

실험실 생물안전관리

이 점 규 | 질병관리본부 국립보건연구원
생물안전평가과 보건연구관
E-mail : jeomkyu@nih.go.kr

1. 서론

2002년 11월 중국, 홍콩, 싱가포르 등 아시아 지역에서 발생하여 전 세계로 확산되어 2003년 7월까지 29개 지역에서 8,098명이 감염되고 774명이 사망하였던 중증급성호흡기증후군(severe acute respiratory syndrome, SARS)유행을 시작으로 조류인플루엔자, 탄저, 황열 발생이 있었으며, 세계적으로 18,178명, 국내에서 263명(2010년 6월)의 사망자가 발생한 신종인플루엔자 대유행(pandemic) 등 21세기에 들어 신·변종 감염병의 세계적인 유행이 지속되고 있다. 이에 따라 세계보건기구 및 각 국가에서는 다양한 감염병 발생에 대응하고 예방하기 위하여 효과적인 백신과 치료제를 개발하거나 신속한 실험실 확인 진단과 질병 원인규명을 위한 관련 연구 등을 활발히 수행하고 있으며, 이러한 연구 및 실험 활동이 활발해짐에 따라 인체 위해 가능성이 높은 병원성 미생물을 취급하는 실험종사자가 증가하고 그 빈도와 기회도 함께 증가하고 있어 실험실 내에서 감염의 위해 발생 가능성이 우려되고 있다.

병원성 미생물을 취급하는 실험실에서의 비의도적 유출, 연구시설의 설치기준 미비, 안전장비 사용 및 관리 소홀 등으로 인한 감염사고는 실험자중사

자 개인의 감염뿐만 아니라 동료 실험종사자의 감염, 나아가 지역사회의 감염병 발생 및 확산이라는 사회적 위해를 초래할 수 있기 때문에 실험종사자의 안전을 도모하고 실험실에서 병원성 미생물을 이용함으로써 발생할 수 있는 위해를 사전에 방지하거나 최소화할 수 있도록 생물안전을 확보하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다.

2. 생물안전이란?

더스틴 호프먼이 주연으로 출연한 영화 ‘아웃브레이크(Outbreak)’는 아프리카 한 지역에서 발생한 치명적인 감염성 출혈열로 인한 사망자가 지속적으로 발생하고 감염병이 확산되는 일종의 재난영화로 세계적인 확산을 우려하여 마을을 폭파하고자 하는 미군과 출혈열의 치료제를 개발하여 인명 피해를 최소화하고자 노력하는 한 대령의 활약을 다룬 영화이다. 에볼라바이러스보다 치사율이 높은 출혈열바이러스의 감염이 확산되는 가운데 미국 질병통제센터(CDC)에서 파견된 과학자들과 대령은 출혈열의 원인 바이러스를 규명하고 치료

제를 개발하기 위한 실험을 생물안전 4등급연구시설(biosafety level 4, BL4)에서 실시하게 된다. 그러나 출혈열바이러스를 취급하는 실험 과정에서 CDC의 한 과학자가 아주 사소하고 의도하지 않은 사고로 인하여 출혈열바이러스에 노출되어 결국 출혈열에 감염되고, 이 감염된 과학자의 혈액검체를 채취하는 과정에서 오염된 주사기 바늘에 동료 과학자가 찔려 역시 출혈열에 감염되는 장면이 있다. 이 영화에서처럼 인체 위해한 병원성 미생물을 취급하는 경우 비의도적 사고 및 유출 등으로 인하여 감염되거나 심하면 인명 손실이 발생할 수 있으므로 실험실 내에서 발생할 수 있는 잠재적 위해로부터 그 미생물을 취급하는 실험종사자 및 실험환경을 보호하고 나아가 외부의 실험환경까지 위해가 확산되는 것을 방지하기 위해서 적절한 활동 및 조치를 이행하는 것은 매우 중요하다.

인체 및 환경에 위해 가능성이 있는 물질을 취급



그림 1. 생물재해 (biohazard) 표시

※ 생물재해(biohazard) 표시
 의생명과학연구기관의 실험구역 내 실험실, 냉장고, 생물안전작업대, 의료폐기물 전용용기, 병원성 미생물 및 검체 수송용기 등에서 생물재해(biohazard) 표시를 쉽게 볼 수 있다. 이러한 생물재해 표시를 부착하는 것은 해당 실험실, 장비, 또는 용기에 병원성 미생물 또는 감염성 물질을 취급하거나 보존하고 있음을 다른 실험종사자 또는 실험실 출입자에게 알려주는 일종의 암호화된 표시이다. 생물재해 표시를 인지한 실험실 출입자는 잠재적인 위해 가능성을 인지하고 실험실 생물안전수칙을 준수하여야 한다.

