

사전유해인자위험분석 보고서

연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제 19 조 | 문서번호 PHA-20260727 | 작성일 2026 년 07 월 27 일

1 연구활동 수	1 개선필요(위험성 9 점↑)	12 최고 위험성 (높음)	12 평균 위험성
-------------	---------------------	-------------------	--------------

1. 연구실 안전현황

기관명	한빛대학교	기관구분	대학
연구실명	미생물 실험실	연구실 위치	한빛관 330 호
연구책임자	김교수	연구분야	의학·생물
안전관리담당자	김안전	연구활동종사자수	5 명
24 시간 가동	미가동	정전시 비상발전	미보유

비상연락처

연구실안전환경관리자	박관리 / 원내 1234
사고처리기관(소방서 등)	119 / 한빛소방서
병원	한빛병원 응급실 / 5555

연구활동종사자 현황

연번	이름	성별	직위
1	이연구	남	연구교수
2	박기술	남	박사연구원
3	김안전	남	연구원
4	최보건	여	연구원
5	정예방	여	연구원

주요 기자재 현황

연번	기자재명	규격(수량)	활용 용도
1	고압증기멸균기	TOMY, SX-700 (1 대)	배지 제조 및 폐기물 멸균처리, 분석 도구 멸균
2	미생물배양기	우주과학, CI-4C (2 대)	조건별 미생물 배양
3	냉장 원심분리기	TOMY, MX-307 (1 대)	유전자 분석 시 DNA 펠릿 분리
4	무균작업대	CHC LAB, 222A2-04 (1 대)	배지 제조 및 미생물 도말 실험
5	진탕배양기	BIOER, MB-102 (1 대)	유전자 분석 시 DNA 추출
6	교반가열기	대한과학, MSH500 (1 개)	미생물 배지 용해를 위한 교반
7	실시간 유전자증폭기 (Real time PCR)	ABI, 7500 (1 대)	유전자 분석을 통한 검출 확인
8	미생물동정기	BioMerieux, Vitek2 (1 대)	미생물 식별을 위한 생화학적 확인시험

유해인자 현황

화학물질	인화성 물질
가스	-
생물체	위험군 1 등급(RG1)
물리적 유해인자	감전(전기)

개인보호구 및 안전설비 보유현황

개인보호구	보안경, 고글, 안전화, 안전장갑, 실험실가운, 방진마스크, 방독마스크, 송기마스크
안전장비·설비	세안설비(Eye washer), 흡후드, 국소배기장치, 시약보관캐비닛

연구실 배치현황



3. 연구활동별 위험성평가 및 안전분석(R&D SA)

위험성 결정 기준 (위험성 = 가능성 × 중대성)

가능성 \ 중대성	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

등급	점수	판단	관리기준
R4	15~25	허용불가	즉시 중단·개선 후 작업
R3	9~12	허용불가	개선대책 수립 후 작업
R2	5~8	조건부	가능한 빨리 개선
R2	3~4	허용가능	현 조치 유지·주기 점검
R1	1~2	허용가능	현 상태 유지

[연구활동 1] 병원성미생물 분석 — 위험성 12 점 (높음(R3)) → 개선 후 목표 4 점(낮음)



