 본질안전방폭구조 (센서부는 내압방폭구조) 가스농도 가 디지털표시와 analogue bar 표시 동시 적용	
VOC 측정기		• 방폭기기 성능 검증 인정제품 • 1ppb 단위로 측정하고, 5초 이내에 측정 가능 할 것 • 모니터 수분침투 방지 기능	
산염기 중화제		• 유기산, 부식제, 포름알데히드, 유기용매 등 소규모 의 유출을 간편하게 처리 가능	화학 분야
화학 흡착포		• 산, 알칼리 등의 액체 유해물 외에도 광범위한 액체물 질의 흡착이 가능 할 것 • 화학물질과 결합하여도 화학반응을 일으키지 않을 것	
화학물질 유출키트		• 작업자를 안전하게 보호하며, 손쉬운 대응 가능	

장 비		특 징	분야
종이타올 (흡수지)		• 흡수력이 뛰어나며 물에 잘 찢어지지 않고 2겹 이상으로 되어 있을 것	생물 분야
집게		• 작업 중 부상의 위험이 없도록 날카롭지 않을 것	
살균· 소독제		• 취급하는 병원체에 대한 멸균력이 입증되어 있을 것	
접근금지 테이프		• 피해확대 방지 및 사고현장 출입 통제 시 사고 현장 주변에 설치	기타

7.3. 소화기 및 소화전 사용법

소화기 사용법



손잡이 부분의 안전핀을 뽑는다



바람을 등지고 서서 호스를
불쪽으로 향하도록 잡는다



손잡이를 움켜쥐고 빗자루로 바닥을
쓸 듯, 불이 난 위쪽부터 분사한다

소화전 사용법



1. 소화전함을 열고 호스를
화재지점 가까이 전개한다



2. 소화전 밸브를
시계 반대방향으로
돌려서 개방한다



3. 소화전함에 부착된
적색 기동스위치를 누른다



4. 노즐을 잡고
화점을 향해 방수한다



5. 진화 후 녹색 정지스위치를
누르고 밸브를 잠근다

붙임 사고대응 시나리오

1. 화학물질(질산) 누출

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00+00	• [사고발생] 연구실 바닥에 질산 오염 - 실험테이블 가장자리에 있던 질산병을 연구자의 부주의로 넘어뜨려 연구실 바닥에 쏟아짐
	h:00+01	• [사고자] 실험 동료에게 사고 전파 - 사고자는 상황을 신속히 동료에게 알려 상황 전파를 부탁함
	h:00+03	• [실험동료] 상황 전파 - 건물 내 사고 전파 - 연구실책임자와 안전담당부서에 상황 전파
사고 대응	h:00+05	• [사고자] 질산 확산 방지 - 산 중화제를 사용하여 중화 후 흡착포, 흡착제를 이용하여 질산 확산 방지 • [안전담당 부서] 상황 전파 및 현장 투입 - 지정대피소로 대피할 수 있도록 상황 전파 - 안전관련 담당자들의 현장 출동 - 지휘계통과 상급기관에 통보(119등)
	h:00+10	• [안전담당 부서] MSDS/GHS(대응 방법 확인) 및 피해 차단 - 질산의 MSDS/GHS를 확인하고 대응 방법 및 장비를 확보 - 개인보호구 착용 후 사고 현장 진압 - 누출된 약품과 급격하게 반응하는 화학물질 격리
	h:00+20	• [119] 누출사고대응 - 안전담당 부서와 연구실책임자에게 사고 정보 요청 - 최적 누출대응방법 결정 및 시행 - 필요 시 주변 주민에게 설명 • [안전담당 부서, 연구실책임자] 119에 사고 상황 전달 - 누출물질 정보 및 누출 현황 등 - 119의 현장 진입로 확보
사고 복구	h:00+40	• [안전담당 부서] 필요 시 사고조사반 구성 - 사고조사반을 구성하여, 임무 부여 • [사고조사반] - 사고현장 수습 및 현장 자료 확보 - 사고원인 조사, 분석 및 재발방지 대책 수립 - 상급기관에 보고 등



