

DOI:10.13350/j.cjpb.250625

• 综述 •

依托现代教学技术通过病原生物学实验提高学生生物安全意识创新研究*

崔沐**,李贞,杨旭园,冯昊

(西安医学院,陕西西安 710021)

【摘要】 病原生物学实验课程是一门关键课程,传统教学模式往往侧重理论,缺乏实践操作,导致学生生物安全意识薄弱。本研究聚焦于依托现代教学技术,通过病原生物学实验提升学生生物安全意识的创新研究。剖析了病原生物学实验教学在材料、教学方式、内容及考核等方面的现状与挑战,阐述虚拟仿真技术、交互式学习平台等现代教学技术在该领域的应用优势。强调生物安全意识对公共卫生的重要性,提出设定与实施相关教育目标的策略。探讨实验教学内容与生物安全意识结合的途径,包括创新设计实验、互动式学习应用等,并构建教学效果评估与反馈机制。最后对未来借助新技术持续创新教学模式进行展望,旨在为培养高素质生物安全人才提供理论与实践参考。

【关键词】 现代教学技术;病原生物学实验;生物安全意识;综述

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2025)06-0809-04

[*Journal of Pathogen Biology*. 2025 Jun.;20(06):809-812, 817.]

Innovative research on improving students' biosafety awareness through Pathogenic Biology experiments relying on modern teaching technologies

CUI Mu, LI Zhen, YANG Xuyuan, FENG Hao (Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China)

【Abstract】 The Pathogenic Biology Experiment Course is a crucial curriculum. Traditional teaching models often focus on theory and lack practical operations, resulting in students having weak biosafety awareness. This research focuses on the innovative study of enhancing students' biosafety awareness through pathogenic biology experiments by relying on modern teaching technologies. It analyzes the current situation and challenges of pathogenic biology experiment teaching in terms of materials, teaching methods, content, and assessment, and elaborates on the application advantages of modern teaching technologies such as virtual simulation technology and interactive learning platforms in this field. It emphasizes the importance of biosafety awareness for public health and proposes strategies for setting and implementing relevant educational goals. It explores the ways to integrate experimental teaching content with biosafety awareness, including innovative experimental design, application of interactive learning, etc., and constructs an evaluation and feedback mechanism for teaching effectiveness. Finally, it looks ahead to the continuous innovation of teaching models with the help of new technologies in the future, aiming to provide theoretical and practical references for cultivating high-quality biosafety talents.

【Keywords】 modern teaching technologies; Pathogenic Biology experiments; biosafety awareness; review

*** 病原生物学作为临床医学专业的核心基础课程,其实验教学对于医学生掌握疾病诊断、治疗及防控技能至关重要。然而,当前病原生物学实验教学面临诸多困境。一方面,实验材料的致病性导致可利用材料稀缺,实验设备与条件的限制使得学生实际操作机会匮乏,难以深入洞悉病原特性。另一方面,传统教学方式以教师讲授为主,缺乏趣味性与互动性,学生学习兴趣不高,参与度低下。教学内容偏重理论,与实际应用脱节,实验项目简单,考核方式单一,无法全面评估学生能力,不利于培养学生解决实际问题的能力与创新精神。

与此同时,在实验教学中,学生生物安全意识普遍淡薄,对生物安全重要性认识不足,实验操作中不遵守生物安全规程,给实验室感染及公共卫生安全带来潜在风险。因此,借助现代教学技术,优化病原生物学实验教学,提升学生生物安全意识迫在眉睫,这不仅关乎学生个人专业素养的提升,更对维护公共卫生安全具有深远意义。

1 病原生物学实验教学现状分析

病原生物学作为临床医学专业中不可或缺的一门基础课程,其内容不仅涵盖了广泛的理论知识,还包括了多种实验操作技术^[1]。这些实验操作技术对于医学生能够准确诊断疾病、合理使用药物以及有效预防和控制传染病等方面都具有深远的意义^[2]。

1.1 当前病原生物学实验教学的挑战

1.1.1 实验材料具有致病性,可利用实验材料较少 由于病原生物学实验材料具有致病性,可利用实验材料较少,导致实验开展受限。为了保护学生的身体健康,很多实验课程只能通过图片、视频或文字描述进行,学生缺乏实际操作机会,难以深入理解病原特性^[3]。此外,实验设备的不足和实验条件的限

