



高校实验室病原微生物管理现状调查及对策

彭华松^{*1} 刘闯¹ 谢亚萍¹ 李霞¹ 张志强² 叶儒霏³

1 上海交通大学资产管理与实验室处 上海 200240

2 北京大学实验室与设备管理部 北京 100871

3 中山大学实验室与设备管理处 广东 广州 400044

摘要:【背景】近年来埃博拉病毒等病原微生物大范围传播引发了严重的公共安全问题,生物实验室安全管理受到各国政府的高度重视。【目的】了解国内高校病原微生物的管理状况,为实验室生物安全管理提供针对性举措。【方法】在查阅资料、与生物安全管理人员座谈的基础上设计调查问卷,对50所高校的341名师生进行调查并统计分析。【结果】国内高校实验室在病原微生物的安全教育、安全管理制度建设、实验室规范化建造、生物废弃物处置、实验室安全设施维护等方面存在明显不足。【结论】高校应严格落实安全管理责任制,采取措施消除各类安全隐患。

关键词: 实验室生物安全, 病原微生物, 安全管理

Management shortcoming of pathogenic microorganisms in laboratories of Chinese universities

PENG Hua-Song^{*1} LIU Chuang¹ XIE Ya-Ping¹ LI Xia¹ ZHANG Zhi-Qiang²
YE Ru-Fei³

1 Office of Assets Management and Laboratory, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China

2 Office of Laboratory and Equipment Management, Peking University, Beijing 100871, China

3 Office of Laboratory and Equipment Management, Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 400044, China

Abstract: [Background] Due to the serious public safety problem caused by the propagation of pathogenic microorganisms, such as Ebola virus, the governments of all countries pay much attention to laboratory biosafety. [Objective] To assess the safety status of pathogenic microorganisms in Chinese universities will benefit for the specific-targeted laboratory management measures. [Methods] Based on literature review and interview with some experts of biosafety management, we designed the questionnaire and the investigation was carried out with the participation of 341 technicians and students from 50 Chinese universities. [Results] Some important steps for management of pathogenic microorganisms were obvious insufficient, especially in biosafety education, establishment of safety management system, construction of standardized laboratory, biological waste disposal, and laboratory safety facilities maintenance. [Conclusion] The universities should put safety construction responsibility into effect so as to eliminate the above latent dangers of safety hazards.

Foundation item: Topic of Higher Education Science Research for 13th Five-Year Planning Supported by China Association of Higher Education (16SZ002)

***Corresponding author:** Tel: 86-21-34206083; E-mail: hspeng@sjtu.edu.cn

Received: 16-07-2018; **Accepted:** 12-10-2018; **Published online:** 01-11-2018

基金项目: 中国高等教育学会高等教育科学研究“十三五”教育科学规划课题(16SZ002)

***通信作者:** Tel: 021-34206083; E-mail: hspeng@sjtu.edu.cn

收稿日期: 2018-07-16; **接受日期:** 2018-10-12; **网络首发日期:** 2018-11-01

Keywords: Laboratory biosafety, Pathogenic microorganism, Safety management

近年来埃博拉病毒、寨卡病毒等致病性病原体在全球范围内大规模传播,多地暴发公共卫生事件,引起各国政府的高度重视。如几内亚、利比里亚、塞拉利昂等国 2014 年暴发埃博拉疫情,共有 19 031 人感染(包括疑似感染),死亡 7 373 人^[1]。生物类实验室由于经常接触病原微生物、实验动物、生物毒素、致癌及致畸化学品等危险源,具有较高危险性^[2]。其中,致病性病原微生物以其传染隐蔽性强和传播速度快、感染后不易觉察等特点成为生物类实验室重点危险源之一。由于管理不到位,全球生物实验室致病性病原微生物感染的事故屡有发生,如 2003 年 9 月,新加坡国立大学某实验室一名研究人员在实验中感染 SARS; 2004 年 4 月,中国疾病预防控制中心病毒病预防控制所发生感染事件,有 2 名实验人员感染 SARS^[3]。

国内高校许多生物类实验室建设标准较低,实验室装修设计缺乏规划,生物安全设施设备等硬件条件不足,从事实验操作的学生缺乏病原微生物相关的教育和培训,而且使用个人防护用品不当,极易导致实验室暴发感染和扩散事故,如 2010 年 12 月东北农业大学动物医学院购入未经检验的山羊进行动物实验,2011 年 3 月至 5 月,学校 27 名学生及 1 名教师陆续确诊感染属于乙类传染病的布鲁菌病^[4]。

