

动物医学实验室生物安全风险评估与防控策略研究

谢为天

广东海洋大学 广东省湛江市 524088

摘要: 动物医学实验室在进行病原微生物研究、疫苗开发以及动物疾病诊治过程中,面临着潜在的生物安全风险。通过对当前动物医学实验室生物安全管理现状的分析,探讨了实验室中可能存在的生物安全风险因素,包括病原微生物、实验操作失误、环境设施问题等方面。针对这些风险,提出了系统的生物安全风险评估方法,并结合实际情况,提出了多项防控策略,加强动物医学实验室的生物安全管理,降低生物安全事故发生的概率。本文对未来动物医学实验室生物安全管理的发展方向进行了展望,为相关领域的研究人员提供理论支持和实践指导。

关键词: 动物医学实验室; 生物安全; 风险评估; 防控策略

引言:

动物医学实验室在现代医学研究中扮演着至关重要的角色,它们为疾病预防、疫苗开发、病原微生物的研究以及动物健康监测提供了基础支持。这些实验室是科学家进行前沿科研的场所,也是动物疫病防控和人类公共卫生安全的重要保障。随着实验技术的不断进步和实验规模的扩大,动物医学实验室面临的生物安全问题日益严峻。实验中可能涉及的高致病性病原、毒素以及传染性物质,使这些实验室存在着潜在的生物安全风险。生物安全事故的发生会影响实验人员的健康,还可能对社会公共安全构成威胁,加强动物医学实验室的生物安全管理显得十分重要。

1. 动物医学实验室的生物安全现状

动物医学实验室是进行动物疾病研究、病原微生物检测和疫苗开发的重要场所,根据功能和风险水平分为不同类型,如基础研究实验室、临床诊断实验室和疫苗研究实验室等。基础研究实验室一般涉及低致病性病原,生物安全级别为BSL-1或BSL-2,而临床诊断和疫苗研究实验室则处理高致病性病原,生物安全级别为BSL-3或BSL-4。发达国家如美国和欧洲的实验室生物安全管理较为完善,遵循严格的国际标准,定期进行审查和认证。国内一些实验室存在生物安全管理不到位、设备不足、培训不充分等问题,一些小规模科研机构 and 高校,缺乏健全的安全制度和有效的监管,导致潜在的安全隐患和突发事件处理能力不足。

2. 动物医学实验室中的生物安全风险因素

2.1 生物危害因素

实验室常常涉及高致病性病原微生物的研究,这些微生物可能对实验人员、环境以及社会健康构成威胁。例如,一些动物传染病病原如口蹄疫、禽流感、狂犬病等,具备较强的传播性和致病性,能够迅速在人与动物之间传播。一旦这些病原泄漏或操作不当,导致大规模的疫病爆发。某些动物携带的病原可能具有跨物种的传播能力,对人类或其他动物造成威胁。对这些致病性动物的研究和处理需要严格的安全防范措施,否则一旦发生意外接触或传播,将可能引发严重的生物安全事故^[1]。

2.2 实验过程中的风险

在实验室中,实验操作通常涉及对动物进行处理、解剖和病原检测,这些操作如果不严格按照安全规程进行,造成病原泄漏或扩散。例如,在进行动物解剖时,病原微生物可能通过气溶胶、液体飞溅或空气传播进入环境,导致实验室内的空气或表面受到污染。在实验室内进行动物疫苗的研究与生产时,未经充分消毒的工具和设备也可能成为病原的传播途径。实验人员对操作程序的疏忽大意、过于频繁的实验操作或多任务处理,也增加了生物安全事故的发生概率。

2.3 环境与设施风险

实验室环境设计不合理或设施管理不到位,会带来严重安全隐患。空气流通系统如设计和维护不当,可能导致病原传播。灭菌设施、消毒设备及废弃物处理系统若出现故障或缺乏检查,可能导致病原泄漏。实验室建筑结构和区域隔

离设计需符合生物安全标准，确保不同风险等级的区域有效隔离，防止高风险区域病原扩散至低风险区域。

2.4 人员操作失误与管理漏洞

实验室人员在日常工作中，由于经验不足、疏忽大意或对安全规程认识不清，导致不符合生物安全要求的操作。例如，实验人员在操作过程中未佩戴适当的个人防护装备，或者在废弃物处理时没有严格执行消毒程序，这些都可能导致病原泄漏。人员的安全意识和培训不到位，让生物安全管理制度的执行不到位，甚至发生违规操作。实验室管理体系的薄弱，缺乏定期的安全检查和督导，也使潜在的生物安全隐患得不到及时识别和处理。部分实验室在发生安全事件时，未能及时启动应急预案，导致事故的蔓延和扩散。