* **【基金项目】** 陕西省2020年科技计划项目(No. 2020JM-606);西安医学院科技创新团队立项建设项目(No. 2021TD12)。

** **【通信作者(简介)】** 崔沐(1976-),男,陕西人,硕士,副教授,研究方向:基础研究。E-mail: cuimu3355@163.com

制,进一步影响了实验教学的效果,使得学生难以全面掌握病原生物学的基本技能。在当前的病原生物学实验课程中,主要为常用、经济、并且具有代表性的简单实验项目。然而,学生们在面对那些耗时较长、成本较高的大型实验时,往往缺乏实际操作的机会^[4]。这种情况并不利于学生对相关知识的深入理解和掌握,同时也限制了他们在实验操作能力方面的提升。

1.1.2 传统教学趣味性、互动性不足 传统教学方式往往以教师讲授为主,学生被动接受,缺乏趣味性和互动性,导致学生学习兴趣不高,参与度低。实验课程内容单一,缺乏创新,难以激发学生的探索欲望,影响教学效果。传统病原生物学实验教学主要依赖于显微镜下的形态学观察,作为基础的教学手段^[5]。教学方法显得相对单调乏味,这导致学生们在参与实验课程时,往往缺乏足够的学习兴趣。由于缺乏主动探索和学习的内在动力,不利于学生对相关知识的深入理解和长期掌握。同时由于缺乏主动参与的意识,严重限制学生的科学思维和创造能力的发展,进而影响其未来职业生涯中应对复杂生物安全问题的能力^[6]。

1.1.3 教学内容与实际应用 脱节 教学内容理论性强而实践性弱,难以培养学生解决实际问题的能力。实验内容更新缓慢,未能紧跟学科发展前沿,导致学生知识体系滞后。在现代临床医学领域,微生物诊断技术已经取得了显著的进步,引入了包括微生物鉴定与药敏系统、质谱仪以及荧光定量 PCR 等多种先进手段^[7]。这些技术的应用极大地提高了病原体检测的准确性和效率,为临床治疗提供了强有力的支持。然而,传统的病原生物学实验方法,还停留在试管法生物化学反应、血清学鉴定以及纸片法药敏测试,这些传统方法的使用限制了学生实验技能向临床应用的转化和扩展,使得学生在实验室中学习到的技能与临床实际需求之间存在一定的脱节。随着病原体种类的不断增多和变异速度的加快,传统的教学方法难以及时更新和反映最新的病原体信息,导致学生在实验中可能接触到过时的知识。根据世界卫生组织(WHO)的报告,每年有新的传染病出现,而这些新病原体的特性需要快速融入教学内容中。新病原体如猴痘病毒和啮齿动物病毒已被纳入 WHO 的“优先病原体”清单,这些病原体的高传染性和毒性要求实验教学必须及时更新,以涵盖最新的病原体信息,确保学生掌握前沿的防控技术。然而,当前实验教学资源有限,难以迅速响应新病原体的纳入,导致学生在面对实际疫情时可能缺乏必要的应对能力。这种滞后性不仅影响了学生的专业素养,也可能对公共卫生安全构成潜在威胁。因此,亟需优化实验教学体系,增强其灵活性和前瞻性,以确保学生能够紧跟学科发展步伐,有效应对不断变化的病原体挑战。

1.1.4 实验项目简单,考核方式不全 实验项目往往局限于基础操作,缺乏综合性、设计性实验,难以全面评估学生的实际能力。考核方式单一,主要以实验报告为主,忽视了对学生实验过程和思维能力的综合评价,导致学生重结果轻过程,不利于培养其科学探究精神和创新能力。

1.2 学生生物安全意识的现状与需求 在病原生物学实验教学中,学生生物安全意识的现状与需求显得尤为重要。当前,学生普遍缺乏对生物安全重要性的深刻认识,这在一定程度上反映了教学内容与实际操作之间的脱节。学生在实验操作中未能严格遵守生物安全规程,这不仅增加了实验室感染的风

