

KOSHA GUIDE

W - 3 - 2021

생물안전 1·2등급 실험실의
안전보건에 관한 기술지침

2021. 10.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 박 현 희
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 김 수 진
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 최 현 성

- 제·개정 경과
 - 2010년 6월, 10월 산업위생분야 제정위원회 심의(제정)
 - 2012년 5월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
 - 2015년 4월 산업위생분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
 - 2019년 11월 산업위생분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
 - 2021년 09월 산업독성분야 기준제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - KOSHA GUIDE H-131-2013, "혈액원성 병원체에 의한 건강장해 예방지침"
 - KOSHA GUIDE G-82-2018, "실험실 안전보건에 관한 기술지침"
 - Laboratory Biosafety Manual, WHO, 2004
 - 실험실 생물안전지침, 질병관리본부 국립보건연구원, 2019
 - 유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 통합고시, 과학기술정보통신부, 2021
 - 시험·연구용 LMO 안전관리 법령집, 과학기술정보통신부, 2019

- 관련법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건법 제39조(보건조치)
 - 산업안전보건기준에관한규칙 제8장 병원체에 의한 건강장해의 예방

- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

- 공표일자 : 2021년 10월

- 제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

생물안전 1·2등급 실험실의 안전보건에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 「산업안전보건법」 (이하 “법”이라 한다) 제39조 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 보건기준, 제8장 병원체에 의한 건강장해의 예방에 대한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장의 보건관리 및 기타 경우에 공기매개 병원체를 취급하는 실험실 중 제1위험군 및 제2위험군 병원체를 취급하는 실험자의 건강보호에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음의 각 호와 같다.

(가) “공기매개 병원체”라 함은 결핵, 수두, 홍역 등 공기 또는 비말핵 등을 매개로 호흡기를 통하여 질병을 유발하는 병원체를 말한다.

(나) “생물안전실험실”이라 함은 병원체를 검사하거나 병원체를 사용하여 연구를 수행하는 기관의 관련시설을 말한다.

(다) “생물안전”이라 함은 병원체 취급 시 초래될 가능성이 있는 위험으로부터 실험자와 국민의 건강을 보호하기 위하여 적절한 지식과 기술 및 안전장비·시설 등을 갖추는 조치를 말한다.

(라) “생물안전작업대”라 함은 병원체를 다루는 실험실에서 취급 물질, 실험자의 안전 및 환경을 보호하기 위한 1차적 밀폐장치로 장비 내 유입 및 배출공기의 형태와 속도에 따라 클래스 I,Ⅱ,Ⅲ으로 구분된다.

- 클래스 I : 음압은 유지되나 앞면이 개방되어 있으며 내부의 공기는 재순환되지 않고 HEPA필터로 처리되며, 생물안전작업대 내 작업공간에 HEPA 필터를 통과하지 않은 공기가 유입될 수 있기 때문에 위험성이 적은 미생물 취급에 사용된다. 공기로 매개되는 병원체 취급에는 적절치 않다. 제1위험군 병원체 취급에 적합하다.
- 클래스 II : 유입공기와 배기가 모두 HEPA필터로 처리되며 유입공기 속도는 형태에 따라 0.38~0.5 m/s를 유지해야 하며, HEPA필터 처리된 유입공기는 위에서 아래로 내려오며 층류를 이룬다. 제2위험군 및 제3위험군 병원체 취급에 적합하다.
- 클래스 III : 완전 밀폐형으로 유입공기와 배기가 모두 HEPA 필터로 처리되고, 최소 120 Pa의 음압상태가 유지되어야 한다. 작업대 내부 작업 시 발생하는 감염 에어로졸에 대하여 주변 환경과 안전을 확보해준다. 제4위험군 병원체 취급에 적합하다.

(마) “밀폐”라 함은 취급하는 병원체가 실험자 또는 실험실 출입자 등 외부사람과 실험실 외부환경에 미칠 수 있는 위해성을 제거하거나 줄이는 것을 말한다.

(바) “제1위험군 병원체”라 함은 건강한 사람에게서 질병을 유발하지 않는 병원체를 말한다.

(사) “제2위험군 병원체”라 함은 건강한 사람에게서 치명적인 질병을 유발하지 않고, 발생률이 매우 낮으면서 예방과 치료가 가능한 질병을 유발할 수 있는 병원체를 말한다.

(아) “제3위험군 병원체”라 함은 건강한 사람에서도 치명적이지만 예방 및 치료가 가능한 질병을 유발할 수 있는 병원체를 말한다.

(자) “제4위험군 병원체”라 함은 건강한 사람에서 예방 및 치료가 어려우며 치명적인 질병을 유발하는 병원체를 말한다.

(차) “생물안전관리책임자”라 함은 기관 내 생물안전관리에 관련된 사항의 운영을 위해 시험·연구기관장을 보좌하여 기관생물안전위원회 운영, 생물안

전 준수사항, 교육·훈련, 실험실 안전사고 조사 및 보고 등 생물안전실험실 전반에 대하여 안전보건업무를 담당하는 사람을 말한다.

(카) “실험실 책임자”라 함은 각 실험실에서 실험활동 및 실험실 종사자를 직접 지도·관리·감독하는 자를 말한다.