하고 이용하는 의생명과학분야의 연구 및 실험 활동과 관련하여 사람과 환경에 대한 안전성을 확보하기 위한 일련의 활동 및 조치를 ‘생물안전(bio-safety)’이라 한다. 생물안전은 적절한 물리적 밀폐(physical containment)의 확보, 실험종사자 또는 연구기관의 위해성 평가(risk assessment) 능력과 안전관리를 위한 운영체계 구축(risk management operation)을 포함하는 개념이다.

2.1 실험실 - 획득감염

SARS가 유행하던 2004년 2월~4월 사이에 살아 있는 SARS-CoV바이러스를 이용한 실험을 수행한 바 있는 북경의 국립 바이러스연구소(National Institute of Virology)에서 3월 7일부터 22일까지 SARS-CoV바이러스를 취급하는 실험에 종사한 과거력이 있는 연구원이 SARS 유사한 임상증상이 있어 입원 치료를 받았다. 4월 19일에 이 연구원을 간병하던 연구원의 어머니가 SARS-CoV 감염으로 사망하였고 이 연구원을 담당하던 간호사 또한 SARS에 감염된 것이 확인되어 2차 감염이 발생한 것으로 추정되었다. 이 후 담당 간호사와 긴밀한 접촉이 있었던 간호사의 어머니, 아버지, 숙모가 SARS-CoV바이러스에 감염된 것으로 확인되었고 간호사와 동일한 방을 사용했던 의사와 그 가족이 SARS-CoV에 감염된 것으로 추정되어 3차 감염이 발생한 것으로 WHO는 보고하고 있다. 이 사례는 연구시설 내에서 발생하는 실험실-획득 감염(laboratory-associated infection)이 실험종사자의 감염뿐 만이 아니라 2, 3차 감염을 통하여 실험종사자와 접촉한 가족과 지역사회로 감염이 확산될 수 있음을 나타내고 있다. 역학조사 결과, 연구원이 SARS-CoV바이러스에 감염될만한 단일 요소나 적절하지 않은 절차는 확인되지 않았으나 WHO는 실험실-획득 감염의 위해(risk)를

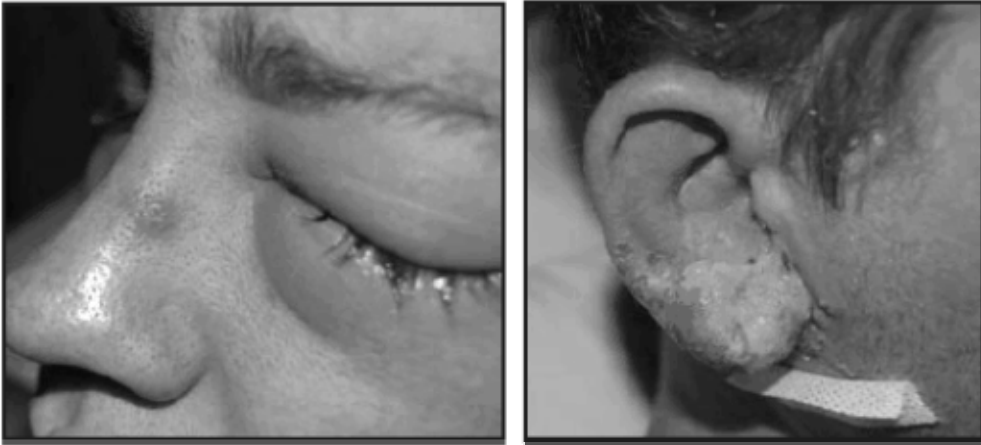


그림 2. Vaccinia 바이러스에 의한 실험실 - 획득 감염사례

출처 : Morbidity and Mortality Weekly Report, 2009

최소화하기 위하여 SARS-CoV 바이러스를 취급하는 실험은 반드시 생물안전 3등급 연구시설(BL-3)에서 실시할 것을 강력하게 권고하고, 향후 해당 바이러스 취급 및 보관을 위한 물리적 밀폐 확보, 출입통제관리, 안전한 실험절차, 실험종사자의 개인보호장비 착용, 실험실 종사자 전원에 대한 건강 모니터링 등을 이행할 것을 권장하였다.