险,也对公共卫生安全构成了潜在威胁^[8]。例如,在处理未知病原体样本时,学生往往因为缺乏足够的警惕性而忽视了必要的防护措施。病原生物学实验课程不仅仅局限于培养学生掌握基础的实验操作技能,它还肩负着帮助学生树立起对生物安全的深刻认识和高度警觉^[9]。通过这一课程的学习,学生们将学会如何在实验过程中采取必要的防护措施,以确保个人和他人的安全,同时也会了解到在处理病原体时应遵循的规范和法律法规。此外,课程还会强调在实验室内维护一个安全、健康的工作环境的重要性,以及在面对潜在的生物危害时应如何做正确的应对措施。通过这些教育,学生将能够在未来的职业生涯中,无论是在实验室还是在其他相关领域,都能够负责任地处理生物安全问题,从而保护公众健康和环境安全。因此,通过创新的教学方法,不仅要传授知识,更要培养学生的生物安全意识。

2 现代教学技术在病原生物学教学中的应用

2.1 虚拟仿真技术 在病原体模拟中的作用 虚拟仿真技术是一种新兴的产物,它主要依赖于多媒体技术、虚拟现实技术以及网络通信技术等多种科技手段的支撑^[10]。通过这些先进技术的融合,虚拟仿真技术成功地将传统的仿真技术与现代的虚拟现实技术结合起来,从而创造出一种全新的技术应用领域^[11]。在病原生物学实验教学中,虚拟仿真技术(VR)的应用为学生提供了一个沉浸式的环境,使他们能够以一种安全、可控的方式模拟和观察病原体。虚拟仿真实验室的设计理念是以学生为中心,通过这种创新的教学方式,能够极大地激发学生们对学习的热情和兴趣。它不仅能够调动学生的学习自主性,还能够让学生们在学习过程中更加积极主动^[12]。此外,虚拟仿真实验室还具备对传统课程内容进行有效切割和重构的能力,通过这种方式,可以使得原本可能显得枯燥无味的学习内容变得更加生动有趣,同时也能让学习过程变得更加有序和系统化。虚拟仿真技术还能有效降低实验成本,减少实际操作中的风险,让学生在无压力的环境中反复练习,直至熟练掌握各项技能^[13]。这种教学方式不仅提升了学习效果,也为培养具备高度生物安全意识的专业人才奠定了坚实基础。虚拟仿真系统在现代教育和科研领域扮演着越来越重要的角色,它能够有效地拓展多种实验项目的可能性。通过这种先进的技术,可以突破传统实验室在生物安全、经费预算、设施条件等方面的限制性因素,从而使得原本无法开展的实验项目得以实现^[14]。这种系统通过模拟真实实验环境,不仅为学生和研究人员提供了一个安全、可控的实验平台,而且大大降低了实验成本,提高了实验效率。

通过虚拟仿真技术的应用,学生们能够在模拟环境中深入理解病原体的特性和传播途径,从而在实际操作中更加谨慎和规范。虚拟仿真技术的引入,使得学生在模拟实验中能够直观感受到生物安全的严峻性,进而内化安全操作规范。通过反复模拟高风险实验,学生能在无风险环境中深刻理解生物安全的重要性,形成条件反射式的安全操作习惯。通过这种沉浸式学习,学生们不仅能掌握理论知识,还能在实践中培养解决问题的能力,确保在真实环境中能够迅速、准确地应对各种生物安全挑战^[15]。同时,虚拟仿真技术还能实时反馈学生的学习情况,教师可根据数据调整教学策略,实现个性化教学,进一步提升教学质量。这种互动性强、反馈及时的教学模式,使学生在