(타) “실험실 종사자”라 함은 결핵, 수두, 홍역 등 공기 또는 비말핵 등을 매개로 호흡기를 통하여 질병을 유발하는 병원체를 취급하는 모든 사람을 말한다.

(파) “구급상자”라 함은 사고에 대처할 수 있도록 필요한 물품이 포함되어 있는 상자로 소독제, 붕대, 멸균 거즈, 안대, 안전핀 등을 포함하고 있어야 한다.

(2) 그 밖의 용어의 정의는 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법 시행령, 동법 시행규칙, 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 생물안전관리 체계

(1) 생물안전실험실을 운영하는 기관은 생물안전관리책임자를 포함하는 5인 이상의 위원으로 구성된 생물안전위원회를 구성 운영하고 다음의 사항을 논의하여야 한다.

- 생물안전 교육, 훈련 및 건강관리에 관한 사항
- 생물안전관리규정의 제·개정에 관한 사항
- 기타 기관 내 생물안전 확보에 관한 사항

(2) 생물안전위원회는 생물안전 관리계획, 안전작업매뉴얼, 사고 발생 시 응급조치 사항, 백신접종, 감염관리, 감염 후 의학적 조치 등 근로자 건강관리는 물론 교육, 개인보호구 착용 등이 포함되어 있는 자체 생물안전규정을 작성, 운영하여야 한다.

(3) 실험실 책임자는 실험실에서 취급하는 미생물의 종류와 검체에 따른 실험실의 생물안전등급을 명확히 인식하여야 하고 생물안전관리 계획과 안전 및

작업 매뉴얼의 개발과 적용에 책임을 다하여야 한다.

- (4) 실험실 책임자는 모든 실험실 종사자에게 생물안전에 필요한 사항을 정기적으로 교육하고 관리하여야 한다.
- (5) 실험실 종사자는 실험을 실시하기에 앞서 필요한 안전작업요령 및 사고 발생 시 응급조치 등에 관한 사항을 사전에 충분히 숙지하여야 한다.
- (6) 실험실 종사자에 대한 적절한 의학적 평가, 조사와 관리 및 기록이 유지되어야 한다.
- (7) 실험실 책임자는 생물안전 조사표 <별표 1>를 활용하여 주기적으로 실험실 점검을 실시하여야 한다.

5. 생물안전실험실의 운영

5.1 출입

- (1) 병원성 미생물 및 감염성물질 등을 취급하거나 보관하는 장소에는 생물위해 표시 <그림 1>을 부착하여야 한다.
- (2) 실험실 출입문에는 취급 병원체, 안전관리등급, 시설관리자의 이름과 연락처 등이 기재되어 있는 생물안전표지판 <그림 2>를 부착하여야 한다.
- (3) 실험실 책임자의 허가를 받은 사람만이 실험실에 출입하도록 하여야 한다.
- (4) 실험실 출입문은 항상 닫아두어야 한다.
- (5) 작업에 요구되는 동물을 제외하고 동물의 반입을 허가하여서는 안된다.

5.2 개인 보호

- (1) 실험실 출입자는 실험복, 가운 같은 실험실 전용복장을 착용하여야 한다.

- (2) 감염성 검체 또는 감염된 동물을 취급할 시에는 보호용 장갑을 착용하여야 하고 실험 수행 방법 및 위험도 등급에 따라 적합한 개인보호구를 선택하여 착용한다.
- (3) 공기매개 병원체가 될 수 있는 작업 또는 인공 자외선이 조사될 수 있는 작업을 할 때는 얼굴 또는 눈을 보호하기 위하여 보안경 및 안면보호대를 착용한다.
- (4) 일반구역 출입시에는 실험복, 장갑 등 실험 중에 착용한 개인보호구를 반드시 탈의한다.
- (5) 실험실 내에서는 앞이 트인 신발을 착용하여서는 안된다.
- (6) 실험실에서는 음식섭취, 식품보존, 흡연, 화장행위를 하지 않는다.
- (7) 콘택트렌즈를 착용한 경우, 실험실 내에서의 렌즈 세척, 보관 및 재착용 등은 금지하고 또한 콘택트렌즈를 착용하고 병원성 미생물, 감염성물질 등을 취급한 경우 고글, 보안면 등을 사용한다.
- (8) 실험구역에서는 사람이 섭취할 수 있는 음식물을 보관하지 않는다.
- (9) 실험복은 평상복과 구분하여 별도의 장소에 보관 및 관리한다.

5.3 안전절차

- (1) 반드시 기계식 피펫을 사용하도록 하고 입으로 하는 피펫팅을 금한다.
- (2) 입 가까이에는 실험실 물건을 두지 않고 실험용 라벨 등을 입으로 무는 행동을 하지 않는다.
- (3) 모든 실험조작은 가능한 에어로졸 발생을 최대한 줄일 수 있는 방법으로 실시하여야 한다.
- (4) 피하 주사용 주사침이나 실린지를 실험동물에게 비 경구 주입이나 체액을

채취하는 용도 이외에는 피펫 대응으로 사용하지 않는다.

