

生物实验室安全管理的经验及启示 ——以国外某高校调研为例

董小敬¹, 杜雪地¹, 苗淑彦^{1*}, 王安然¹, 徐斌²

(1. 扬州大学动物科学与技术学院, 扬州 225000; 2. 扬州大学实验室与设备管理处, 扬州 225000)

摘要: 随着高校学科建设和科研水平迅猛发展, 高校生物实验室安全管理面临的挑战日益严峻。本文以国外某高校的生物实验室为研究对象, 通过对实验室安全管理组织和管理制度方面的分析, 从该高校的生物实验室安全管理实践中汲取宝贵的经验, 可为我国高校生物实验室的安全建设、网络化管理和培训制度等提供有益的参考, 有利于提高生物实验室安全管理的规范性和科学性。

关键词: 生物实验室; 安全管理; 管理制度; 国外高校

The experience and enlightenment of safety management: Taking a foreign university investigation as an example

DONG Xiao-Jing¹, DU Xue-Di¹, MIAO Shu-Yan^{1*}, WANG An-Ran¹, XU Bin²

(1. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou, 225000, China; 2. Laboratory and Equipment Management office, Yangzhou University, Yangzhou, 225000, China)

ABSTRACT: With the rapid development of the discipline construction and scientific research level in universities, the safety management of biological laboratories in universities is facing increasingly severe challenges. This paper takes the biological laboratory of a foreign university as the research object, and draws valuable experience from the biological laboratory safety management practice of the university through the analysis of the laboratory safety management organization and management system, which can provide useful reference for the safety construction, network management and training system of biological laboratories in China. It is helpful to improve the standardization and effectiveness of biological laboratory safety management.

KEY WORDS: biological laboratories; safety management; management systems; overseas university

0 引言

实验室安全管理是生物实验室可持续发展的根本保证, 不

仅有利于确保研究人员安全、预防实验室安全事故、减少重复建设的经济损失, 还有助于科研人员遵守法律法规和伦理要求。随着先进仪器在生物实验室的广泛应用以及技术人员整体素质的提

基金项目: 扬州大学教学改革研究课题 (xkjs2024057; YZUJX2021-B10)

Fund: Teaching Reform Research Project of Yangzhou University (xkjs2024057; YZUJX2021-B10)

*通信作者: 苗淑彦, 博士, 教授, 研究方向: 水产动物营养与饲料。E-mail: shuyanmiao@126.com

*Corresponding author: MIAO Shu-Yan, Ph.D, Professor, College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China. E-mail: shuyanmiao@126.com

高,我国的生命科学研究水平和实验室技术正迅速发展。近年来,我国的一些高校积极尝试构建实验室安全管理信息化平台^[1-2],但仍然存在管理系统不完善、管理机制成效低的突出问题,成为我国生命科学研究可持续发展的潜在制约因素。因此,实验室安全管理工作逐渐成为生物实验室建设的重点任务^[3]。目前,我国高校生物实验室仍然存在管理系统不完善、管理机制成效低的突出问题,严重制约了我国生命科学研究可持续发展。

当前,国际交流与合作日益频繁,加强实验室安全管理,提高实验室管理水平,不仅是高校生物实验室发展的内在要求,也是提升国际竞争力的必然选择。国外某大学是一所享有盛誉的研究型大学,其生命科学、医学、自然科学等学科在全球享有卓越的学术声誉和雇主声誉,并在论文引用和H-指数两个绩效指标上排名领先^[4]。作者作为该校访问学者,从安全管理组织和管理制度两个方面介绍了该校在生物实验室环境安全管理方面的措施和经验,提出了完善我国高校生物实验室安全管理的建议,为我国高校的生物实验室安全管理提供有益的参考。

1 生物实验室安全管理组织

该大学实验室安全管理制度采用了从校长、院长、系主任到项目负责人(PI)的四级安全体系,并明确了每级人员的安全管理职责^[5]。学校设有安全、卫生和环境处(Office of Safety, Health and Environment, OSHE),其主要职责是监督和管理校园内的安全、卫生和环境事务,包括监督各部门和实验室的安全措施和卫生设施,推动环境管理计划,开展安全培训和演习,并提供安全与卫生咨询和指导。此外,该学校还设有学院和系级别的实验室安全委员会,负责监督实验室安全管理的实施,并提供相关培训和咨询。项目负责人每年接受安全考核评估,以增强其安全意识并提高实验室安全管理能力。