掌握知识的同时,培养了批判性思维和创新能 力,为未来的科研和实际工作打下坚实基础。虚拟仿真技术的应用,正是教育科技人才一体化理念的生动实践。

2.2 交互式学习平台在实验教学中的优势 在病原生物学实验教学中,交互式学习平台的引入显著提升了学生的学习体验和生物安全意识。数码显微互动系统是一种创新的微观形态学实验教学模式,它巧妙地将数码显微技术与网络信息技术相结合,为学生和教师提供了一个互动性强、信息量大的学习和教学平台^[16]。该系统不仅能实时显示显微镜下的图像,还能实现师生之间的即时交流,极大地提高了实验教学的互动性和趣味性。在病原生物学实验课程中,人体寄生虫学和医学微生物学的标本种类繁多,使用无线智能显微互动系统后,教师可根据需要,将教师端显微镜下的示教标本视野、或电脑屏幕上的授课内容、视频和操作过程等,通过“教学示范”模式,传送到每个学生的智能终端^[17]。这种先进的教学方式不仅提高了教学效率,还增强了学生的学习兴趣和互动性^[18]。学生们能够实时观察到教师端的显微镜下的图像,以及教师在电脑上展示的详细教学内容,包括各种图表、动画和实验操作演示。通过这种平台,学生可以更直观地观察病原体的微观结构,教师也能根据学生的反馈及时调整教学方案,确保每个学生都能充分理解和掌握相关知识^[19-20]。此外,教师还可以通过这个系统进行实时的问答和讨论,及时解答学生在学习过程中遇到的问题,从而使得整个教学过程更加生动、直观和高效。同时,系统的数据分析功能还能帮助教师精准掌握学生的学习进度和理解程度。

此外,交互式学习平台还支持远程教学,打破了地域限制,使得偏远地区的学生也能享受到优质的教育资源。这种教学模式不仅提升了学生的学习兴趣,还促进了教育公平,为培养更多高素质的病原生物学人才奠定了坚实基础。交互式学习平台的应用,有效推动了病原生物学实验教学模式的革新,契合了“加强基础、促进交叉、尊重选择、卓越教学”的教育理念。通过数码显微互动系统,学生不仅能深入探究病原体微观世界,还能在师生互动中提升学习力、思想力和行动力。

3 生物安全意识的重要性与教育目标

3.1 生物安全意识对公共卫生的重要性 在当今社会,生物安全意识的提升对于维护公共卫生安全具有至关重要的作用。随着全球化进程的加快,传染病的传播速度和范围大大增加,生物安全问题已成为全球公共卫生领域面临的重大挑战之一^[21]。例如,2019年末暴发的新型冠状病毒(COVID-19)感染疫情,不仅对全球公共卫生系统造成了巨大压力,也凸显了公众生物安全意识的不足。生物安全意识的普及教育,能够有效预防和控制传染病的发生与蔓延,保障人民群众的生命健康。通过加强生物安全知识的学习和实践,公众能够提高自我防护能力,减少生物安全风险。教育部门应将生物安全教育纳入课程体系,培养学生从小树立正确的生物安全观念,形成全社会共同参与的良好氛围。同时,学校和企业也应加强合作,开展生物安全培训和演练,提升从业人员的专业素养和应急处理能力。通过多方联动,构建完善的生物安全防护体系,确保在面对突发公共卫生事件时,能够迅速、有效地应对,最大限度地减少损失,保障社会稳定和人民安全。

因此,通过现代教学技术,将生物安全意识融入病原生物

学实验教学中,可以有效提高学生对生物安全重要性的认识。此外,通过案例分析和模拟演练,学生能够更好地理解生物安全措施在预防疾病传播中的应用,从而在实际工作中更好地保护自己与他人,为公共卫生安全做出贡献。

3.2 教育目标的设定与实施策略 在病原生物学实验教学中,教育目标的设定与实施策略是提升学生生物安全意识的关键^[22]。首先,目标设定需基于对学生当前生物安全知识水平的准确评估,结合公共卫生领域对生物安全的高标准要求。明确教育目标,制定涵盖基础理论、实践操作和应急处理的综合教学计划。通过情景模拟、案例分析等多样化教学方法,强化学生生物安全实操能力^[23]。定期评估教学效果,及时调整策略,确保教育目标与实际需求紧密结合,全面提升学生生物安全素养。同时,鼓励学生参与与生物安全相关的科研项目和社会实践,增强理论与实践结合的能力。通过建立生物安全实验室和模拟演练中心,提供真实操作环境,进一步提升学生的实战经验和应对能力。教育部门应与卫生、科研机构紧密合作,共享资源,形成合力,共同推动生物安全教育的深入发展。