2. 화학물질에 의한 화재 발생

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00+00	• [사고발생] 화재감지기 동작 - 임의 구역에서 화재가 발생하여 감지기가 동작함 - 연구실책임자가 잠시 자리를 비운 상태
	h:00+05	• [안전담당 부서] 화재 구역 확인 및 상황 전파 - 화재구역 확인하고, 비상대피방송을 실시 ex) 0층 000호 화재발생! 긴급대피! : 3회 반복 - 안전관리 담당자들을 현장 투입 초기 진화 및 연구실책임자에게 연락 • [안전담당 부서] 사고 통보 - 지휘계통과 상급기관 통보(119 등)
사고 대응	h:00+10	• [연구실책임자] 연구 상황 전달 - 사용 중이던 연소 물질 정보를 안전관리 담당 부서에 전달
	h:00+12	• [안전담당 부서] 긴급 조치 및 초기 진압 - 사고 구역의 전기공급과 가스밸브 차단 - MSDS/GHS 확인하고, 개인보호구를 착용한 안전담당 부서의 현장인원이 초기 진압 실시
	h:00+20	• [119] 화재진압 - 안전담당 부서와 연구실책임자에게 사고 정보를 요청 - 최적 화재진압방법 결정 및 시행 • [안전담당 부서, 연구실책임자] 119에 사고 상황 전달 - 연소물질 정보 및 화재 현황 등 - 119의 현장 진입로 확보
사고 복구	h:00+40	• [안전담당 부서] 필요시 사고조사반 구성 - 사고조사반을 구성하여, 임무 부여 • [사고조사반] - 사고현장 수습 및 현장 자료 확보 - 사고원인 조사, 분석 및 재발방지 대책 수립 - 상급기관에 보고 등



3. 가연성 가스(수소) 누출

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00+00	• [사고발생] 가연성가스 누출 사고 - 실험 중 테프론 배관이 낡아 가연성가스(수소)가 누출되어 화재 및 폭발의 위험이 발생함 • [사고자] 사고 발생 통보 및 대피 - 연구실책임자 및 동료에게 가스 누출 사실 통보 - 사고 연구실 외부로 대피, 주변 연구실에 사고내용 전파
	h:00+02	• [연구실책임자] 신고 및 조치 - 사고 가스 명칭과 위험성 신고 - 환기 등 적절한 조치
	h:00+04	• [안전담당 부서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 및 중화재 살포 - 개인보호구, 사고대응장비 등을 구비하고 현장 출동
사고 대응	h:00+06	• [연구실책임자] 사고연구실 주변 통제 - 개인보호구 착용 및 사고 규모에 따라 대피 조치 • [안전담당 부서] 피해 확대 예방을 위한 조치 - 현장 통제 및 건물 내 체류 인원 대피 조치 - 소방대 및 지원부서 도착 시 현장 안내
	h:00+15	• [안전담당 부서] - 부상자 후송 - 누출 가스 농도 측정
	h:00+30	• [연구실책임자] - 사고 원인 및 재발 방지 대책 수립 - 유사사고 재발 방지 교육 실시 • [연구실 연구실안전환경관리자] - 사고 처리 기술 자문 - 과학기술정보통신부 사고보고 • [안전담당 부서] - 사고원인 및 피해 현황 파악 후 사고대책위원장에게 보고 - 누출사고 원인에 따라 대책 강구 후 동종사고 예방 • [사고대책본부] - 중대사고 발생 시 - 사고 대응반 : 언론 및 방송관련 취재활동 지원하고 퇴원 가능 환자 기한 내 퇴원 및 배상 합의 - 현장 사고조사반 : 사고 관련 정보들을 종합하여 사고원인 파악
사고 복구		

4. 독성가스(암모니아) 누출

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00+00	• [사고발생] 독성가스 누출 사고 - 실험실 내에 비치된 독성가스(암모니아)누출 경보기가 울리는 사고가 발생함 • [사고자] 사고 발생 통보 및 대피 - 응급환자 연구실에서 안전한 장소로 이송 - 연구실책임자 및 동료에게 가스 누출 사실 통보 - 사고 연구실 외부로 대피, 주변 연구실에 사고내용 전파
	h:00+04	• [연구실책임자] 신고 및 조치 - 사고 가스 명칭과 위험성 신고 - 환기 등 알칼리 중화제(물) 살포
	h:00+05	• [안전담당 부서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 예방조치사항 지시 - 개인보호구, 사고대응장비 등을 구비하고 현장 출동
사고 대응	h:00+10	• [연구실책임자] 사고연구실 주변 통제 - 개인보호구 착용 및 사고 규모에 따라 대피 조치 • [안전담당 부서] 피해 확대 예방을 위한 조치 - 현장 통제 및 건물 내 체류 인원 대피 조치 - 119 및 지원부서 도착 시 현장 안내
	h:00+15	• [안전담당 부서] - 부상자 후송 - 누출 가스 농도 측정
사고 복구	h:00+30	• [연구실책임자] - 사고 원인 및 재발 방지 대책 수립 - 유사사고 재발 방지 교육 실시 • [연구실안전환경관리자] - 사고 처리 기술 자문 - 과학기술정보통신부에 사고보고 • [안전담당 부서] - 사고원인 및 피해 현황 파악 후 사고대책위원장에게 보고 - 누출사고 원인에 따라 대책 강구 후 동종 사고 예방 • [사고대책본부] - 중대사고 발생 시 - 사고 대응반 : 언론 및 방송관련 취재활동 지원하고 퇴원 가능 환자 기한 내 퇴원 및 배상 합의 - 현장 사고조사반 : 사고 관련 정보들을 종합하여 사고원인 파악