- (5) 감염 가능성이 있는 물체를 쏟거나 흘리는 사고가 발생하면 실험실 책임자에게 알리고 사고에 대한 기록을 남긴다.
- (6) 감염물질 유출 및 방제에 관한 문서화된 청소 작업절차를 작성하고 감염성 액상물질 누출 처리 대응함을 비치하여야 한다.
- (7) 오염된 액체는 폐기되기 전까지 생물학적 활성을 제거하여야 하며 오염물 처리 절차를 갖추어야 한다.
- (8) 명문화된 문서는 실험실 내에서 오염으로부터 보호되어야 하며, 제거 시에는 실험실 내에서 폐기되어야 한다.

5.4 실험실 작업 구역

- (1) 실험실 내부는 항상 정리정돈이 되어 있고 청결하여야 하며 실험실에 불필요한 물품은 두지 않는다.
- (2) 작업대 표면은 잠재적으로 위험성이 있는 물질을 흘릴 수 있는 작업을 실시한 후에는 항상 오염을 제거하는 청소를 실시하여야 한다.
- (3) 모든 오염된 물체, 시료, 배양된 배지 등은 폐기 전에 생물학적 활성을 제거하여야 한다.
- (4) 실험실에 곤충, 설치류에 대한 방제작업을 정기적으로 실시하여야 한다.
- (5) 실험실 창문을 열어놓는 경우에는 방충망을 사용하여야 한다.

5.5 실험실 장비

안전한 장비의 사용은 생물안전작업을 수행할 때 위험을 감소시켜줄 수 있다. 실험실 책임자는 생물안전위원회를 통해 생물안전이 인증된 적절한 제품만을 실험실 내에서 사용하여야 하며 다음의 몇 가지 원칙을 준수하여야 한다.

- (1) 실험실 종사자가 오염물질의 접촉을 최소화 할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.
- (2) 액체의 침입 또는 부식에 저항력이 크고 구조적으로 안정된 장비를 사용하여야 한다.
- (3) 소음이 적게 발생하고, 날카로운 접촉면 등이 없이 조립된 장비를 사용하여야 한다.
- (4) 간단하게 조작될 수 있도록 설계, 제작, 설치되고 유지보수가 용이하여야 하며 청소 및 오염물질 제거, 검교정 등이 쉽도록 되어 있고, 유리 등과 같은 깨어지기 쉬운 물질은 피하여야 한다.

5.6 생물안전 실험실 필수 장비

- (1) 전동피펫
 - 입으로 하는 피펫팅을 방지하기 위하여 사용한다.
- (2) 생물안전작업대
 - 감염성 물질을 취급할 시, 원심분리 용기에 시료를 넣거나 제거할 때 사용한다.
 - 공기 매개 감염성 인자가 있거나 있을 것으로 의심되는 경우 사용한다.
 - 에어로졸의 발생 가능성이 있는 작업을 할 때, 원심분리, 분쇄, 혼합작업, 혼드는 작업, 초음파 작업, 대기와 압력차이가 있는 용기의 뚜껑을 제거하는 작업, 동물의 내부로 주입을 하는 작업, 동물 또는 난자로부터 감염성 조직을 떼어내는 작업을 할 때 사용한다.
- (3) 스크루 마개가 있는 튜브와 병
 - 에어로졸 형성을 최소화하기 위하여 사용한다.
- (4) 고압증기멸균기 또는 감염성 물질의 오염을 제거할 수 있는 기기
- (5) 플라스틱 일회용 멸균 피펫

- (6) 고압증기멸균기 또는 생물안전작업대 같은 장비는 반드시 사용 전에 적절한 방법으로 검정을 받아야 하며, 이러한 검정은 적절한 주기로 반복되어야 한다.

6. 생물안전실험실의 설계

- (1) 안전한 실험업무와 청소 유지보수 작업을 위해 충분한 공간이 제공되어야 한다.
- (2) 벽, 천장, 바닥은 청소하기 쉽고 방수성, 내화학성이어야 하며 실험실에서 취급하는 미생물에 대해 내감염성인 재질이어야 한다. 바닥은 반드시 미끄럼 방지처리가 되어야 한다.
- (3) 생물안전작업대는 방수성, 내열성, 내화학성이어야 한다.
- 이때, 제1위험군 병원체를 취급하는 경우에는 클래스 I 생물안전작업대를, 제2위험군 혹은 제3위험군 병원체를 취급할 시에는 클래스 II 생물안전작업대를, 제4위험군 병원체를 취급할 시에는 클래스 III 등급 생물안전작업대를 사용하여야 한다.
- (4) 조도는 작업에 적당하여야 하고 원치 않는 반사나 환한 빛은 피해야 한다.
- (5) 실험실 가구는 적정 하중을 견딜수 있어야 하며, 생물안전작업대 등 장비 사이 및 아래는 청소가 용이하도록 충분한 공간이 확보되어야 한다.
- (6) 저장 공간은 실험비품을 보관하기에 충분하여야한다. 또한, 실험실 밖에 실험비품 등을 장기간 보관할 수 있는 보조적인 저장 공간이 제공되어야 한다.
- (7) 용제류, 방사선 물질 및 액화 가스 등에 대한 안전한 취급 및 저장을 위한 공간과 시설이 제공되어야 한다.
- (8) 실험실 작업공간 바깥에 실험종사자들이 개인물품이나 개인복을 보관하는 공간을 제공하여야 한다.