本文通过查阅文献资料,与部分高校实验室生物安全负责人进行访谈,联合北京大学和中山大学设计调查问卷,对生物类实验室生物安全教育、病原微生物管理、个人防护、废弃物处置等方面进行全面了解,对其中存在的危害因素进行研究分析,提出针对性的实验室病原微生物安全管理建议,希望对国内高校生物安全实验室建设和管理起到参考作用。

1 研究方法

1.1 调查方法与内容

根据《实验室生物安全通用要求》《病原微生物实验室生物安全管理条例》《人间传染的病原微

生物名录》等法律法规^[5-7]、文献资料,以及与病原微生物管理专家的访谈资料设计调查问卷,并在上海交通大学生命科学技术学院、药学院等院(系)进行预调研,根据预调研的情况对调查问卷的内容和选项设置进行优化,最终形成调查问卷。

1.2 调查对象

调研对象为上海交通大学、北京大学、中山大学等多所高校生物类实验室一线工作和学习的师生,包含部分实验室安全管理人员。经统计,共有 26 个省(直辖市)近 50 所高校的师生参与,回收有效问卷 341 份,具体情况见表 1。

表 1 被调查人员基本信息

Table 1 Basic information of participants

基本情况 Basic information	类别 Category	人数 Number	构成比 Composition ratio (%)
Personnel Identity	Undergraduate	86	25.2
	Postgraduate	115	33.7
	Doctoral student	46	13.5
	Postdoctoral	26	7.6
	Laboratory technician	15	4.4
	Teacher	33	9.7
	Security staff	16	4.7
	Other	4	1.2
Professional fields	Biological science	109	32.0
	Bioengineering	87	25.5
	Medical science	107	31.4
	Biological interdisciplinary	38	11.1
Lab safety grade	BSL-1	46	13.5
	BSL-2	99	29.0
	BSL-3	27	7.9
	BSL-4	19	5.6
	Non biosafety lab	49	14.4
	Incomprehension	101	29.6
	Account	341	100.0

2 调查结果与现状分析

2.1 病原微生物安全认知情况

国内高校在生物安全教育培训方面普遍有所欠缺, 部分高校未开展生物安全教育培训, 部分高校即使开展教育培训, 也存在培训频率低、针对性不强等问题, 师生对生物安全法律、相关标准及规范性文件的了解程度普遍较低(表 2)。在生物安全法律方面, 了解生物安全法规具体内容的师生仅占 25.7%, 完全了解《人间传染的病原微生物名录》中关于病原微生物的分类标准及对应实验室生物安全级别的师生仅有 28.8%, 有 21.1%的师生完全不了解微生物气溶胶的产生及危害。在实验室安全等级认知方面, 有 29.6%的师生不了解所在实验室的安全等级。由此可见, 高校实验室的生物安全教育严重不足。

2.2 实验室规范建造情况

由于国内高校对生物安全的重视程度不够, 生

物实验室的建设和装修缺乏科学和规范的设计。部分实验大楼由其他建筑物改建而成, 不能满足生物类实验室在通风等方面的要求。由图 1 可知, 有 28.3%的师生所在的实验室未按照《实验室生物安全通用要求》(GB19489-2008)进行建造与装修, 有 26.5%的师生所在的微生物实验室未在当地卫生部门备案或者通过验收。

2.3 病原微生物的使用与防护情况

国内高校生物实验室在使用病原微生物和个人防护用品方面存在相当多隐患。许多师生缺乏安全意识, 没有病原微生物实验安全操作知识。统计结果(表 3)表明, 有 43.8%的师生采集过含病原微生物样品, 仅有 66.8%的师生对实验室的病原微生物实施分类管理, 有 26.3%的师生所在实验室没有对生物安全柜进行定期维护与检测。在病原微生物样品保存方面, 有 32.5%的实验室没有防盗措施。在个人防护方面, 有 29.5%的师生采样时没有在

表 2 国内高校病原微生物安全认知情况

Table 2 Safety awareness of pathogenic microorganism in Chinese universities

病原微生物安全认知内容 Awareness content of pathogenic microbial safety	调查结果 Survey results (%)		
	Understand	Know a little	Incomprehension
Do you know the laws and regulations involving pathogenic microorganisms?	25.7	46.2	28.1
Do you know the classification criteria for microbial hazard?	28.8	45.5	25.7
Do you know the production and harmfulness of microbial aerosol?	42.2	36.7	21.1