5. 전선접촉에 의한 감전

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00+00	• [사고발생] 감전사고 발생 - 전류가 흐르는 전선과 접촉하여 감전되어 쓰러짐
	h:00+03	• [최초목격자, 실험동료, 연구실책임자] 신고 및 전원차단 - 연구실책임자 및 주위 동료에게 사고내용을 전파 - 해당 연구실 분전반의 전원 차단 - 즉시 유관기관(119, 병원 등) 신고 - 안전관리 담당부서 혹은 방재센터에 신고
	h:00+05	• [안전담당 부서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 예방조치사항 지시 - AED 현장 확보 지시 및 개인보호구 구비 후 현장 출동
사고 대응	h:00+10	• [실험동료, 연구실책임자] 조치 및 사고자 상태 확인 - 피해확대방지를 위하여 위험요소 제거 - 부상자의 의식, 호흡상태 등을 확인 후 전달
		• [연구실안전환경관리자] 응급 조치 및 후송 - 부상자 상태 확인 후 응급 조치(CPR, AED 등) 후 구급대원에게 인계
	h:00+15	• [안전관리담당 부서] 사고 관련 정보 수집 및 현장 상황 파악 - 현장 통제 및 사고 관련 정보 수집 - 부상자 관련 정보 수집 및 가족에게 통보
사고 복구	h:00+20	• [병원] 부상자 상태 확인 • [연구실책임자] 연구실 내부 상황 확인
	h:00+20	• [안전담당 부서] 사고수습을 위한 역할 분담 및 수행 - 사고원인 조사 및 분석 - 사고조사 보고(기관 내부 및 과학기술정보통신부)
	h:00+30	• [병원] 부상자 상태 안전담당 부서에 통보 • [안전담당 부서] 사고 상황종료 및 사고발생기관에 통보



6. 과부하로 인한 화재

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00+00	• [사고발생] 과부하로 인한 화재 발생 - 멀티콘센트에서 과부하로 인하여 화재 발생(연기, 냄새 등)
	h:00+03	• [최초목격자, 실험동료, 연구실책임자] 신고 및 전원차단 - 화재 경보기 작동, 방화벽 동작, 초기 진화 - 연구실책임자 및 주위 동료에게 사고내용을 전파 - 해당 연구실 분전반의 전원 차단 - 안전담당 부서 혹은 방재센터에 신고
	h:00+05	• [안전담당서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 예방조치사항 지시 - 개인보호구 구비 후 현장 출동
사고 대응	h:00+10	• [실험동료, 연구실책임자] 조치 및 상태 확인 - 피해확대방지를 위하여 위험요소 제거 - 소규모 화재 발생 시 C급 소화기를 사용하여 진화 • [연구실안전환경관리자] 피해 확대 방지 조치 - 현장 통제 및 위험요소 제거 • [119] 화재 진압
	h:00+15	• [안전담당 부서] - 사고 관련 정보 수집 및 2차사고 확대방지 조치
사고 복구	h:00+20	• [연구실책임자] 연구실 내부 상황 확인 - 부상자 유무 및 피해재산 파악
	h:00+20	• [안전담당 부서] 사고수습을 위한 역할 분담 및 수행 - 사고원인 조사 및 분석 - 사고조사 보고(기관 내부 및 과학기술정보통신부)
	h:00+30	• [안전담당 부서] 사고 상황종료 및 사고발생기관에 통보