2 生物实验室管理制度

2.1 准入制管理

学校生物实验室采用网络系统进行身份验证,并使用门卡进行准入权限管理。新入职人员需根据其研究内容和需求提出安全和环保培训申请,并在完成培训后接受考核和认证,以确保他们具备必要的安全意识和操作知识。另外,新入职人员可以根据其研究需求申请不同实验室的门卡,以进入特定的实验室工作。这不仅有助于控制实验室的访问权限,保护实验室人员、实验室环境和实验材料的安全,还能从程序上监管研究人员参加实验室安全培训^[6]。

2.2 培训制度

该校提供多种培训类型。入职培训是针对所有新员工和学生的基础培训,而危害专项培训则根据从事工作的性质和风险评估的结果而定。最后一种类型的培训被称为“基于任命的培训”,这取决于被分配的角色和职责,比如消防管理员或急救人员。

新入职人员需在进入生物实验室前登录学校网络管理系统,根据研究需要申请OSHE提供的相关在线安全培训课程。在线课程采用自主学习和在线考核的方式进行,内容包括实验室安全规范、事故预防和应急预案,以及针对研究人员实验内容进行的化学安全培训或生物安全培训。化学品安全培训的课程大纲和评估得到了世界卫生组织理事会(高等教育和研究)工作组的认可和批准。针对特定实验需求还可能提供额外的附加培训^[4]。考核合格后获得电子证书,有效期为3年。这种网络化培训具有针对性强、培训时间灵活、知识更新便捷等优点。

2.3 动物实验管理

学校设有动物保护和使用委员会(Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC),监督出于科学目的而进行的动物实验,自2010年以来一直是国际实验动物评估和认可委员会认可的机构。动物实验室的所有工作人员和学生都需要接受国家咨询委员会规定的在线实验动物培训和考核,通过考核后获得证书,证书有效期为两年。随后,IACUC根据申请的实验动物种类进行线上培训和线下实践操作培训,培训合格后获得动物实验资格。

动物实验开展前,项目负责人需向IACUC提交动物方案(Animal Protocol)申请,审核通过后方可进行动物实验。如果实验中涉及的动物数量、试验内容或者研究人员发生改变时,项目负责人需重新向IACUC申请动物方案。实验动物房由专人管理,实验人员违反操作规程将会被取消动物实验的资格,同时项目负责人的Animal Protocol也会被关闭。

2.4 生物实验室安全级别制度

学校的生物实验室分为BSL-1、BSL-2和BSL-3三个安全级别,分别用于处理低、中、高危险性实验材料。低危险性的生物材料是指无害的微生物;病原微生物和基因组材料被认定为中等危险性生物材料,其传播风险较低并可进行有效的预防和治疗^[7]。这些实验室通常用于基础研究、疫苗开发和药物筛选等研究工作。该学校的医学院拥有BSL-3实验室,用于进行病毒学研究、传染病研究和病原体的诊断等,如可通过空气传播的SARS-CoV-2新冠病毒需在这类生物安全级别的实验室进行研究^[8]。

3 对国内高校生物实验室安全管理的启示

目前,我国高校生物实验室仍存在实验室建设不规范、实验室管理体系不健全、安全培训不完善和缺乏有效的监督和审核机制等安全隐患^[9-10]。借鉴NUS在生物实验室安全管理方面的经验,我们可以从以下几个方面进一步完善高校生物实验室的安全管理制度。

3.1 建设安全专业的生物实验室

高校应成立实验室安全管理委员会,制定生物实验室安全等级标准;分为BSL-1、BSL-2和BSL-3三个安全级别。BSL-1实验室用于处理低危险性的生物材料,通常是无害的微

生物；而BSL-2实验室则用于处理中等危险性的生物材料，例如病原微生物和基因组材料，其传播风险相对较低，实验室感染后很少引起严重疾病并存在有效的治疗和预防措施。这些实验室通常用于基础研究、疫苗开发和药物筛选等研究工作。BSL-3实验室用于处理高度危险性的生物材料。如用于进行病毒学研究、传染病研究和病原体的诊断等，并统筹全校的生物实验室安全管理工作。在实验室建设之初，必须进行全面的规划，充分考虑实验室的功能和安全需求，以确保实验室的设计和布局合理。同时，与专业的实验室设备供应商合作，选购符合标准的安全设施和装备也是实验室运行安全的重要保障，这些设施和装备包括但不限于实验室储藏柜、通风系统、生物安全柜、实验操作台等。委员会还应根据各研究团队的研究方向和研究内容评估生物安全等级，据此提供相匹配的生物安全实验室和安全设备，从源头上确保生物实验室安全运行。