사용 유해인자	인화성 물질, 위험군 1 등급(RG1), 감전(전기)
유해·위험요인	인화성 물질: 인화성 증기 흡입으로 인한 호흡기 자극 및 중추신경계 억제, 피부 접촉 시 자극 및 탈지 작용, 점화원에 의한 화재·폭발 발생 시 화상, 유독가스 흡입, 파편 및 충격파에 의한 부상 위험군 1 등급(RG1): 에어로졸 흡입, 오염된 표면·기구·검체와의 피부 접촉, 오염된 손을 통한 섭취, 날카로운 기구에 찔림 등으로 인한 미생물 노출. RG1은 건강한 성인에게 질병을 일으킬 가능성이 낮으나, 면역 저하자에게는 감염 가능성 존재하며, 미확인 검체 취급 시 잠재적 위험 상존. 감전(전기): 손상된 전선·플러그·콘센트, 젖은 손 조작, 접지 불량 등으로 인한 감전 시 심실세동, 호흡 정지, 화상, 근육 경련, 추락 등
노출경로/취급량	인화성 물질: 흡입, 피부 접촉, 섭취, 화재/폭발 시 열 노출 및 유독가스 흡입 위험군 1 등급(RG1): 에어로졸 흡입, 오염된 표면/기구/검체와의 피부 접촉, 오염된 손을 통한 섭취, 날카로운 기구에 찔림 감전(전기): 전기가 흐르는 부분과의 직접 접촉, 누전된 장비 접촉
현재 안전조치	BSC, 개인보호구 착용
위험성 판정	개선 전 $3 \times 4 = 12$ 점 [R3·높음] → 개선 후 목표 $1 \times 4 = 4$ 점 [R2·낮음] ※ 개선 후 목표는 관리 기준값이며 개선대책 시행 후 재평가로 확정합니다.
개선대책	【공학적】 - 인화성 물질은 전용 보관 캐비닛에 보관하고, 취급 시 국소 배기 장치(흡 후드) 내에서 작업합니다. - 생물안전작업대(BSC)를 사용하여 미생물 에어로졸 발생을 최소화하고, 고압멸균기를 통해 오염 폐기물을 안전하게 처리합니다. - 전기 장비는 접지 시설을 확인하고 누전차단기를 설치하며, 손상된 전선이나 플러그는 즉시 교체합니다. 【관리적】 - 모든 유해인자에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 비치하고, 정기적인 안전 교육을 실시하여 위험성을 인지하고 올바른 취급 방법을 숙지하도록 합니다. - 표준작업절차(SOP)를 수립하고 준수하며, 특히 미생물 취급 시 무균 조작 및 오염 방지 절차를 철저히 합니다.

	- 인화성 물질은 소량만 구매하여 보관하고, 점화원으로부터 멀리 떨어진 곳에서 취급합니다. - 전기 장비는 정기적으로 점검하고 유지보수하며, 젖은 손으로 전기 장비를 조작하거나 문어발식 콘센트 사용을 금지합니다. - 미생물 폐기물은 종류별로 분리하여 지정된 용기에 보관하고, 고압멸균 후 폐기물 처리 지침에 따라 처리합니다. 【보호구】 - 인화성 물질 취급 시 내화학성 장갑, 보안경, 실험복을 착용합니다. - 미생물 취급 시 일회용 장갑, 실험복, 보안경(비말 발생 우려 시), 마스크(에어로졸 발생 우려 시)를 착용합니다. - 전기 작업 시에는 절연 장갑 및 절연화를 착용합니다.
관련 법규	연구실안전법 제 19 조(사전유해인자위험분석), 제 22 조(안전교육), 제 23 조(개인보호장비 착용), 시행규칙 제 9 조(개인보호장비의 지급 및 착용), 제 10 조(유해인자의 취급 및 관리) 산업안전보건법 제 38 조(안전조치), 제 39 조(보건조치), 제 125 조(물질안전보건자료의 작성 및 비치 등), 산업안전보건기준에 관한 규칙(화학물질, 전기, 생물학적 유해인자 관련 조항) 화학물질관리법(유해화학물질 취급 기준) 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률(병원체 취급 관련)

연구·실험 절차	위험분석 (5M1E)	안전계획	비상조치계획
1. 준비	[Man] 보호구 미착용 → Risk: 유해인자 노출로 인한 부상·중독·감염 [Material] 시약 및 배지 오염 → Risk: 실험 결과 오류, 미생물 오염 [Machine] 장비 점검 미흡 → Risk: 장비 오작동, 감전, 화재 [Environment] 정리정돈 미흡 → Risk: 이동 중 넘어짐, 대피 방해	[Man] 개인보호구(실험복, 장갑, 보안경) 착용 및 교육 [Material] 시약 및 배지 유효기간 확인, 오염 여부 점검, MSDS 비치 [Machine] 사용 장비(BSC, 고압멸균기 등) 작동 상태 및 청결 점검 [Environment] 실험실 정리정돈, 비상 대피로 확보	특이점 발견 시 연구책임자·담당자에게 즉시 보고 장비 오작동 시 전원 차단 후 전문가에게 연락
2. 검체 채취 및 전처리	[Man] 부주의한 검체 취급 → Risk: 미생물 노출(피부, 흡입), 오염 [Material] 검체 용기 파손 → Risk: 미생물 누출, 환경 오염 [Method] 에어로졸 발생 작업 → Risk: 미생물 흡입 감염 [Machine] 원심분리기 사용 부주의 → Risk: 용기 파손, 미생물 누출, 기계적 상해	[Man] BSC 내에서 작업, 개인보호구(장갑, 실험복, 보안경) 착용 [Material] 밀폐 가능한 안전한 용기 사용, 검체 라벨링 철저 [Method] 에어로졸 발생 최소화 (천천히 피펫팅, 캡핑 후 원심분리) [Machine] 원심분리기 사용 전 균형 확인, 뚜껑 확실히 닫기	검체 누출 시: 즉시 오염 지역 격리, 누출 키트(소독제, 흡수제) 사용하여 소독 및 처리, 연구책임자 보고 피부 노출 시: 즉시 비상샤워 또는 세안기로 20 분 이상 세척, 의료진 상담 에어로졸 흡입 시: 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 이동, 의료진