임상미생물 또는 의생명과학연구 실험실에 근무하는 실험종사자들이 일반 인구집단에 비하여 실험실-획득 감염의 위험이 높은 것으로 보고되고 있다. 미국과 영국의 실험실에서 가장 빈번히 보고되는 실험실-획득감염은 브루셀라증(brucellosis), 큐열(Q fever), 간염(hepatitis), 장티푸스(typhoid fever), 야토병(tularemia)과 결핵(tuberculosis) 등으로 보고되었다. 2003년 미국에서 25세와 64세 해당 나이별 미생물학자 집단과 일반인 집단의 주요 감염병 발생 위험을 분석한 결과, *Brucella* spp.에 의한 실험실-획득 감염이 발생할 미생물학자 집단의 위험은 641명/10만명 인 반면 동일 연령의 일반인 집단의 경우 위험은 0.08명/10만명 인 것으로 나타났고, *N.*

*meningitidis*의 경우에도 미생물학자 집단이 일반인 집단에 비해 병원성 미생물에 감염될 위험이 상대적으로 높은 것으로 보고되었다.

실험실-획득 감염은 SARS감염처럼 인체에 위해 가능성이 있는 다양한 병원성 미생물 및 임상검체 등의 감염성물질을 취급하는 의생명과학분야 실험실에서 주로 비의도적인 사고 및 유출로 발생하는데 실험실 내에서 병원성 미생물에 노출되어 실험실-획득 감염이 발생하는 주요 경로로는 1) 감염성 비말 에어로졸의 흡입(inhalation); 감염성이 있는 병원성 미생물 및 검체의 원심분리, 혼합, 분쇄, 부유 혼합, spill사고 등에 의해 발생한 비말 에어로졸, 2) 직접 접종(inoculation); 병원성 미생물에 오염된 needle, 날카로운 실험기구 등에 찔리는 사고, 실험 동물 및 곤충에 물리거나 핏기 3) 섭취(ingestion); 입안으로 감염성 물질튀기, 오염된 손이나 물품을 통한 섭취, 4) 피부 및 점막 접촉; 감염성물질이 눈, 코, 피부 등에 직접적으로 접촉되거나 오염된 장비를 통한 피부나 점막의 오염으로 구분된다. 또한 아직 확인 동정되지 않은 미지의 병원성 미생물을 배

양하거나 취급하는 경우 부적절한 실험절차로 수행하거나 안전수칙을 이행하지 않는 경우에도 발생하며, 부적합한 연구시설의 설치 및 운영, 안전장비의 검증 및 관리 소홀, 개인보호장비 미착용의 원인에 의해서도 감염될 수 있다.

따라서 실험실-획득 감염 발생을 최소화하고 감염 위험요소를 제거하기 위해서 연구책임자 및 실험종사자는 취급하고자 하는 병원성 미생물 및 실험내용 등 실험실 위험요소 특성을 토대로 사전 위해성 평가를 실시하고 실험절차에 대한 안전 표준작업절차서(standard operating procedure)를 마련하는 등 실험실 생물안전성을 확보하여야 한다. 이를 위해 연구기관은 기관 내 수행 연구과제에 대한 위해성 심사, 생물안전연구시설, 안전장비 및 개인보호장비의 확보, 생물안전교육프로그램 운영, 생물안전규정 제정 등 안전관리체계를 구성·운영하여야 한다.

2.2 미생물 위험군

대부분의 미생물은 인류에게 많은 유익을 준다.

즉 미생물이 가지고 있는 대사 물질이나 효소 생산 특성은 생물공학분야에서 널리 이용되어왔으며 또한 오염지역의 정화(bioremediation) 또는 식품생산 과정의 발효 등에도 이용되어왔다.

한편, 전체 미생물 중 적은 부분에 해당하는 병원성 미생물은 사람 또는 동물의 건강 또는 농산물을 위협하는 요소로서 질병을 일으키고 확산시켜 인명 피해이외에 심각한 경제적, 환경적 손실을 초래할 수 있으며, 변종 코로나 바이러스처럼 새로운 바이러스가 출현하여 사람과 동물의 심각한 위협이 되기도 한다.

따라서 병원성 미생물의 인체 위해정도를 파악하고 이들 미생물을 취급함에 있어 발생할 수 있는 위해를 방지하기 위한 생물안전성을 확보하여야 함으로 감염성 있는 미생물과 관련된 아래의 위험요소들을 고려하여 미생물을 4개의 위험군(risk group)으로 분류하였다. 이러한 미생물의 위험군 분류는 통상적으로 연구시설 내에서 소량 배양하거나 연구에 이용되는 경우를 고려하여 마련된 것이다.