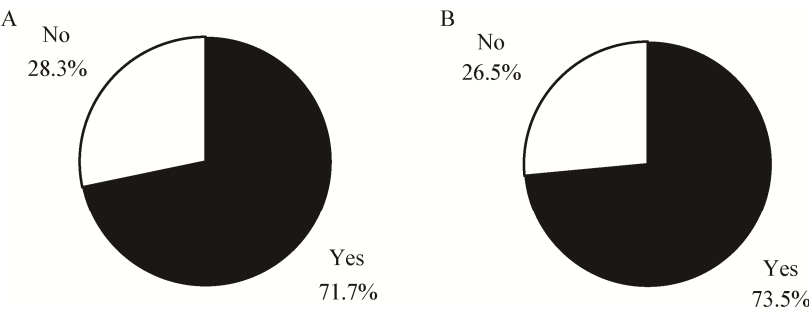


图 1 生物实验室建设、装修与验收情况

Figure 1 Construction, decoration and acceptance of biological laboratories

注: A: 按安全技术标准进行实验室建造与装修; B: 在卫生部门备案或通过其验收.

Note: A: Construction and decoration according to safety specification; B: Register in public health authorities or verification for acceptance.

表 3 使用病原微生物和个人防护用品情况

Table 3 Situation of the use of pathogenic microorganisms and personal protective equipment

接触和使用病原微生物情况 Exposure and use of pathogenic microorganisms	调查结果 Survey results (%)	
	Yes	No
Do you perform classification management of pathogenic microorganisms?	66.8	33.2
Have you collected samples containing pathogenic microorganisms?	43.8	56.2
Is there a sampling equipment and a perfect protection system in your laboratory?	70.5	29.5
Is the insulation garment disinfected after use every time?	68.2	31.8
Are there guard measures for preserving pathogenic microorganism samples?	67.5	32.5
Are the biosafety cabinets maintained and tested regularly?	73.7	26.3

生物安全柜中操作并佩戴相应个人防护用品，有 31.8%的师生在实验结束后，没有对实验隔离服消毒处理。

另外，部分师生没有根据《人间传染的病原微生物名录》和所在实验室的安全等级开展病原微生物实验，如金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、致病性大肠埃希菌等是常见的三类安全等级的微生物，应在 BSL-2 生物安全实验室进行采集和操作。据我们从地方政府卫生部门了解，许多高校没有建设和备案 BSL-2 实验室。可见，师生在普通生物实验室

或 BSL-1 实验室中开展三类安全等级的微生物实验较为常见(图 2)。

2.4 生物废弃物处置情况

微生物实验过程中产生的废弃物往往含有带活性的病原菌和其它有害物质，危险性极高^[8]。如果处置不当，易造成实验室环境污染，甚至导致传染病的传播。如图 3 所示，在生物废弃物处理上，有 12.3%的师生没有在生物废弃物处理前进行高温无害化处理，有 12.1%的师生没有开展分类收集与处理。