연구·실험 절차	위험분석 (5M1E)	안전계획	비상조치계획
			상담
3. 증균 및 분리 배양	[Man] 부주의한 배지 접종 → Risk: 미생물 오염, 개인 노출 [Material] 인화성 알코올 램프 사용 → Risk: 화재, 화상 [Method] 배양 중 오염 → Risk: 실험 결과 오류, 다른 시료 오염 [Machine] 인큐베이터 고장 → Risk: 배양 실패, 미생물 증식 환경 변화	[Man] BSC 내에서 무균 조작, 개인보호구 착용 [Material] 알코올 램프 사용 시 주변 인화성 물질 제거, 소량만 사용 [Method] 무균 조작 철저, 배양 전후 작업대 소독 [Machine] 인큐베이터 온도, 습도 정기 점검	화재 발생 시: 소화기 사용, 대피, 119 신고 미생물 배지 누출 시: 즉시 소독제로 오염 부위 소독, 폐기물 처리 절차 준수 화상 발생 시: 흐르는 물에 20 분 이상 식히고 의료진 상담
4. 확인 시험	[Man] 시약 취급 부주의 → Risk: 화학물질 노출(피부, 흡입), 중독 [Material] 유해 시약 혼합 → Risk: 유독가스 발생, 폭발 [Method] 부적절한 시약 폐기 → Risk: 환경 오염, 2 차 사고 [Machine] 전기영동 장비 사용 부주의 → Risk: 감전	[Man] 시약 사용 전 MSDS 숙지, 적절한 보호구(내화학성 장갑, 보안경) 착용 [Material] 시약 혼합 전 반응성 확인, 소량씩 사용 [Method] 폐액은 지정된 용기에 분리 배출, 폐기물 관리 지침 준수 [Machine] 전기영동 장비 사용 전 전선 및 플러그 상태 확인, 젖은 손으로 조작 금지	화학물질 피부 접촉 시: 즉시 비상샤워 또는 세안기로 20 분 이상 세척, 의료진 상담 화학물질 흡입 시: 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 이동, 의료진 상담 감전 발생 시: 즉시 전원 차단, 주변 사람에게 알리고 119 신고, 심폐소생술 준비
5. 결과 판정 및 보고	[Man] 데이터 오기입/오판독 → Risk: 잘못된 정보 전달, 오진 [Method] 기록 관리 미흡 → Risk: 정보 손실, 추적 불가능	[Man] 결과 판정 시 교차 확인, 보고 전 검토 [Method] 모든 실험 과정 및 결과 정확히 기록, 데이터 백업	결과 오류 발견 시: 즉시 연구책임자에게 보고, 재시험 또는 추가 확인 절차 진행
6. 정리 및 폐기	[Man] 오염된 기구/폐기물 취급 부주의 → Risk: 미생물 노출, 감염 [Material] 폐기물 미분리 → Risk: 2 차 오염, 환경 오염 [Method] 소독/멸균 미흡 → Risk: 미생물 잔존, 확산	[Man] 개인보호구(두꺼운 장갑, 실험복) 착용, 폐기물 취급 시 주의 [Material] 폐기물 종류별(의료폐기물, 일반폐기물, 화학폐기물) 분리 배출	오염된 폐기물 누출 시: 즉시 오염 지역 격리, 소독 및 처리, 연구책임자 보고 고압멸균기 이상 발생 시: 즉시 전원 차단, 전문가에게 연락, 주변