표 1. WHO의 미생물 위험군 분류

위험군	정 의	해당 미생물
제 1 위험군	(개인 또는 지역사회 위해가 없거나 낮음) 사람 또는 동물 질병을 유발하지 않을 것 같은 미생물	
제 2 위험군	(중간적 개인 위해; 낮은 지역사회 위해) 사람 또는 동물 질병을 유발할 수 있는 병원성 미생물이지만 심각한 위험요소가 되지 않을 것 같음. 실험실 노출은 심각한 감염을 초래할 수 있으나 효과적인 치료와 예방대책이 유효하며 감염 확산의 위해가 제한적임.	장출혈성대장균, 이질균, 백일해균, 인플루엔자바이러스, 홍역바이러스, B형 간염바이러스
제 3 위험군	(높은 개인 위해; 낮은 지역사회 위해) 일반적으로 심각한 사람 또는 동물 질병을 유발하는 병원성 미생물이지만 대체로 감염된 개인으로부터 다른 사람에게 전파되지 않음. 효과적인 치료와 예방대책이 유효함.	결핵균, 탄저균, 브루셀라균, HIV, SARS-CoV바이러스
제 4 위험군	(높은 개인과 지역사회 위해) 일반적으로 심각한 사람 또는 동물 질병을 유발하는 병원성 미생물로 개인으로부터 다른 사람에게 전파가 가능할 수 있음. 효과적인 치료와 예방대책이 보통 유효하지 않음.	에볼라바이러스, 라싸바이러스, 두창바이러스, 마버그바이러스

출처 : Laboratory Biosafety Manual 3rd. edition WHO

※ 미생물 분류의 위험요소

- 사람 또는 동물숙주를 감염시키고 질병을 유발하는 병원성
- 질병의 심각성에 따른 병독성
- 자연적 질병 발생의 전파경로 및 숙주의 범위
- 질병에 대한 효과적인 예방대책의 유효성
- 질병에 대한 효과적인 치료의 유효성
- 기타 요소

세계보건기구(WHO)는 실험실에서 취급하는 미생물의 기본적인 특성과 자연적 질병발생의 전파 경로에 근거하여 실험실종사자와 지역사회 모두에 대한 위해정도를 고려하여 다음과 같이 미생물을 분류하였다.

미생물 위험군의 각 분류에 해당되는 미생물 목록은 해당 국가별 질병에 대한 면역력, 매개체의 존재와 숙주집단의 이동 및 밀도, 환경위생의 수준 등

에 따라 국가마다 다를 수 있다. 우리나라의 경우 미생물의 병원성, 전파경로 등 앞에서 기술된 고려 사항을 바탕으로 인체에 미치는 잠재적 위해 정도에 근거하여 미생물의 위험군을 분류하였는데 각 위험군에 해당되는 미생물 목록은 「유전자재조합 실험지침, 보건복지부 고시 제2007-39호」(2007년 5월 7일 공포) 및 「실험실생물안전지침 2006」에 확인할 수 있으며 관련 정보는 질병관리본부 생물안전정보망(<http://biosafety.cdc.go.kr/자료실/유전자변형생물체/>)에서 확인할 수 있다.

어떤 미생물을 취급하는 실험을 실시하고자 할 때, 그 실험의 생물안전수준을 결정하는데 있어 가장 기본적인 요인이 해당 미생물의 위험군이다. 즉 미생물 위험군은 해당 실험의 생물안전수준을 결정하는 시점(starting point)이 되는 중요한 요소이다. 그러나 해당 미생물의 위험군이 결코 반드시 생

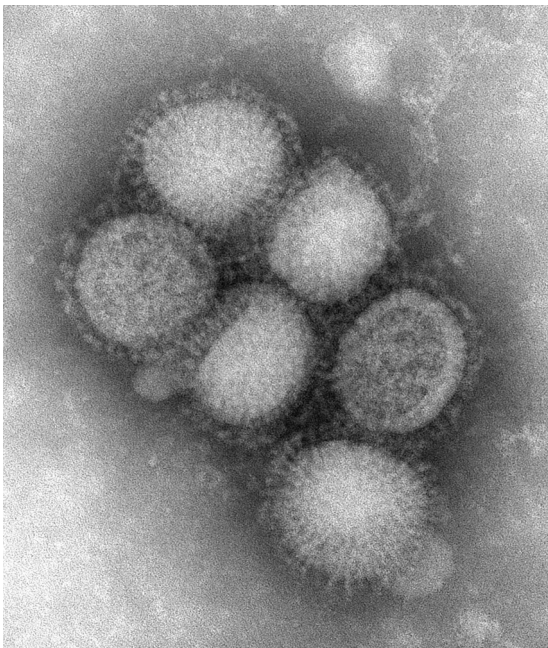


그림 3. 신종인플루엔자바이러스(A/H1/N1)

