

第六章 生物安全

SARS 和高致病性禽流感的爆发于流行,使各国政府和国际社会对生物安全问题有了更多的认识 and 关注。尤其是新加坡和中国台湾、北京等地相继发生实验室感染事件后,实验室生物安全已经由原来的安全隐患变成可怕的现实危害。实验室生物安全涉及的不仅仅是某个实验室的安全及工作人员的个人健康,一旦发生事故,极有可能给人类社会、动物、植物乃至整个自然界带来不可预计的危害和影响。因此,实验室生物安全问题亟待解决且事关重大,实验室人员必须学习生物安全基本知识和理论,做好个人防护,熟悉实验室标准操作程序和突发事件应急处置方案方可进入实验室。

6.1 实验室生物安全的基础知识

6.1.1 生物安全的定义

生物安全是指对自然生物和人工生物及其产品对人类健康和生态环境可能产生的潜在风险的防范和现实危害的控制。目前是保证试验研究的科学性还要保护被实验因子免受污染。涉及的内容主要有重大传染病、实验室生物安全、流行病及公共健康管理、转基因生物和有害外来物种入侵、生物安全技术安全、食品安全、危险病原体及生化毒素的管理等领域。

6.1.2 生物安全实验室的分类

表 6-1 生物安全实验室的分级

实验室分级	处理对象
一级	对人体、动植物或环境危害较低,不具对健康成人、动植物致病的致病因子

实验室分级	处理对象
二级	对人体、动植物或环境具有中等危害或具有潜在危险的致病因子,对健康成人、动物和环境不会造成严重危害,具有有效预防和治疗措施
三级	对人体、动植物或环境具有高度危险性,主要通过气凝胶使人感染上严重的甚至是致命的疾病,或对动植物和环境具有高度危害的致病因子。通常有预防治疗措施
四级	对人体、动植物或环境具有高度危险性,通过气凝胶途径传播或者传播途径不明,或未知的、危险的致病因子,没有预防治疗措施

生物安全实验室,也称生物安全防护实验室,是通过防护屏障和管理措施,能够避免或控制被操作的有害生物因子危害,达到生物安全要求的生物实验室和动物实验室。

依据实验室所处理对象的危害程度,把生物安全实验室分为四级,其中一级对生物安全隔离的要求最低,四级最高。生物安全实验室的分级见表 6-1。

6.2 生物安全实验室的监管

6.2.1 一般性要求

- (1)应在实验室门口张贴生物危害标志(图 6-1)标明所使用的传染性病原体、实验室负责人的姓名和联系电话,并标明进入实验室的具体要求;
- (2)生物实验室的相关实验人员需经过相关机构培训,取得证书,持证上岗;
- (3)根据生物实验室的不同级别要求配备恰当的个人防护装备,人员进入实验室前做好个人防护工作,正确使用防护装备;
- (4)在实验室所在的建筑内配备高压蒸汽灭菌器或其他恰当的消毒设备;
- (5)开展高致病性微生物的研究必须在三级或者四级生物实验室进行,同时开

展的项目须报省级卫生、农业部门审核批准,其他病原微生物也必须在一级或者二级生物实验室进行;

- (6) 实验涉及生物危害因子的须在生物安全柜中进行或其他防护设施中进行;
- (7) 安全保存菌、毒种等生物活性实验材料,同时严格监控,设立台账,记录使用情况,实行双锁制度;



图 6-1 实验危害警告标志

6.2.2 动物实验管理

(一) 实验动物许可管理:

实验动物的生产和使用实行许可证制度(审批单位:广东省科技厅)。

(二) 实验动物使用要求:

- (1) 动物实验必须在具有实验动物使用许可证的场所进行
- (2) 实验动物必须有动物供应部门提供的实验动物质量合格证明,严禁从无实验动物质量合格证明的单位或从农贸市场购买动物作为实验动物
- (3) 使用实验动物进行动物实验时,应善待动物,动物实验方案设计应该遵循:“3R 原则”;手术室进行必要的无痛麻醉,做完实验后动物要进行安乐死
- (4) 实验动物的尸体、组织及感染性排泄物(包括垫料)须放置在指定的存放