연구·실험 절차	위험분석 (5M1E)	안전계획	비상조치계획
	[Machine] 고압멸균기 사용 부주의 → Risk: 화상, 폭발 (압력)	[Method] 오염된 기구 및 폐기물은 고압멸균 처리 후 폐기, 작업대 소독 철저 [Machine] 고압멸균기 사용 전 안전 수칙 숙지, 적정량만 투입, 작동 중 접근 금지	접근 통제 화학폐기물 누출 시: 누출 키트 사용, 환기, 연구책임자 보고

4. 연구실 안전계획 및 비상조치계획

현장 사진 위험요인 분석



- 선반에 다양한 시약병들이 보관되어 있으나, 인화성 물질은 전용 캐비닛에 보관하고 모든 시약병에는 내용물, 위험성, 제조일자, 유효기간 등이 명확히 표기되어야 합니다.
- 연구원들은 실험복, 장갑, 마스크를 착용하고 있으나, 생물학적 유해인자 및 화학물질 취급 시 눈 보호를 위한 보안경 착용이 필수적입니다.
- 실험대 위에 페트리 접시 등 생물학적 시료가 노출되어 있으므로, 에어로졸 발생 가능성이 있는 모든 생물학적 작업은 생물안전작업대(BSC) 내에서 수행해야 합니다.
- 비상 샤워기, 세안기, 소화기 등 비상 안전 장비의 위치 및 접근성이 사진상으로는 확인되지 않으므로, 명확한 표지와 상시 접근성 확보가 필요합니다.

○ 연구실 안전계획

우선 개선 항목

-
- 위험성 12 점의 '병원성미생물 분석' 활동에 대한 표준작업절차서(SOP)를 즉시 재검토하고, 인화성 물질 취급 및 RG1 미생물 노출 방지 절차를 강화하여 연구책임자(김교수)가 1 주일 내 승인하도록 합니다.
 - 인화성 물질은 반드시 전용 인화성 물질 보관 캐비닛에 보관하고, 모든 전기 설비는 누전차단기(RCD) 작동 여부를 월 1 회 점검하여 감전 위험을 최소화하며, 연구실안전환경관리자가 담당합니다.

공학적 대책

-
- 생물안전작업대(BSC)는 연 1 회 성능 점검을 통해 면속도 0.4~0.5m/s 를 유지하고, 인화성 물질 취급 시에는 흡후드를 사용하여 유해 증기 배출을 확보하며, 연구실안전환경관리자가 관리합니다.
 - 모든 전기 장비는 접지 상태를 확인하고, 과부하 방지를 위한 전용 콘센트 사용을 의무화하며, 누전차단기(RCD) 설치 및 월 1 회 작동 테스트를 통해 감전 위험을 차단합니다.

관리적 대책

-
- 모든 연구활동에 대한 표준작업절차서(SOP)를 비치하고, 특히 '병원성미생물 분석' 활동 시에는 2 인 1 조 작업을 권장하며, 연구책임자가 분기별 1 회 검토 및 업데이트합니다.
 - 모든 화학물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 상시 비치하고, 유해인자(인화성 물질, RG1) 표지를 명확히 부착하며, 연구실 출입 통제 시스템을 운영하여 인가된 인원만 출입하도록 합니다.
 - 인화성 물질 취급 작업에 대해 반기별 1 회 작업환경측정을 실시하여 유해 증기 노출 수준을 평가하고, 필요 시 환기 시스템 개선을 추진하며, 연구실안전환경관리자가 주관합니다.

보호구 및 정기관리

-
- '병원성미생물 분석' 활동 시에는 실험복, 니트릴 장갑, 보안경, 마스크 착용을 의무화하고, 개인보호구의 오염 여부를 매일 확인하여 필요 시 즉시 교체하도록 합니다.
 - 연구실 정기 안전점검을 반기별 1 회 실시하여 설비, 장비, 비상 장비의 정상 작동 여부를 확인하고, 신규 연구원 입실 전 안전교육 및 정기 안전교육을 연 2 회(상반기/하반기) 실시하며, 연구실안전환경관리자가 담당합니다.