출처 : 미국 CDC



그림 4. 탄저균

출처 : 질병관리본부

표 2. 미생물 위험군과 생물안전 등급별 운영절차 및 안전장비 비교

미생물 위험군	생물안전 등급	실험유형	실험실 운영절차	안전 장비
1	1등급 (BL1)	기본적 실험 및 연구	표준미생물작업기술 (GMT)*	청정작업대(Open bench)
2	2등급 (BL2)	일반 병원성 미생물 진단 및 연구	GMT + 개인보호장비, 생물재해 표시	청정작업대 + 생물안전작업대
3	3등급 (BL3)	특이 병원성 미생물 진단 및 연구	BL2 + 특수개인보호장비, 연구 시설 출입통제, 시설 음압 및 공기제어	생물안전작업대 + 기타 안전장비
4	4등급 (BL4)	고위험 병원성 미생물 취급	BL3 + airlock 출입, 오염제거 샤워, 폐기물 특별관리	Class III 생물안전작업대 또는 Class II 생물안전작업대와 양압보호복착용, 양문형 고압증기멸균기, 여과공기장치

* 표준미생물작업기술 (GMT, good microbiological techniques)
출처 : Laboratory Biosafety Manual 3rd. edition WHO

물안전수준과 동일하지는 않다. 생물안전수준은 해당 미생물의 위험군 이외에 미생물의 추가적인 특성, 배양 및 규모, 에어졸 발생 등 실험과정, 실험동물에 접촉, 실험실-획득 감염 사례, 숙주 범위의 변화 등 여러 가지 위험요소를 고려한 위해성 평가를 통하여 생물안전 등급(biosafety level, BL)이 결정되어진다.

2.3 생물안전 연구시설

미생물을 취급하는 실험실 환경에서 잠재적 위험요소에 실험실종사자, 기타 출입자 그리고 실험실 외부 환경이 노출되는 것을 최소화하거나 방지하기 위하여 안전관리를 확립하는 기본적인 개념을 ‘밀폐’(containment)라고 한다. 이러한 밀폐의 핵심요소는 1) 안전수

※ 일반 생물안전 연구시설 등급

1. 생물안전 1등급 (biosafety level, BL1)
 - 미생물 제1위험군 취급 시의 위해 수준 실험실
 - 일반 실험실 생물안전수칙 준수
2. 생물안전 2등급 (biosafety level, BL2)
 - 미생물 제2위험군 취급 시의 위해 수준 실험실
 - BL1 안전수칙 준수, 에어로졸 발생 최소화
 - 생물안전작업대 및 고압증기멸균기 등 안전장비 구비, 장갑, 실험복 등 적절한 개인 보호장비 착용
3. 생물안전 3등급 (biosafety level, BL3)
 - 미생물 제3위험군 취급 시의 위해 수준 실험실
 - BL2 안전수칙 준수, 전용실험복 사용, 감염성 물질 개봉 시 반드시 생물안전작업대 내 수행
 - 실험실 접근에 대한 통제, 내부 공기조절 및 음압 유지, 내부 공기의 재순환 방지, 외부와 음압구역간의 압력차 -24.5Pa 이상 유지, 배기 덕트에 HEPA Filter 설치, 배기시스템과 연동되는 급기시스템 설치
4. 생물안전 4등급 (biosafety level, BL4)
 - 미생물 제4위험군 취급 시 위해 수준 실험실
 - BL3 안전수칙 준수, 양압실험복 등 착용, 퇴실 시 오염제거 샤워
 - 별도 분리 유닛 (unit)으로 구성, 엄격한 실험실 접근 통제, 내부 공기조절 및 음압 유지, 내부 공기의 재순환 방지, 외부와 음압구역간의 압력차 -24.5Pa 이상 유지, 배기 및 급기 덕트에 HEPA Filter 설치, 배기시스템과 연동되는 급기시스템 설치, 예비용 배기필터박스 설치

칙 및 미생물학적 기술 준수, 2) 안전장비, 3) 생물안전 연구시설의 설치 및 운영이며, 이들 요소들은 위해수준에 따른 상호 보완적으로 조합되어 적합한 물리적 밀폐(physical containment)를 확보하게 된다.

미생물의 병원성 등 인체 및 환경에 대한 위해로부터 생물안전을 확보하기 위하여 해당 미생물의

위험군 및 특성, 실험내용 등에 대한 위해성 평가를 통하여 생물안전 등급(biosafety level, BL)에 결정되며, 생물안전 등급은 통상 4가지 단계 (BL1부터 BL4까지)로 구분된다.