- (9) 실험실 작업공간 바깥에 실험종사자들이 음식을 먹거나 쉴 수 있는 휴게시설을 갖추어야 한다.
- (10) 출입문 인근에 손을 씻을 수 있는 설비(가능한 흐르는 물로 세척할 수 있는 시설), 실험실 에 응급사고용 눈 세척기 (Eye washer)을 제공하고, 필요 시 샤워시설을 설치할 수 있다.
- (11) 출입문은 밖에서 볼 수 있는 구조로 투명창이 있고 적절한 방화설비를 갖추어야 하고 자동으로 닫히는(Self-closing) 구조이어야 한다.
- (12) 실험실 가까이에 고압증기멸균기 등과 같은 멸균기를 갖추고 오염물질을 제거하는 작업을 실시할 수 있도록 한다.
- (13) 안전관리로 방화시설, 전기안전시설, 눈 세척기 등 긴급상황에 대처하는 시설 등을 갖추어야 한다.
- (14) 구급상자는 적절하게 상비되어야 하며 접근성이 용이하여야 한다.
- (15) 제2위험군 이하 병원체를 취급하는 경우에는 공기 재순환이 없이 내부에 기류를 제공하는 기계적 환기를 실시할 수 있으며, 기계적 환기가 없을 시는 곤충류의 출입을 막을 수 있는 방충망이 설치된 창문이 열리는 구조이어야 한다. 단, 제3위험군 및 제4위험군 병원체를 취급하는 경우에는 독립적인 환기시스템을 갖추고 공기를 재순환하거나 배출할 때, HEPA필터를 사용하여 공기를 정화하여야 한다.
- (16) 먹는물 기준에 적합한 음용수가 제공되어야 한다. 실험용수와 음용수는 별도 운영되어야 하며 공동으로 사용하는 수도라면 역류방지 장치를 설치하여야 한다.
- (17) 신뢰할 수 있고 적절한 전기가 공급되어야 하며 비상시에 안전통로를 확보할 수 있는 조명이 설치되어야 한다. 미생물 배양기 및 생물안전작업대, 냉동고, 동물 보관시설 등에 비상시 전력을 공급할 수 있는 예비 동력장치를 설치할 수 있다.

- (18) 실험실과 동물 보관시설은 간혹 공공 기물 파손하는 자들의 표적이 될 수 있으므로 물리적 측면 및 소방에 관한 안전장치가 고려되어야 하며 견고한 출입문 및 스크린이 설치된 창문이 필요하고 열쇠사용에 대해 제한하는 것이 필수적이다.

7. 근로자 건강보호

실험실 책임자는 실험실 종사자의 건강을 위한 적절한 감시체계를 운영하여야 한다. 이러한 조사는 직업적으로 이환되는 질병에 대한 모니터링을 하는 데 목적이 있다.

- (1) 실험실 종사자 채용 시에는 배치전 건강진단을 실시하여야 한다. 건강기록은 보관되어야 하며 직업병 평가에 활용할 수 있도록 한다.
- (2) 질병과 병가에 대한 기록을 실험실 관리 매뉴얼에 따라 유지하여야 한다.
- (3) 가임기 여성 근로자는 특정 병원체(예: 풍진바이러스)에 대한 직업적 노출이 태아에게 위험을 줄 수 있다는 사실을 인지해야 한다.
- (4) 실험실에서 발생할 수 있는 감염에 대한 조기 검사를 실시하여야 한다.
- (5) 감수성이 예민한 사람 (임산부, 면역력이 약한 사람)에 대한 작업 제외 조항을 작성한다.
- (6) 질병이 의심되는 경우에는 실험실 종사자를 격리하여 질병 유발 물질을 조사하고, 이에 대한 직장동료들의 전염여부를 함께 조사하여야 한다.

8. 근로자 교육

- (1) 실험실 책임자는 생물안전에 필요한 사항을 매년 정기적으로 교육하여야 하며 취급하는 병원체가 변경되거나, 새로운 장비가 도입되는 등 사항이 변경될 때는 수시교육을 실시하여야 한다.
- (2) 실험종사자는 실험에 관계되는 노출, 예방 등 잠재적 위험에 대하여 정기

및 수시 교육을 받고, 실험시 이를 숙지하고 준수하여야 한다.

(3) 신규로 생물안전실험실에 종사하게 되는 작업자는 실험실 출입 전에 교육을 이수하여야 한다.

(4) 모든 교육 실시 결과는 기록으로 남기고 교육생의 서명을 남긴다.

9. 감염성 폐기물 취급

9.1 실험 폐기물의 처리

(1) 실험실에서 버려지는 배양용기, 시험관, 슬라이드, 커버글라스 등은 1회용 이외에는 자체 소독, 멸균 등을 거쳐 재사용은 가능하나, 최종적으로 폐기할 시에는 감염성 폐기물로 처리되어야 한다.

(2) 감염성 폐기물의 실험실 내 보관은 가능한 짧게 한다.