3. 生物安全风险评估方法与技术

3.1 定性与定量风险评估方法

定性风险评估方法依赖专家判断，常用的有风险矩阵法，通过评估风险的可能性和严重性，帮助识别高风险因素。定量评估方法如层次分析法（AHP），通过计算风险因素的权重确定其重要性，适用于复杂环境。其他定量方法如故障模式效应分析（FMEA）和蒙特卡罗模拟，提供更精确的风险数据，适合高风险实验环境的评估。

3.2 评估工具与技术

为了有效进行生物安全风险评估，使用专业的评估工具和技术至关重要。生物安全标准和流程评估帮助实验室依据国际或国家标准进行自我检查，确保符合安全要求。生物安全审计、检测工具以及实验室管理软件和自动化监控系统，可定期评估实验室的生物安全管理体系，实时监测风险因素，提供数据支持，帮助及时采取防控措施。

4. 动物医学实验室中的生物安全风险因素

4.1 生物危害因素

实验室常常涉及高致病性病原微生物的研究，这些微生物可能对实验人员、环境以及社会健康构成威胁。例如，一些动物传染病病原如口蹄疫、禽流感、狂犬病等，具备较强的传播性和致病性，能够迅速在人与动物之间传播。一旦这些病原泄漏或操作不当，可能导致大规模的疫病爆发。某些动物携带的病原可能具有跨物种的传播能力，对人类或其他动物造成威胁。对这些致病性动物的研究和处理需要严格的安全防范措施，否则一旦发生意外接触或传播，将可能引发严重的生物安全事故^[2]。

4.2 实验过程中的风险

在实验室中，实验操作通常涉及对动物进行处理、解剖和病原检测，这些操作如果不严格按照安全规程进行，造成病原泄漏或扩散。例如，在进行动物解剖时，病原微生物通过气溶胶、液体飞溅或空气传播进入环境，导致实验室内的空气或表面受到污染。在实验室内进行动物疫苗的研究与生产时，未经充分消毒的工具和设备也可能成为病原的传播途径。实验人员对操作程序的疏忽大意、过于频繁的实验操作或多任务处理，也增加了生物安全事故的发生概率。

4.3 环境与设施风险

如果实验室的环境设计不合理或设施管理不到位，将带来不可忽视的安全隐患。许多实验室使用高效的空气过滤和负压通风系统来防止病原通过空气传播，但若这些设施设计不当或维护不良，空气中的病原可能无法有效过滤，导致实验室外部环境的污染。实验室的灭菌设施、消毒设备以及废弃物处理系统的运行状况也直接影响实验室的生物安全。如果这些设施出现故障或未定期检查，将可能导致病原通过废水、废气或其他途径泄漏。实验室的建筑结构和区域隔离设计也需要符合生物安全要求，保障不同风险等级的实验区域得到有效隔离，避免高风险区域的病原泄漏到低风险区域。

4.4 人员操作失误与管理漏洞

实验室人员因经验不足、疏忽大意或对安全规程认识不清，可能导致操作不符合生物安全要求，如未佩戴防护装备或未严格消毒废弃物，造成病原泄漏。安全意识和培训不到位，管理体系薄弱，缺乏定期检查和应急响应机制，导致生物安全隐患无法及时识别和处理。动物医学实验室的生物安全风险因素涉及病原微生物、操作失误、环境设施问题以及人员失误等多个方面^[3]。

5. 结论

通过对动物医学实验室生物安全风险评估与防控策略的研究，文章提出了加强管理体系、完善设施建设、强化人员培训和提升应急响应能力等防控措施。生物安全风险的有效识别与管理依赖于科学的评估方法和技术，结合严格的制度执行。实验室应不断优化其设施、流程及人员管理，降低潜在的安全隐患，为公共健康提供保障。加强国内外合作、提升监管水平是保障实验室生物安全的重要举措。

参考文献：

[1] 董记红, 侯乐乐, 高善颂, 等. 兽医实验室安全

管理保障体系的构建——以青岛农业大学为例[J]. 家禽科学, 2023, 45(05): 45-49.

[2] 杨明凡, 万博, 杜永坤, 等. 兽医微生物学实验教学中生物安全管理[J]. 畜牧兽医科学(电子版), 2020, (19): 159-161.

[3] 罗敏. 动物医学教学实验室生物安全管理体系的构建[J]. 现代畜牧科技, 2018, (02): 15.

作者简介:

谢为天(1969.11.07 -), 男, 汉, 广东化州, 硕士, 高级实验师, 研究方向: 动物健康养殖, 实验室生物安全与风险管理。

基金项目:

广东海洋大学 2023 年度实验室安全研究项目: 高校动物医学实验室生物安全风险管理和防控机制研究。