생물안전 등급은 취급하고자 하는 미생물의 위험군과 연관성이 높으나 미생물의 위험군과 생물안전

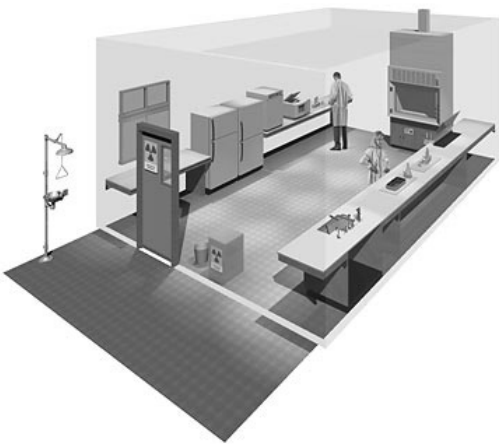


그림 5. 생물안전 1등급 연구시설

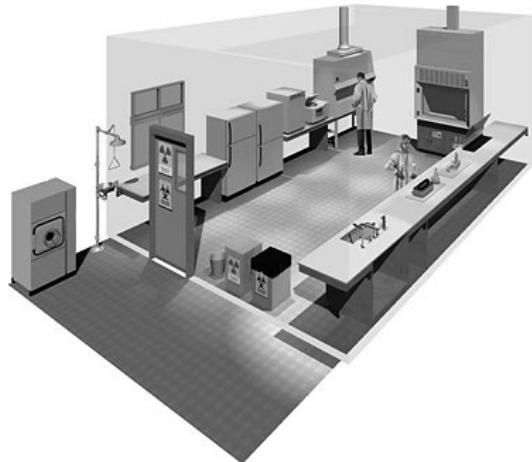


그림 6. 생물안전 2등급 연구시설

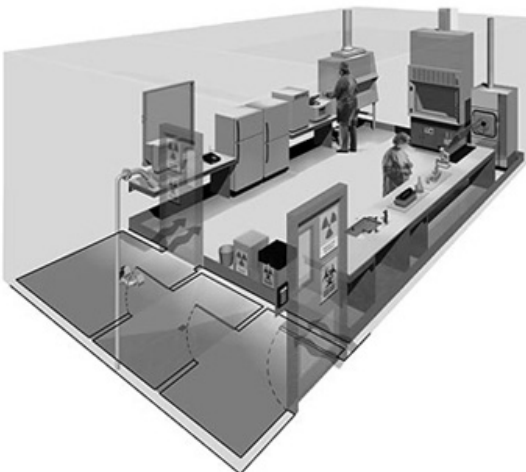


그림 7. 생물안전 3등급 연구시설

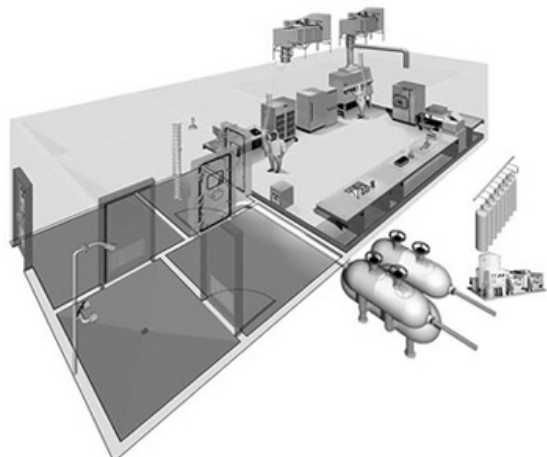


그림 8. 생물안전 4등급 연구시설

출처 : Laboratory biosafety manual, 3rd edition, WHO



그림 9. 생물안전 3등급 연구시설 내 실험장면

출처 : 질병관리본부

등급이 반드시 일치하는 것은 아니다. 미생물의 위험군, 추가적인 미생물의 특성, 수행하고자 하는 실험의 내용 및 방법 등의 위해 발생 가능성 및 수준에 따라 생물안전 등급은 상향되거나 하향 조절될 수 있다.

생물안전 연구시설은 연구시설의 공학적, 기술적 설치 및 관리, 운영 등 물리적 밀폐에 따라 크게 4 가지로 구분된다.

생물안전 등급별 연구시설의 설치 및 운영 기준은 「유전자재조합실험지침」 및 「유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 통합고시」에 확인할 수 있다. 한편 생물안전 연구시설은 이용하는 생물체의 종류 및 용도에 따라 동물 등급별 연구시설, 식물 등급별 연구시설과 대량배양 등급별 연구시설로 구분된다.