비상조치계획

화학물질 누출·노출

- 발견 즉시: 누출된 화학물질(인화성 물질)의 종류를 확인하고, 주변 인원에게 알린 후 접근을 통제합니다.
- 초기대응: 소량 누출 시 적절한 개인보호구(장갑, 보안경, 마스크)를 착용하고 흡수포로 즉시 흡수하며, 창문을 열어 환기합니다. 피부/눈 노출 시 즉시 비상샤워/세안기에서 15 분 이상 충분히 세척합니다.
- 신고·대피: 대량 누출 또는 인화성 물질의 경우 화재·폭발 위험이 있다고 판단되면 즉시 연구실을 대피하고 119 에 신고합니다.
- 사후조치: 누출 물질의 MSDS 를 확인하여 적절한 후속 조치를 취하고, 사고경위서를 작성하여 연구책임자 및 연구실안전환경관리자에게 보고합니다.

화재·폭발

- 발견 즉시: "불이야!" 크게 외쳐 주변에 알리고 화재경보기를 작동시킵니다.
- 초기대응: 초기 화재 시 소화기(ABC 분말 또는 CO2 소화기)를 사용하여 진압을 시도하되, 인화성 물질 화재는 유류화재(B 급)에 적합한 소화기를 사용합니다.
- 신고·대피: 화재 진압이 어렵다고 판단되면 즉시 연구실을 대피하고 119 에 신고하며, 대피 시에는 문을 닫아 연기 확산을 막습니다.
- 사후조치: 안전한 장소로 대피 후 인원 점검을 실시하고, 사고 발생 원인 및 피해 상황을 연구책임자 및 연구실안전환경관리자에게 보고합니다.

감전

- 발견 즉시: 감전 사고 발생 시, 감전된 사람에게 직접 접촉하지 말고 즉시 전원 차단기(메인 스위치)를 내려 전원을 차단합니다.
- 초기대응: 전원 차단 후 감전된 사람의 상태를 확인하고, 의식이 없거나 호흡이 멈춘 경우 즉시 심폐소생술(CPR)을 실시합니다.
- 신고·대피: 즉시 119 에 신고하여 의료 지원을 요청하고, 주변 인원에게 상황을 알립니다.
- 사후조치: 의료진에게 환자 상태 및 사고 경위를 설명하고, 사고 발생 장비 및 전기 설비에 대한 점검 및 보수 계획을 수립하여 연구실안전환경관리자에게 보고합니다.

생물학적 노출

- 발견 즉시: 생물학적 물질(RG1)에 노출된 부위를 확인하고, 주변 오염 가능성을 평가합니다.
- 초기대응: 피부 노출 시 비누와 물로 15 분 이상 충분히 세척하고, 눈 노출 시 세안기에서 15 분 이상

세척합니다. 생물학적 물질 누출 시에는 70% 에탄올 또는 락스(희석액)로 오염 부위를 소독하고, 오염된 폐기물은 생물학적 폐기물 전용 용기에 처리합니다.

- 신고·대피: 증상이 발생되거나 우려되는 경우 즉시 연구책임자에게 보고하고, 필요 시 병원에 방문하여 진료를 받습니다.
- 사후조치: 노출 경위 및 조치 사항을 상세히 기록하고, 연구실안전환경관리자에게 보고하여 재발 방지 대책을 수립합니다.

부상·응급처치

- 발견 즉시: 부상자의 상태를 확인하고, 추가적인 위험 요인이 없는지 확인합니다.
- 초기대응: 경미한 부상(찰과상, 작은 베임)은 연구실 내 비치된 구급상자를 이용하여 응급처치합니다. 출혈이 심한 경우 지혈하고, 화상 시에는 흐르는 찬물에 15 분 이상 식힙니다.
- 신고·대피: 중대한 부상(골절, 의식 불명, 대량 출혈 등) 발생 시 즉시 119 에 신고하고, 환자를 안정화시킨 후 의료진의 지시에 따릅니다.
- 사후조치: 부상 경위 및 응급처치 내용을 기록하고, 연구책임자 및 연구실안전환경관리자에게 보고하여 사고 원인을 분석하고 재발 방지 대책을 마련합니다.

5. 확인 및 서명

본 사전유해인자위험분석 결과를 확인하고 안전계획 이행에 동의합니다.

구분	성명	서명
연구활동종사자		
연구책임자	김교수	

본 보고서는 ergo-C 사전유해인자위험분석 앱으로 작성되었습니다. AI 생성 결과는 반드시 연구책임자·안전환경관리자 검토 후 활용하세요. 연구실안전법 제 19 조 · ergo-C