(3) 감염성 폐기물의 보관은 일반 폐기물과 구분하여 보관하고 감염성 폐기물 표기 및 취급사항 등을 기재하여야 한다.

(4) 멸균 및 소각처리 시설이 확보되지 않은 실험실에서는 의료법 및 폐기물 관리법에 의하여 시·도지사로부터 지정을 받은 폐기물 처리업자에게 의뢰하여야 한다.

9.2 오염물질 멸균

(1) 오염물질의 멸균하는 방법에는 고압증기멸균, 가스멸균, 건열멸균방법 등을 사용할 수 있다.

(가) 고압증기멸균이란 멸균방법 중 가장 흔히 사용되는 방법으로 121 ℃에서 15분간 멸균을 실시한다. 물에 의한 습기로 열전도율 및 침투효과가 좋아 멸균에 효과적이다.

(나) 가스멸균은 산화에틸렌 증기에 노출되는 것으로 주로 일회용 플라스틱

실험도구를 멸균하는데 사용하며 밀폐된 공간에서 160 ℃의 온도로 4 시간동안 노출시킴으로서 멸균이 이루어진다.

(다) 건열멸균은 전기로 160 ℃ 또는 그 이상의 온도에서 1~2시간동안 처리한다. 주로 증기가 침투하지 못하는 물품, 칼, 바늘, 칼날과 같은 예리한 도구의 소독에 사용한다.

(2) 멸균작업은 멸균여부를 확인할 수 있는 멸균 테이프를 이용하고 멸균 전용 용기를 사용하여야 한다.

10. 생물안전 사고 및 응급조치

10.1 돌발사고 대처방법

10.1.1 실험자에 대한 조치

(1) 안면부와 오염물질이 접촉하였을 때

- ① 설치된 눈 세척기(eye washer)를 사용하여 즉시 세척한다.
- ② 필요한 경우 샤워실을 이용하여 몸 전체를 세척한다.
- ③ 발생한 사태에 대하여 실험실 책임자 또는 의료관리자에게 즉시 보고하여 필요한 조치를 받는다.
- ④ 취급하였던 병원체를 고려하여 의학적으로 적절한 조치를 취한다.

(2) 안면부를 제외한 신체와 오염물질이 접촉하였을 때

- ① 장갑 또는 실험복 등을 벗는다.
- ② 즉시 흐르는 물로 세척 또는 샤워한다.
- ③ 오염부위를 소독한다.

- ④ 발생한 사태에 대하여 실험실 책임자 및 의료관리자에게 즉시 보고하여 필요한 조치를 받는다.
- ⑤ 실험실 책임자 및 의료관리자는 취급하였던 병원체를 고려하여 의학적으로 적절한 조치를 취한다.

10.2 응급조치

(1) 실험실 내 일반적인 유출 사고의 경우

- ① 장갑 및 실험복을 착용한다.
- ② 종이 타월이나 살균제가 포함된 흡수 물질로 유출된 물질을 천천히 덮어 에어로졸 발생 및 유출부위가 확산되는 것을 방지한다.
- ③ 효과적으로 미생물을 비활성화시킬 수 있는 살균제로 에어로졸 발생을 최소화 하면서 유출물 주위를 에워싼다.
- ④ 핀셋 또는 쓰레받기와 비 등으로 깨진 유리 용기를 제거하고, 손상된 감염성폐기물은 전용용기에 버린다. 절대 손으로 오염된 물질을 만지지 않는다.
- ⑤ 유출된 모든 구역에 살균제를 공급하고, 살균을 위하여 적어도 10분 이상 방치한다.
- ⑥ 종이 타월과 흡수용 물질을 제거하여, 감염성폐기물 전용용기에 버린다.

(2) 감염성 병원체가 배양된 용기가 파손된 경우

- ① 즉시 생물학적 유출 키트를 이용하여 위치를 표시하고 종이 타월이나 살균제가 포함된 흡수 물질로 유출된 물질을 천천히 덮어 배양액체가 퍼지는 것을 방지하고 필요한 경우 추가로 소독액을 살포한다.
- ② 실험자는 재빨리 병원체가 유출된 방을 떠나서 파손된 병원체에 의한 감

염을 최소화하도록 한다. 인근 다른 실험실 종사자에게 사고사실을 알려 피하도록 한 후, 해당 연구실의 접근을 제한한다.

- ③ 생물안전관리책임자, 실험실책임자 등에게 보고한 후 지시를 따른다.
- ④ 가운 및 안면보호구(필요한 경우 호흡보호구)를 착용하고, 장갑을 끼고 편셋 또는 쓰레받기와 비 등으로 파손된 용기를 제거하고, 손상된 감염성 폐기물은 전용용기에 버린다. 절대 손으로 오염된 물질을 만지지 않는다.
- ⑤ 사고 구역은 미생물을 비 활성화시킬 수 있는 소독제를 처리하고 20분 이상 그대로 둔 후 닦는다.
- ⑥ 필요 시, 유출된 모든 구역에 살균제를 공급하고 건조될 때까지 기다린다. 혹은 10분 정도 방치 후 닦는다.
- ⑦ 실험자는 작업에 사용했던 모든 기구와 오염된 작업복 및 보호구등을 벗어 감염성폐기물 전용용기에 넣은 후 멸균 처리한다.. 그 후 노출된 신체 부위는 비누를 사용하여 세척하고, 필요시 소독 및 샤워 등으로 오염을 제거한다.