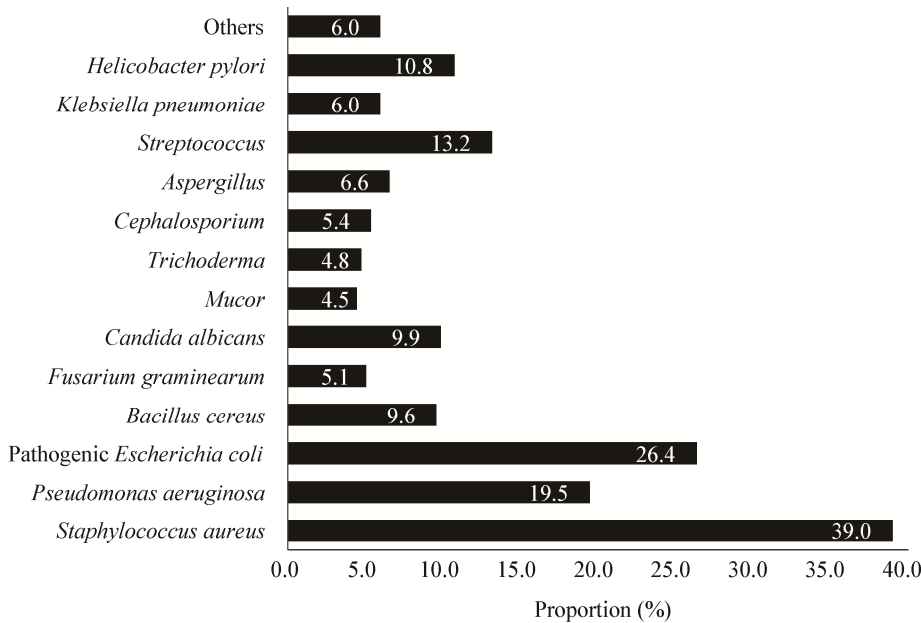


图 2 实验室中常见病原微生物的使用情况

Figure 2 Use of common pathogenic microorganisms in biological laboratory

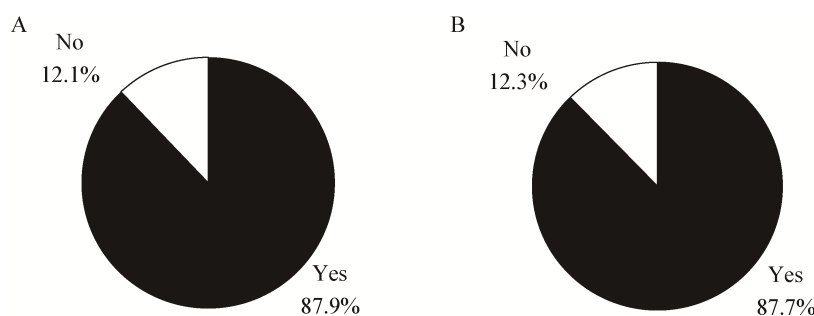


图3 实验室废弃物的处置情况

Figure 3 Disposal of the laboratory waste

注: A: 垃圾实施分类收集; B: 生物垃圾处置前进行灭菌处理。

Note: A: Waste was classified and collected; B: Biological waste was sterilized before treatment.

3 对策与建议

3.1 开展生物安全教育培训, 强化安全意识

有研究^[9]指出, 实验人员的不安全行为和不规范操作是导致实验室发生事故的直接原因, 而安全知识缺乏、安全意识淡薄则是导致不安全行为和不规范操作的直接原因。本调查结果显示, 近 70% 的师生没有接受系统的生物安全教育培训, 有近 50% 的师生没有意识到病原微生物在采样、使用和处置过程中可能对自己、其他人员和外界环境产生的危害。有资料显示, 美国许多高校及科研机构生物实验室均有严格的实验室准入机制, 如美国科罗拉多大学要求学生在进入实验室前除了要通过常规的生物安全培训考试外, 还要根据自己从事的实验领域有针对性的参加专项安全培训, 方可进入实验室^[10]。

通过在师生中广泛开展学校-院(系)-实验室三级生物安全教育培训, 尤其是不同实验室要针对本实验室研究方向和涉及的危险源, 开展相应培训, 使师生清楚实验室危险源, 熟悉各项生物安全规章制度, 掌握规范的实验操作流程和必要的个人防护技能。在实验操作前, 指导老师还应向学生强调实验室生物安全规则和注意事项, 指导学生规范操作, 使学生养成良好的实验习惯。

3.2 完善实验室生物安全管理制度

严格、可行的安全管理制度是实验室安全运行的重要保障。建立完善的安全制度, 一是要建立健

全病原微生物样本、危险性设备、实验废弃物处理、实验室清洁消毒等管理细则和操作规程, 并张贴于实验室醒目处。此外还应建立实验人员准入制度和门禁管理制度。二是明确实验室安全管理人员岗位职责及考核标准, 保证生物安全制度的有效性和执行力, 做到“有制度可依, 有标准可循”。三是分类管理, 不同安全等级的病原微生物实验需在相应安全等级的实验室开展, 不得在低安全等级实验室开展高致病性病原微生物实验; 同时, 开展病原微生物实验要建立实验风险评估机制, 根据评估结果制定相应的操作规程和应急预案。

3.3 规范实验室建设

规范实验室建设是保障实验室安全的必要条件。高校生物实验室的设计、建设或改造应符合《实验室生物安全通用要求》(GB19489-2008)。学校应加强生物实验室的建设审批, 对新建实验室尤其是 BSL-2 及以上安全级别实验室必须审核其设计方案、施工单位及人员资质后方可动工, 施工结束后须经过专业部门验收通过后方可开展实验。另外, 对部分不符合 BSL-2 和 BSL-3 生物安全标准的实验室须进行升级改造, 并通过相关部门验收后方可使用。

在生物实验室设计及改造中应明确以下几点, 一是实验室办公区和实验区应进行有效隔离, 以避免交叉污染; 二是科学布局实验室, 设置必要的防

护设施及废弃物收集和处理设施；三是加强病原微生物管理，对病原微生物菌种存放场所加装防盗报警装置；四是根据实验室安全等级，选择符合防护要求的生物安全柜和其他安全设施；五是做好安全警示标识，生物实验室门上应张贴国际通用的生物危害警告标识，实验室内也适当张贴相关标识，做到随时随地提醒。