室,交由有资质的公司回收进行无害化处理,严禁混入生活垃圾处理。

6.2.3 生物废弃物的处置

生物安全实验室废弃物是指将要丢弃的所有物品,如动物组织、器官、尸体,一般生化固废(移液管枪头、刀片、废纸),一次性手套等,这些废弃物需要进行分类处理,不可与生活垃圾混放。生物安全实验室废弃物的处置原则是所有感染性材料必须在实验室内清除污染、高压灭菌、焚烧或者交由医疗废物处置单位处置。不同类型的废弃物的处置流程如下:

- (1) 生物活性实验材料:实验废弃的生物活性实验材料,特别是细胞和微生物(细菌、真菌、病毒等)必须及时灭菌和消毒处理;
- (2) 固体培养基等要采用高压灭菌处理,未经有效处理的固体废弃物不能作为日常垃圾处理;
- (3) 液体废弃物如细菌等需用 15% 次氯酸钠消毒 30min,稀释后排放,最大限度地减轻对周围环境的影响;
- (4) 动物尸体或被解剖的动物器官需及时进行妥善处理,禁止随意丢弃,须按要求消毒,并用专用塑料袋密封后冷冻储存,统一送有关部门集中焚烧处理。严禁随意堆放动物排泄物,与动物有关的垃圾必须存放在指定的塑料垃圾袋内,并及时用过氧乙酸消毒处理后方可运出;
- (5) 实验器材与耗材:吸头、吸管、离心管、注射器、手套及包装等塑料制品应使用特制的耐高压超薄塑料容器收集,定期灭菌后回收处理;
- (6) 废弃玻璃制品和金属物品应使用专用容器分类收集,统一回收处理;
- (7) 注射针头用过不应再重复使用,应放在盛放锐器的一次性容器内焚烧,如需要可先高压灭菌,盛放锐器的容器不能装得过满(不超过四分之三);
- (8) 高压灭菌后重复使用的污染(有潜在污染性)材料必须在高压灭菌或消毒后进行清洗、重复使用;

(9) 应在每个工作台上放置盛放废弃物的容器、盘子或广口瓶，最好是不易破碎的容器（如塑料制品）。当使用消毒剂时，应使废弃物充分接触消毒剂（即不能有气泡阻隔），并根据使用的消毒剂的不同保持适当接触时间。盛放废弃物的容器在重新使用前应高压灭菌并清洗。

6.3 生物安全实验室的个人防护

6.3.1 个人防护装备的总体要求

使用个人防护装备是为了减少操作人员暴露于气凝胶、飞溅物以及意外接种等危险环境设立的一个物理屏障，防止工作人员受到工作场所中物理、化学和生物等有害因子的伤害。实验室工作人员应结合工作的具体性质，按照不同级别的防护要求选择恰当的防护装备。

(1) 选择合格产品

实验人员选择的任何个人防护装备应符合国家有关标准。同时，实验人员应接受关于个人防护装置的选择、使用、维修等方面的指导和培训，对个人防护装备的选择和维护应有明确的书面规定、程序和使用指导，形成标准化体系。

(2) 使用前验证

个人防护装备使用前应仔细检查，不使用标识不清、破损和泄露的个人防护用品，保证个人防护的可靠性。

(3) 个人防护装备的净化和消毒

为了防止个人防护装备被污染而携带生物因子，所有在致病微生物实验室使用过的个人防护装置均应视为已被污染。应进行净化和消毒后再作处理。实验室应制定严格的个人防护装备去污染的标准操作程序并严格执行。同时，所有个人防护装备不可带离实验室。

(4) 个人防护的易操作性和舒适性

个人防护要适宜、科学。在危害评估的基础上，按不同级别的防护要求选择恰当的个人防护装备。在确保个人防护水平高于工人言免受伤害所需要的最低防护水平的同时，也要避免个人防护过渡，造成操作不便甚至有害健康。