(3) 생물안전작업대 내 유출사고의 경우

- ① 생물안전작업대 팬을 가동한 후 자리를 떠난다.
- ② 장갑, 실험복, 호흡보호구 등 개인보호구를 착용하고, 70% 에탄올과 같은 살균제를 사용하여 작업대 벽면, 작업표면 및 이용한 장비들에 뿌리고 적정 시간 동안 방치 해 두어야 한다.
- ③ 종이 타월을 사용하여 살균제와 유출물질을 흡수하거나 빨아들이고 모든 실험대 표면을 닦아낸다.
- ④ 생물안전작업대에 있는 모든 물체들은 표면의 오염물질을 제거한 후, UV 램프를 작동시킨 다음 꺼낸다.

- ⑤ 감염성 폐기물 전용용기에 유출 사고 처리 시 사용한 모든 물질을 버린다. 손소독기 및 비누와 물을 사용하여 유출구역에 노출된 신체부위를 세척하고, 필요한 경우 소독 및 샤워등으로 오염을 제거한다.
- ⑥ 만일 유출된 물질이 생물안전작업대 안에서 흘러나왔을 경우, 생물안전관리책임자, 실험실 책임자 등에게 보고하고 지시에 따른다.



<그림 1> 생물위해(Biohazard)

	<h1>BIOHAZRD</h1>
취급 병원체 명	<input type="text"/>
요구되는 밀폐수준	<input type="text"/>
실험자 성명 및 연락처	<input type="text"/>
실험책임자 성명 및 연락처	<input type="text"/>
실험실 국가 확인번호	<input type="text"/>
기타 실험에 요구되는 주의사항	<input type="text"/>

<그림 2> 생물안전표지판

<별표 1>

제1위험군 병원체 취급 실험실에 관한 생물안전 조사표

빌딩 / 룸 #: _____ 부서: _____
 실험실 책임자 : _____ TEL: _____
 조사자: _____ 조사 날짜 : _____

항 목	Yes	No	N/A	기 타
생물안전 관리 체계				
생물안전관리등급 1등급 실험실 국내 법규를 알고 있는가				
국내 법규에 의거하여, 생물안전관리등급 1등급 실험실을 신고를 하였는가				
기관의 장은 생물안전위원회를 구성하고 생물안전관리 책임자를 지정하였는가				
기관의 장은 해당실험실에 맞는 생물안전관리규정을 마련, 시행하고 있는가. 별도의 생물안전관리규정이 없는 경우 실험실 운영표준지침에 생물안전사항을 포함하고 있는가 (이는 생물안전관리규정이나 표준작업지침서에 반하지 않아야 한다)				
기관의 장은 실험실 종사자에게 생물안전에 필요한 사항을 정기적으로 교육하기 위한 프로그램을 운영하고 있는가				
실험실 종사자는 계획된 실험을 하기 전 필요한 안전작업 요령 및 사고 발생 시 응급조치에 관한 사항을 사전 충분히 숙지하고 있는가				
곤충과 설치류에 관한 방제프로그램이 있는가				
실험실 출입관리				
감염물질 취급 실험 중엔 실험실 책임자에 의해 승인받은 자만 출입하도록 하는가				
병원성 미생물을 보존하는 장소(실험실, 냉장고, 냉동고) 등에 “생물재해(biohazard)” 표시가 붙어있는가				
실험실 출입문은 평상시 닫혀있는가				
개인 보호 장비				
실험실에선 실험복이나 가운을 착용하도록 하는가				
피부상처나 발진이 있는 경우, 병원체의 취급, 오염된 표면이나 장비의 취급시 장갑을 착용하는가.				
감염물질이 될수 있는 실험을 할 때 보안경, 투명보안면 등의 안면보호구를 착용하는가				
실험실 운영관리				
흡입에 의한 피펫을 금지하고 피펫에이드를 사용하는가				
모든 재사용 실험기구는 고압증기멸균 후 재사용하도록 하는가				
실험 중 감염우려가 있는 액체가 튀거나 에어로졸화 되는 것을 최소화하기 위한 노력을 하는가				
실험실 내에서 음식섭취, 흡연, 화장, 식품 보관 등의 행위를 금지하는가				
실험종료 후 실험실을 나오기 전에 손을 씻는가				
실험실을 나갈때는 실험복을 나가기 전에 벗어 이로 인한 이차감염의 가능성을 낮추는가				
실험복은 개인의 집이 아닌 기관이나 세탁물 처리업자에 의해 세탁되는가				