3.4 定期维护安全设施

学校应设立实验室安全专项资金，用于对病原微生物实验室的菌种存放场所、生物安全柜、灭菌消毒设施和应急防护设施等进行定期维护和更新，确保仪器和设施状态良好、运行安全有效。高温灭菌设备和危险性仪器的使用人员也必须经过培训，取得上岗证或操作许可方可进行操作。

3.5 规范生物废弃物处置

为规范生物废弃物处置，防止实验人员受到感染以及污染周围环境，应对实验废弃物分类收集，放在标有生物危害标记的收集盒，并委托有处置资质的公司定期收集和处置；而实验过程产生的各种微生物菌种、用过的培养基、废弃的标本，需要以高温灭菌等方式进行无害化处理。禁止将生物废弃物与生活垃圾混放或将生物废液直接排入下水管道。

3.6 加强实验室安全检查

实验室安全检查是建立良好的实验室秩序、监督实验室安全运转、保障实验室安全的重要措施之一。学校应制定病原微生物实验室安全检查指标体系，实施实验室周查、院系月查和学校季查的三级安全管理模式；院(系)应定期对实验室的病原微生物菌种使用台账、设施设备、废弃物处置等进行检查，建立安全隐患台账，并督促整改落实。对于拒绝整改或隐患整改不到位的实验室应给予警告、暂时查封直至收回实验室等处罚。

REFERENCES

[1] Yu C. Empirical study of Ebola epidemic in West Africa from

2014 to 2016 based on SEIHFCR model[D]. Guangzhou: Master's Thesis of Jinan University, 2017 (in Chinese)

余晨. 基于 SEIHFCR 模型的 2014-2016 年西非埃博拉疫情实证研究[D]. 广州: 暨南大学硕士学位论文, 2017

[2] Pan Y, Wu LG. Research on safety management in biological laboratory[J]. Laboratory Science, 2016, 19(3): 218-220 (in Chinese)

潘越, 吴林根. 生物类实验室安全管理探索[J]. 实验室科学, 2016, 19(3): 218-220

[3] Normile D. Infectious diseases: Mounting lab accidents raise SARS fears[J]. Science, 2004, 304(5671): 659-661

[4] Wang D, Zhai L. 28 teachers and students of Northeast Agricultural University were infected with serious infectious diseases due to animal experiments[N]. China Youth Daily, 2011-09-09(3) (in Chinese)

王帝, 翟璐. 东北农业大学 28 名师生因动物实验感染严重传染病[N]. 中国青年报, 2011-09-09(3)

[5] State Council of the People's Republic of China. Regulations on biosafety management of pathogenic microorganisms laboratory[EB/OL]. [2004-11-12]. <http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2004-11/29/content-2271255.htm> (in Chinese)

中华人民共和国国务院. 病原微生物实验室生物安全管理条例[EB/OL]. [2004-11-12]. <http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2004-11/29/content-2271255.htm>

[6] National Standard of the People's Republic of China. Laboratories-General requirements for biosafety: GB 19489-2008[S]. Beijing: China Standard Press, 2009 (in Chinese)

中华人民共和国国家标准. 实验室 生物安全通用要求: GB 19489-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009

[7] Ministry of Health of the People's Republic of China. List of pathogenic microorganisms transmitted by humans [EB/OL]. [2006-01-11]. <http://www.Moh.Gov.cn/mohbgt/pw10602/200804/20471.shtml> (in Chinese)

中华人民共和国卫生部. 人间传染的病原微生物名录[EB/OL]. [2006-01-11]. <http://www.Moh.Gov.cn/mohbgt/pw10602/200804/20471.shtml>

[8] Chen L, Feng QQ, Jin J, et al. Analysis and suggestions on current bio-waste disposal in some universities[J]. Experimental Technology and Management, 2017, 34(11): 268-271 (in Chinese)

陈璐, 冯倩倩, 靳娇, 等. 部分高校生物废弃物处置现状分析与建议[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(11): 268-271

[9] Xu JB, Zhao TT. The current situations and countermeasures of university laboratory safety management[J]. Laboratory Science, 2009(4): 164-165 (in Chinese)

徐健斌, 赵涛涛. 高校实验室安全管理工作现状与对策研究[J]. 实验室科学, 2009(4): 164-165

[10] Website of Biological Safety Research Support Environmental Health and Safety University of Colorado at Boulder[DB/OL]. <http://www.colorado.edu/ehs/training/biosafety.html>