6.3.2 生物实验室个人防护装备

在实验室工作中,个人防护所涉及的防护部位主要包括:眼睛、头面部、躯体、手足、耳(听力)以及呼吸道,个人防护装备包括眼睛(安全镜、护目镜)、口罩、面罩、防毒面罩、防护帽、手套、防护服、(实验服、隔离衣、连体衣、围裙)、鞋套以及听力防护器等。表 6-2 汇总了在实验室中使用的一些个人防护装备已所能提供的保护。

表 6-2 个人防护装备

装备	避免的危害	安全性特征
实验服、隔离衣、连体衣	污染衣服	背面开口,罩在日常服装外
塑料围裙	污染衣服	防水
鞋袜	碰撞和喷溅	不露脚趾
护目镜	碰撞和喷溅	防碰撞镜片(必须有视力矫正或外戴视力矫正眼镜),侧面有护罩
安全眼镜	碰撞	防碰撞镜片(必须有视力矫正),侧面有护罩
面罩	碰撞和喷溅	罩住整个面部,发生意外时易于取下
防毒面具	吸入气凝胶	在设计上包括一次性使用的、整个面部或一半面部空气净化的、整个面部或加罩的动力空气净化呼吸器的以及供气的防毒面具
手套	直接接触微生物	得到微生物学认可的一次性乳胶、乙烯树脂或聚脲类材料的保护手套

6.4 各级生物安全实验室的个人防护要求

个人防护的内容包括防护用品和防护操作程序。所有实验室人员必须经过个人防护的必要培训，考核合格获得相应资质，熟悉所从事工作的风险和实验室特殊要

求后方可进入实验室工作。生物实验室应按照实验室等级实施相应的个人防护。不同生物安全等级的实验室人防护要求如下(表 6-3)。

表 6-3 生物安全实验室的防护要求

分级	实验室类型	基本防护
一级	基础实验室 (基础教学、研究)	一般不需要特殊的个体防护装备和隔离设施;穿工作服,必要时戴手套和护目镜
二级	基础实验室 (初级卫生服务诊断、研究)	配备生物安全柜;穿工作服,处理可能致病的感染性材料时必须戴手套,必要时适用面部防护
三级	防护实验室 (专门特殊诊断研究)	具有屏障设施和生物安全柜 严格穿戴个人防护装备,特殊防护服,护目镜, N99 口罩, 双层手套, 胶鞋
四级	最高防护实验室 (危险病原体研究)	具有屏障设施和生物安全柜;穿正压防护服

第七章 实验室废弃物处置

实验废弃物是指实验过程中产生的三废(废气、废液、固体废物)物质、实验剧毒物品、麻醉品、化学药品残留物、放射性废弃物、实验动物尸体及器官、病原微生物标本及对环境有污染的废弃物。与工业三废相比,实验室废弃物数量上较少,但其种类多、成分复杂,具有多重危险危害性,如燃、爆、腐蚀、毒害等。由于不便集中处理,实验室废弃物处理成本高、风险大。因此,加强对实验室废弃物的管理,正确处置、处理实验废弃物。

我国颁布了多项法律法规,如中华人民共和国环境保护法、中华人名共和国废弃物污染环境防治法、中华人名共和国水污染防治法、病原微生物实验室生物安全环境管理条例、废弃危险化学品污染环境防治办法、国家环境保护总局令第 27 号等,从法律、制度上来保证和规范对实验室废弃物的管理。

7.1 实验室废弃物的一般处置原则

7.1.1 处理实验废弃物的一般程序

处理实验室废弃物的一般程序可分为下述四步:

- (1) 鉴别废弃物及危害性;
- (2) 系统收集、储存实验废弃物;
- (3) 采用恰当的方法处理废弃物以及减少废弃物的数量;
- (4) 正确处置废弃物。

7.1.2 实验废弃物的鉴别

实验废弃物及其危害性的识别对实验室废弃物的收集、存放、处理至关重要。