항 목	Yes	No	N/A	기 타
생물안전 관리 체계				
실험실 운영관리				
당일 종료 후 또는 감염성 물질이 튀거나 옆질렀을 경우 실험장비와 작업대 표면을 소독하는가				
감염물질 유출이나 안전 사고 발생시 실험실 책임자에게 서면으로 보고하는가				
실험실 설계 및 구조				
실험실은 공공장소나 사무실과 구분되어 있는가				
실험실에 손을 씻을 수 있는 개수대가 있는가				
벽, 천장, 바닥 등은 청소가 용이하도록 불침투성 재질로 시공되고 소독제 등의 화학물질에 내성이 있는 재질로 만들어졌는가, 카펫 사용 금지				
실험대 상단은 물이나 중등도의 열, 소독제 등의 화학물질이 침투할 수 없는 내성의 재질로 만들어졌는가				
실험실 가구는 적정 하중에 견딜 수 있는가				
청소가 용이하도록 적절한 공간이 배치되었는가				
실험실 내에 눈 세척기가 설치되어 있는가				
별도의 강제환기시설이 없는 경우 창문을 열 수 있는 구조인가.				
창문에 방충망이 설치되어 있는가				
실험실 장비 및 설비				
고압증기멸균소독기를 설치, 사용하고 있는가				
일반적으로 생물안전작업대가 필요치 않지만, 만약 설치된 경우 생물안전작업대에 대한 시설성능 점검이 매년 이루어지고 있는가				
건강검진 및 관리				
배치전 건강진단이 이루어지고 개인별 의무기록이 관리되고 있는가				
가임기 여성이 태아에 영향을 미칠 수 있는 특정 병원체를 취급시 그 위험도에 관하여 사전 충분히 인지할 수 있도록 하는가.				
교육 훈련				
작업자 생물안전교육을 정기적으로 실시하고 그 기록을 유지보관하고 있는가 (실험과 관련된 잠재유해인자, 예방 조치사항, 사고 시 응급조치 사항 등)				
폐기물 격리와 처리				
병원성 미생물 실험에 관련된 오염의 가능성이 있는 모든 폐기물 (배양액, 미생물 균주, 배양 용기 등은 고압증기멸균 또는 화학약품처리를 통해 생물학적 활성을 제거한 후 폐기처리하는가				
감염성 폐기물은 처리 전에 별도의 안전한 장소 또는 용기에 보관하는가				

제2위험군 병원체 취급 실험실에 관한 생물안전 조사표

빌딩 / 룸 #: _____ 부서: _____
 실험실 책임자 : _____ TEL: _____
 조사자: _____ 조사 날짜 : _____

항 목	Yes	No	N/A	기타
생물안전 관리 체계				
생물안전관리등급 2등급 실험실 국내 법규를 알고 있는가				
국내 법규에 의거하여, 생물안전관리등급 2등급 실험실을 신고를 하였는가				
기관의 장은 생물안전관리규정을 마련, 시행하고 있는가				
기관의 장은 생물안전위원회를 구성하고 생물안전관리 책임자를 지정하였는가				
기관의 장은 해당실험실에 맞는 생물안전관리규정을 마련, 시행하고 있는가				
기관의 장은 실험실 종사자에게 생물안전에 필요한 사항을 정기적으로 교육하기 위한 프로그램을 운영하고 있는가				
실험실 종사자는 계획된 실험을 하기 전 필요한 안전작업 요령 및 사고 발생시 응급조치에 관한 사항을 사전 충분히 숙지하고 있는가				
곤충과 설치류에 관한 방제프로그램이 있는가				
실험실 출입관리				
감염물질 취급 실험 중엔 실험실 책임자에 의해 승인받은 자만 출입하도록 하는가				
생물안전표지가 실험실 입구에 부착되었는가: 취급인자, 생물안전 등급, 필요 안전보호구, 관계자 정보 등이 포함되어야 한다				
실험실 출입문은 평상시 닫혀있는가				
실험 동물 외에 일반 동물의 실험실 반입을 금지하는가				
개인 보호 장비				
실험실에선 반드시 실험복이나 가운을 착용하는가				
감염물질의 취급, 오염된 표면이나 장비의 취급시 장갑을 착용하는가.				
감염물질이 될 수 있는 실험을 할 때 보안경, 마스크, 투명보안면 등의 안면보호구를 착용하는가				
앞뒤가 막힌 실내화를 착용하는가				
실험실 운영관리				
흡입에 의한 피펫을 금지하고 피펫에이드를 사용하는가				
모든 재사용 실험기구들은 고압증기멸균 후 재사용하도록 하는가				
실험 중 감염우려가 있는 액체가 튀거나 에어로졸화 되는 것을 최소화하기 위한 노력을 하는가. (만약 에어로졸화 가능성이 있으면 생물안전작업대에서 작업해야 한다)				
검체시료 용기는 새지 않아야 하며 운반 중에 뚜껑이 닫혀있는가				
병원성 미생물을 보존하는 장소(냉장고, 냉동고) 등에 “생물재해(biohazard)표시가 붙어있는가				