우리나라는 의생명과학분야 실험실의 생물안전을 강화하기 위하여 「유전자변형생물체국가간이동등에관한법률, 이하 LMO법」이 2008년 제정, 시행되고 있다. LMO법에는 유전자변형생물체를 개발하거나 이를 이용하는 실험을 하고자 하는 경우에는 LMO법 제22조에 의거하여 국가에 생물안전 연구시설을 신고하거나 허가를 얻은 후 해당 연구시설에서 실험하도록 명시되어 있다.

생물안전 1, 2등급 연구시설을 설치·운영하고자 하는 자는 관계중앙행정기관의 장에게 해당 연구시설을 신고하여야 하며, 인체 위해성 생물안전 3등급 연구시설을 설치·운영하고자 하는 자는 질병관리본부장에게 사전 허가를 얻어야 한다.

이에 대한 상세한 정보는 질병관리본부 생물안전 정보망(<http://biosafety.cdc.go.kr/자료실/유전자변형생물체/>)에서 확인할 수 있다.

2.4 생물안전작업대(BSC)

인체 감염성 물질을 취급하는 실험실에서 생물안전 작업대(biological safety cabinet, BSC)는 취급 병원성 미생물의 위해 감소, 실험자의 안전 및 실험환경 보호를 위한 기본적인 밀폐능이 있는 주요 안전 실험장비이다.

생물안전작업대는 유입공기 속도 및 음압유지, 배기처리방법 또는 밀폐정도에 따라 Class I, II와 III으로 구분되는데 그 특성은 다음과 같다.

Class I 및 Class II 생물안전작업대는 일반적인 미생물실험 및 제 1, 2위험군에 해당되는 미생물을 취급하는 실험 시 실험자 보호뿐 아니라 실험실 주변 환경으로의 노출 위험을 감소시키는데 적합하다. Class III 생물안전작업대는 주로 제 3위험군 미생물 등 위해수준이 높은 병원체를 취급하거나 위해 발생 가능성이 높은 실험을 실시하는 등 가장 높은 생물안전이 요구되는 경우에 사용된다.

구분	특 성
Class I	<ul style="list-style-type: none"> • 여과배기, 작업대 전면부 개방 • 최소 면풍속 유지 • 작업대 내부의 청정도를 고려하지 않음
Class II	<ul style="list-style-type: none"> • 여과 급 · 배기, 작업대 전면부 개방 • 구조, 공기 속도, 흐름 양상, 배기 시스템 등에 따라 Type A1, A2, B1, B2로 구분 • Type A2, B2는 음압에 의해 공기의 유입이 형성 • 실험종사자, 실험환경 및 시료까지 보호
Class III	<ul style="list-style-type: none"> • 여과 급 · 배기 등 안전 밀폐환경 제공 (작업용 장갑 부착) • 실험종사자, 실험환경 및 시료까지 보호

따라서 실험자는 취급하고자하는 미생물의 위험군, 에어졸 발생 여부, 대량배양 등 실험내용, 위해성 평가 결과를 고려하여 생물안전을 확보할 수 있는 생물안전작업대를 구비하여 실험을 실시하여야 한다.

2.4.1. Class I 생물안전작업대

유입공기 속도가 가장 낮은 0.38m/sec이며 음압은 유지되나 앞면이 개방되어 있는 구조이다. 배기는 HEPA filter로 처리되지만 실험실 내부로 바로 방출되며 유입공기는 HEPA filter로 처리되지 않음