7. 병원성 물질 유출

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00 +00	• [사고발생] BSL2 내 LMO HCV 바이러스 사용 중 보관함 파쇄로 인한 부상 및 병원체 유출 및 연구자 감염 위험 발생 - BSL2에서 병원체 사용 중 용기 파쇄로 인한 부상 및 감염 위험상황, 파쇄로 인한 LMO 병원체 오염 확산 가능성이 있으나 연구실 내부라 자체 확산제어가 가능한 상황(주의 단계) • [사고자] 상황전파 - 목격자는 연구책임자 또는 생물안전관리 부서에 사고 전파
	h:00 +01	• [사고자, 목격자, 연구실책임자] 초동조치, 응급처치 및 신고 - 목격자, 연구실책임자는 사고 발생 시 즉시 접근 통제 조치 - 부상자의 오염된 보호구, 개인 복장에 소독제를 도포 후 탈의, 식염수 알콜 등으로 부상부위를 씻긴 후 지혈소독 등 부상자 지원, 119에 신고 - 생물안전 위원회 및 생물안전 담당 부서 보고
	h:00 +05	• [생물안전담당 부서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 예방조치사항 지시 - 지휘계통에 보고 및 생물안전사고대응 키트, first aid kit 등 준비 후 현장 출동
사고 대응	h:00 +08	• [생물안전관리자] 연구실 주변 출입통제 - 초동조치 (부상자 조치 확인 후 추가 조치, 유출구역 출입통제, 경고 표지판 부착, 상황전파 및 대피, 확산 방지조치로 흡습제 도포, 소독제 살포 등) - 입구에 구급대원 도착 시 부상자 안내 지시 • [연구실책임자 또는 생물안전관리자] 피해 확대 예방을 위한 조치 - 부상자 지원(MSDS/GHS, 병원체 정보 확보) 후 병원에 이송 - 사고 현장 탈 오염 처리 시작 및 사고 조사 시작(사진 촬영 등)
	h:00 +10	• [생물안전담당 부서] 생물안전 위원회에 사고 대책 논의 - 병원체 특성에 맞는 부상자 처리 방안과 탈오염 및 오염 확산 방지 논의
	h:00 +50	• [병원] 부상자 치료 상태 확인 2차 감염 가능성 확인 • [생물안전관리자, 연구실책임자] 연구실 내부 탈 오염 상황 확인, 사용한 안전 보호구 등 처리 후 실험실 재개 공지
사고 복구	h:00 +55	• [생물안전관리 담당 부서] 사고수습을 위한 역할 분담 및 수행 - 사고원인 조사, 사고 유발자, 부상자, 목격자 인터뷰 및 분석 시작 - 사고보고 (기관 내부 상위 보고)
	h:00 +30	• [병원] 부상자 상태 확인 후, 이후 치료 및 2차 감염 진단 논의(4주 후 HCV항원 확인), 사고 조사 및 사고 재발 방지 방안 준비, 생물안전위원회 개최 준비

8. 전기톱에 의한 손가락 상해

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00 +00	• [사고발생] 전기톱에 의한 손가락 절단 사고 - 연구를 위해 목재를 전기톱으로 절단하던 중 부주의로 톱날에 의해 손가락 절단 • [사고자] 상황전파 - 부상자는 주위 동료에게 사고를 전파
	h:00 +01	• [사고자, 실험동료] 응급처치 및 신고 - 실험동료는 119 신고 및 응급처치 - 실험동료는 전기톱 가동 중지 - 안전담당 부서에 신고
	h:00 +04	• [안전담당 부서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 예방조치사항 지시 - 지휘계통에 보고 및 현장 출동
사고 대응	h:00 +08	• [연구실안전환경관리자] 사고 연구실 주변 출입통제 - 건물 관리실 담당자에게 입구에 구급대원 도착 시 사고연구실 안내 할 것을 통보 - 현장 외부인 출입 통제(안전담당부서 직원) • [연구실안전환경관리자] 피해 확대 예방을 위한 조치 - 사고기기 작동중지 확인 및 2차사고 발생 위험요소 확인 - 위험요소 발견 시 필요 조치 실시 - 현장 정보 및 사고자 정보 구급대원에게 전달
	h:00 +12	• [안전담당 부서] 사고 관련 정보 수집 및 현장 상황 파악 • [안전담당 부서] 사고 및 부상자 관련 정보 수집 - 부상자 정보를 후송 예정 병원에 전달
	h:00 +16	• [병원] 부상자 상태 확인 • [연구실안전환경관리자] 연구실 내부 상황 확인
사고 복구	h:00 +25	• [안전담당 부서] 사고수습을 위한 역할 분담 및 수행 - 사고원인 조사 및 분석 - 사고조사 보고(기관 내부 및 과학기술정보통신부)
	h:00 +40	• [병원] 부상자 상태 방재연구센터에 통보 • [안전담당 부서] 사고 상황종료 사고발생기관에 통보