항 목	Yes	No	N/A	기타
생물안전 관리 체계				
실험실 내에서 음식섭취, 흡연, 화장, 식품 보관 등의 행위를 금지하는가				
실험종료 후 실험실을 나오기 전에 손을 씻는가				
실험복은 개인의 집이 아닌 기관이나 세탁물 처리업자에 의해 세탁되는가				
실험실을 나갈 때는 실험복을 나가기 전에 벗어 이로 인한 이차감염의 가능성을 낮추는가				
매 실험 후, 당일 실험 종료 후 또는 감염성 물질이 튀거나 옆질러졌을 경우 실험장비와 작업대 표면을 소독하는가				
감염물질 유출이나 안전 사고 발생 시 실험실 책임자에게 서면으로 보고하는가. 이 사실이 보건 의료진에게도 보고되어 추적 관리를 위한 의료검진이 실시되는가.				
감염물질 유출 방제 작업에 관한 작업지도서가 있는가				
유출 방제키트가 있는가				
병원체를 포장하여 운반할 때는 관련 국제법과 국내법을 준수하고 있는가				
실험실 설계 및 구조				
실험실은 공공장소와 구분되어 있는가				
출입문은 투명창이 있고 자동 폐쇄식 (self-closing) 도어인가				
취급구역이 따로 정해진 물질을 다루는 장비나 실험실 출입문에 적절한 잠금장치가 되어있는가				
실험실에 손을 씻을 수 있는 개수대가 있는가				
벽, 천장, 바닥 등은 청소가 용이하도록 불침투성 재료로 시공되고 소독제 등의 화학물질에 내성이 있는 재료로 만들어졌는가, 카펫 사용 금지				
실험대 상단은 물이나 중등도의 열, 소독제 등의 화학물질이 침투할 수 없는 내성의 재료로 만들어졌는가				
실험실 가구는 적정 하중에 견딜 수 있는가				
청소가 용이하도록 적절한 공간이 배치되었는가				
생물안전작업대(클래스 II)가 설치되어 있는가				
생물안전작업대는 기류의 방해막기 위해 출입문이나 사람들의 이동이 많은 지역으로부터 떨어져 설치되어 있는가				
실험실 내에 눈 세척기가 설치되어 있는가				
개인사물함은 실험실 바깥에 위치하고 있는가				
휴게실이나 탕비실은 실험실 바깥에 위치하고 있는가				
별도의 강제환기시설이 없는 경우 창문을 열 수 있는 구조인가				
창문에 방충망이 설치되어 있는가				
조도는 반사나 눈부심이 없고 적절한 수준을 유지하고 있는가				
정전 시 비상발전 시스템이 가동되는가				
급배수 배관엔 역류방지를 위한 U-트랩, P-트랩, 체크 밸브 등의 장치가 설치되어 있는가				
응급상황시 적절한 시간 내에 이용 가능한 응급처치시설이 주변에 있는가				

항 목	Yes	No	N/A	기타
실험실 장비 및 설비				
흡입에 의한 피펫을 금지하고 피펫에이드를 사용하는가				
다음의 경우 생물안전작업대, 기타 밀폐장비나 개인안전보호구 등이 사용되는가 - 병원체가 포함된 에어로졸이 발생하거나 될 수 있는 경우 (예를 들면 원심분리, 그라인딩, 블렌딩, 믹싱, 초음파 파쇄, 내부압이 다른 감염물질을 담은 용기를 열 때, 동물의 비강내에 예방접종할 때, 동물이나 수정란에서 감염된 조직을 채취할 때 등) - 고농도나 많은 양의 감염물질이 사용될 경우				
스크루가 있는 시험관 및 유리병을 사용하는가				
고압증기멸균기를 설치, 사용하고 있는가				
고압증기멸균기에 대한 정기적인 시설성능 점검이 이루어지고 있는가				
생물안전작업대에 대한 시설성능 점검이 전문가에 의해 주기적으로 이루어지고 있는가				
건강검진 및 관리				
배치전 건강진단이 이루어지고 개인별 의무기록이 관리되고 있는가				
실험실 종사자는 취급 병원체에 대한 생체 반응 테스트나 적절한 예방접종을 받았는가				
실험실 종사자의 기본 혈청을 채취 보관하고 있는가				
가임기 여성이 태아에 영향을 미칠 수 있는 특정 병원체를 취급 시 그 위험도에 관하여 사전 충분히 인지할 수 있도록 하는가				
실험으로 인한 알레르기 증상 또는 감염사례가 있는가				
교육 훈련				
작업자 생물안전교육을 정기적으로 실시하고 그 기록을 유지보관하고 있는가 (실험과 관련된 잠재유해인자, 예방 조치사항, 사고 시 응급조치 사항 등)				
폐기물 격리와 처리				
통상적인 감염성 폐기물 외에 배양용기, 시험관, 슬라이드, 칼날 등도 감염성 폐기물로 처리되는가				
일회용 주사기는 손상성 폐기물 전용 용기에 담아 폐기처리하는가				
감염성 폐기물은 처리 전에 별도의 안전한 장소 또는 용기에 보관하는가				
고위험 병원체를 함유한 고형이나 액상 폐기물 처리 시 고압증기멸균 또는 화학약품처리를 통해 생물학적 활성을 제거한 후 폐기처리하는가				

지침 개정 이력

□ 개정일 : 2021. 10.

- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 최현성
- 개정사유 : 산업안전보건법령 및 관련 고시 폐지 등 개정
- 주요 개정내용
 - 본 지침 관련 타 법령 및 지침 등 개정내용 반영
 - 한국산업표준 및 국제표준 등 관련 용어 부합화