그림 10. Class II B2형 생물안전작업대

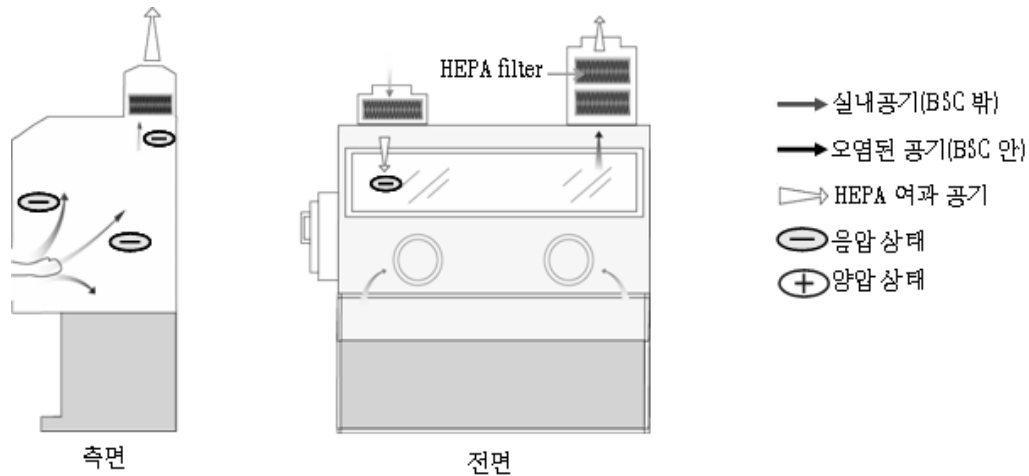


그림 11. Class III급 생물안전작업대

실험실 내부 공기가 그냥 사용된다. 따라서 일반적으로 위험이 적은 미생물 취급에 사용되며 공기매개 감염 병원체 취급에는 적절치 않다.

2.4.2. Class II 생물안전작업대

유입공기 속도는 0.38~0.5cm/sec이며 유입과 배기가 모두 HEPA filter 처리되고 HEPA filter 처리된 유입공기는 위에서 아래로 내려오면서 laminar flow를 유지한다. 병원성 미생물을 취급하는 생물안전 2등급 이상의 연구시설에서는 일반적으로 A2형 또는 B2형을 주로 설치한다.

2.4.3. Class III 생물안전작업대

Class III급 생물안전작업대는 완전 밀폐형으로 일반적으로 제 3, 4 위험군 미생물 취급에 적합하며 실험도중 생물안전작업대 내부에서 발생하는 감염 에어로졸로부터 주변 환경과 실험자의 안전을 유지할 수 있다. 보통 120Pa의 음압이 유지되어야 하며 외부와는 공기가 완전 차단되며 별도의 급배기 시스템에 의해 가동된다.

3. 맺음말

최근 신종인플루엔자 대유행 시 신종인플루엔자에 감염된 환자의 임상검체 및 의심되는 신종인플루엔자바이러스를 취급하는 실험에 대한 인체 위해 수준정도를 정확히 알 수가 없어 세계보건기구나 각 국가 보건당국은 신종인플루엔자바이러스 등의 취급에 따른 실험실 생물안전을 확보하기 위하여 실험행위별 생물안전연구시설의 밀폐등급, 개인보호장비, 실험별 안전수칙 등 실험종사자를 위하여 많은 지침과 가이드라인을 제시하였다.

따라서 병원성 미생물을 취급하거나 현대생명공학기술을 이용한 유전자변형생물체 개발·실험을 수행하는 의생명과학 연구기관의 장, 연구책임자와 실험종사자를 중심으로 생물안전에 대한 인식을 명확히 하고 이를 실질적으로 관리할 수 있는 체계를 구성하고 운영하는 것이 중요하다 하겠다. 이를 기반으로 각 연구기관에서 일상적으로 실험활동에 생물안전을 적용하는 생물안전 문화(biosafety culture)가 정착될 수 있도록 함께 노력하

다면 생물안전문화가 보다 안전하고 투명한 선진 연구 및 바이오산업의 지속적 발전에 기여할 것으로 기대한다.

- 참고문헌 -

1. Laboratory Biosafety Guidelines, 3ed ed. 2004, Health Canada.
2. Laboratory Biosafety Manual, 3rd ed. 2004, Geneva, World Health Organization.
3. NIH guidelines for research involving recombinant DNA molecules, 2002, National Institutes of Health, USA.
4. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories 5th edition, 2007, Centers for Disease Control and Protection, USA.
5. 실험실생물안전지침 2006, 질병관리본부.
6. 유전자재조합실험지침 2007, 보건복지부, 질병관리본부.
7. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003, World Health Organization.(http://www.who.int/csr/sars/country/table2003_09_23/en/)
8. China confirms SARS infection in another previously reported case; summary of cases to date-Update 5, World Health Organization.(http://www.who.int/csr/don/2004_04_30/en/print.html)
9. SARS in China: investigation continues-Update 6, World Health Organization. (http://www.who.int/csr/don/2004_05_05/en/print.html)
10. Sewell, DL. Laboratory-associated infections and biosafety, 1995, Clin Microbiol Rev vol. 8, No. 3, pp. 389-405.
11. Baron, EJ. et. al. Bacterial and fungal infections among diagnostic laboratory workers: evaluating the risks. 2008, Diag Microbiol & Infect Dis. vol.60, pp. 241-246.
12. Laboratory-acquired vaccinia virus infection-Virginia, 2008, 2009, Morbidity and Mortality Weekly Report, vol. 58, No. 29, pp. 797-800.