9. 고온멸균기에 의한 화상

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00 +00	• [사고발생] 고온 멸균기에 의한 화상 사고 - 연구를 위해 고온 멸균기에서 실습도중 고온에 의한 화상 사고 • [부상자] 상황전파 - 부상자는 주위 동료에게 사고를 전파
	h:00 +01	• [사고자, 실험동료] 응급처치 및 신고 - 실험동료는 응급처치 및 119에 신고 - 실험동료는 고온멸균기 작동 정지 - 안전담당 부서에 신고
	h:00 +04	• [안전담당 부서] 연구실 사고 접수 - 사고 상황 파악, 피해확대 예방조치사항 지시 - 지휘계통에 보고 및 현장 출동
사고 대응	h:00 +08	• [연구실안전환경관리자] 연구실 주변 출입통제 - 건물 관리실 담당자에게 입구에 구급대원 도착 시 사고연구실 안내 할 것을 통보 - 현장 외부인 출입 통제(안전담당 부서 직원) • [연구실안전환경관리자] 피해 확대 예방을 위한 조치 - 사고기기 작동중지 확인 및 2차사고 발생 위험요소 확인 - 위험요소 발견 시 필요 조치 실시 - 현장 정보 및 사고자 정보 구급대원에게 전달
	h:00 +12	• [안전담당 부서] 사고 관련 정보 수집 및 현장 상황 파악 • [안전담당 부서] 사고 및 부상자 관련 정보 수집 - 부상자 정보 후송 예정 병원에 전달
	h:00 +18	• [병원] 부상자 상태 확인 • [연구실안전환경관리자] 연구실 내부 상황 확인
사고 복구	h:00 +25	• [안전담당 부서] 사고수습을 위한 역할 분담 및 수행 - 사고원인 조사 및 분석 - 사고조사 보고(기관 내부 및 과학기술정보통신부)
	h:00 +40	• [병원] 부상자 상태 안전담당부서에 통보 • [안전담당 부서] 사고 상황종료 사고발생기관에 통보

10. 유해광선 사고 시 대응 시나리오

단계	시간	주요 내용
사고 발생	h:00 +00	• [사고자, 신고자] - 해당실험장치 작동 정지 - 동료는 응급처치 및 대내외 신고 (연구실책임자, 안전담당부서, 건물 안내실, 인근병원 등)
		• [안전담당 부서, 연구실안전환경관리자] - 교내 비상연락망에 의해 관계부서(○○부, 소방안전관리자 등)에 신속하게 전파. - 사고현장에 출동하여 현장 확인 및 관계자 진술청취.
사고 대응	h:00 +03	• [최초 발견자] - '사고 시 비상연락망'을 통해 신고. (동료, 연구실책임자, 안전담당 부서 등) - 교내보건소, 교내 출동차량, 인근병원 또는 119 출동차량 요청 ※ 부상자를 인근병원으로 신속히 이송하여 치료
	h:00 +05	• [연구실책임자] - 사고현장에 출동하여 사고 상황 경청 및 2차사고 예방 지시 - 사고현장 상주 및 부상자 병원 이송과 동행 - 유관기관 관계자 응대 및 주변 정리정돈
	h:00 +10	• [안전담당 부서, 연구실안전환경관리자] - 사고접수 및 사고 장비(레이저, 용접기 등)의 위험성 확인 - 사고현장 출동 및 안전보호구 착용(보안경, 안전장갑, 방진·방독 마스크 등) - 사고현장 '접근 금지' 테이프 설치 - 사고상황 경청 및 기록, 비상연락망을 통해 보고 (담당부서 차상위자, 연관부서 및 대외기관(소방서, 경찰서, 과기부))
사고 복구	h:00 +20	• [연구실책임자] - 사고원인 및 예방안 자체 강구
		• [안전담당 부서, 연구실안전환경관리자] - 2차사고 확대방지 조치 - 사고의 재발방지 방안 수립 - 보험사 공제급여, 피해비용 청구