3.2 建立完善的培训与认证流程

根据新员工和研究人员的具體研究需求，实施全面的培训和认证流程，确保所有人员在进入实验室之前完成相应的安全培训并通过考核。这不仅有利于增强相关人员的安全意识，还能确保相关人员在进入不同实验室区域之前具备必要的操作知识。为便于师生参加培训并做好培训档案管理，教育部或高校联盟应建立统一的安全培训线上平台，根据申请者从事研究的需要提供完善的培训内容，涵盖化学品安全、生物安全、水电安全、特种设备安全等方面，实现安全培训的统一认证。高校应针对实验室管理和操作人员建立一套完善的培训考核制度^[11]，并设立专门的实验室管理部门或委员会，负责监督培训的实施情况，定期评估培训效果，并根据评估结果进行相应的调整和改进。

3.3 实施系统的访问控制

利用基于网络的系统进行身份验证和访问控制，根据个人的研究需求提供定制化的实验室访问权限。为确保访问控制得以严格执行，应对高校的教学实验室、科研实验室与外部公共空间进行分割并设立门禁，确保只有完成了必要安全培训的人员才能进入特定的实验室环境，从而保持实验室的完整性和安全性。

3.4 完善实验动物管理

建立全国上下一体的实验动物管理条例和网络，提供实验动物培训和考核，为通过考核的研究人员颁发资格证书。作为实验动物管理网络的节点，高校应设立实验动物管理委员会，自主审核各研究团队的实验动物方案并监督实验方案的执行。此外，实验动物管理委员会应建立统一的实验动物房和配套实验设施，配备专人进行日常管理，保证实验动物福利和生物安全。所有实验动物的购买均需经过实验动物管理委员会，研究人员不得擅自将实验动物带进或带出动物房。各研究团队的实验动物方案应尽可能详尽，实验方案发生改变时应重新进行申请。

4 结束语

高校生物实验室安全管理对于保障研究人员安全和实验室的可持续发展至关重要。借鉴国外成功经验，我国高校应加强安全管理的精细化组织和制度建设，包括健全管理系统、加强人员培训与安全意识教育、推广先进的安全技术和设备，并加强国际交流与合作。未来，随着生命科学研究和生物实验室技术的快速发展，安全管理将面临新的挑战与机遇，通过有效管理可降低安全风险，促进研究成果的转化与应用，推动生命科学的可持续发展。因此，高校应加大投入，注重制度建设与人员培训，提升管理水平，积极借鉴国际经验，为全球生命科学研究做出更大贡献。

参考文献

- [1] 刘晓蕾,刘友,卢晓军,等.基于信息化平台的高校实验室安全管理存在的问题及解决对策[J].医学信息,2022,35(20):12-14.
- [2] 朱臻,窦小刚.基于信息化平台建设的高校实验室安全管理体系研究[J].实验技术与管理,2020,37(04):1-3,8.
- [3] 王奎,王凯,张莫明.高校实验室安全绩效考核体系探究[J].实验室研究与探索,2023,42(10):313-318.
- [4] TOH D, SHAO Y, GUNARATNAM S, *et al.* Corporate governance-NUS Principal Investigators (PI) Laboratory Safety & Health (S & H) Management system certification scheme [J]. J Environ Saf, 2016, 7(02): 103-106.
- [5] 孙昌,高强,张丹,等.新加坡国立大学实验室安全管理研究[J].教育教学论坛,2019,(19):272-273.
- [6] 周立石,顾兵.UNC大学生物实验室安全管理的经验及启示[J].实验室研究与探索,2021,7(40):291-294.
- [7] 王小利,杨怡姝,沈思嗣,等.加强高校生物实验室的生物安全建设[J].实验室研究与探索,2013,32(03):243-245.
- [8] SHAN S, MOK C, ZHANG S, *et al.* A Potent and Protective Human Neutralizing Antibody Against SARS-CoV-2 Variants [J]. Front Immunol, 2021, (12): 766821.
- [9] 姚娟妮,江书宇,方石,等.高校实验室安全管理体系的探索与构建[J].中国现代教育装备,2023,(415):59-60,71.
- [10] 张蓓蓓,俞敏,王敏.高校医学院生物实验室的安全管理探析[J].科技视界,2023,(10):218-221.
- [11] 程璐,姜峰.高校生物实验室危险化学品安全管理研究[J].大众标准化,2021,(18):247-249.

作者简介

董小敬, 博士, 副教授, 研究方向: 水产动物营养与饲料。
苗淑彦, 博士, 教授, 研究方向: 水产动物营养与饲料。