4 实验教学内容与生物安全意识的结合

4.1 实验教学内容与生物安全意识的结合 设计性实验作为一种实验教学的延伸和补充,它能够充分地发挥学生的主体作用,同时极大地激发学生的创造意识^[24]。通过这种实验形式,学生被置于一个持续探索的环境中,不断地提出问题、解决问题,从而有效地培养他们的创新思维和解决问题的能力。在病原生物学实验教学中,创新设计是提升学生生物安全意识的关键。通过引入VR技术,学生可以沉浸在一个模拟的病原体环境中,进行无风险的实验操作。例如,利用VR技术模拟SARS-CoV-2病毒的传播和防控,学生可以在虚拟环境中直观地观察到病毒的传播途径和防护措施的有效性。这种模拟不仅增强了学生对生物安全重要性的认识,而且通过互动式学习平台,学生能够实时反馈和讨论,从而加深理解。此外,结合案例分析模型,如“埃博拉病毒暴发”的案例研究,可以进一步强化学生对生物安全措施必要性的认识。通过创新实验教学内容的设计,能够激发学生的想象力,让他们在安全的虚拟环境中学习和实践,为未来的公共卫生安全做出贡献。

在病原生物学实验教学中,融入生物安全意识是至关重要的。例如,利用VR技术,学生可以在模拟环境中体验到实验室事故的后果,从而深刻理解遵守生物安全规程的重要性。此外,交互式学习平台能够提供实时反馈和模拟实验操作,使学生在安全的虚拟环境中学习如何正确处理潜在的生物危害。通过案例分析,学生能够学习到历史上真实的生物安全事故,并分析其原因和后果,从而在实际操作中避免类似事件的发生。

4.2 互动式学习在生物安全教育中的应用 在病原生物学实验教学中,互动式学习平台的引入显著提升了学生对生物安全意识的重视。通过模拟实验和实时反馈机制,学生能够在虚拟环境中亲身体验生物安全规程的执行,从而加深对生物安全重要性的理解。如,在模拟埃博拉病毒实验中,学生需严格遵循防护措施,任何疏忽都会导致虚拟感染,这种沉浸式体验有效提升了他们的安全意识。此外,互动平台还支持小组讨论和协作,学生在共同分析案例时,能够互相启发,形成更全面的安全

策略^[25]。通过这种互动,不仅增强了团队协作能力,还进一步巩固了生物安全知识,使学生在未来的实际操作中更加谨慎和规范。此外,互动式学习平台还可以集成案例分析模型,让学生分析真实世界中的生物安全事件,从而培养他们解决复杂问题的能力。

4.3 教学效果评估与反馈机制

4.3.1 教学效果评估的方法与指标 在传统的病原生物学实验课程中,评价方式往往显得较为单一,这通常会导致学生对实验课程的态度不够认真,从而不利于激发学生在学习过程中的积极性和主动性^[26]。在利用现代教学技术提升病原生物学实验中的学生生物安全意识的过程中,教学效果评估的方法与指标是至关重要的。评估方法应包括定量和定性两个方面,以确保全面了解教学活动的影响。定量评估可以通过设计问卷调查、考试成绩分析以及实验操作技能的考核来实现,这些数据能够提供学生生物安全知识掌握程度和技能提升的直接证据。例如,通过对比实验组和对照组的考试成绩,可以评估虚拟现实技术在病原体模拟中对学生理解深度的影响。定性评估则可以通过学生反馈、教师观察记录以及小组讨论的录音分析来进行,以捕捉学生对生物安全意识的内在态度变化和行为习惯的改进。此外,案例研究方法可以用来深入分析特定学生或小组在实验教学中的表现,从而揭示教学策略的有效性。这强调了教育应与实际生活紧密结合,因此在评估指标中,应特别关注学生将生物安全知识应用于现实生活情境的能力。通过这些综合评估方法与指标,可以确保教学活动不仅传授知识,而且能够培养学生的生物安全意识和实践能力。

4.3.2 建立有效的反馈与持续改进机制 在教学活动和项目建设的过程中,教师、学生以及制作人员扮演着至关重要的角色,他们共同构成了参与教学效果反馈与评价的主体^[27]。在病原生物学实验教学中,建立有效的反馈与持续改进机制是提升学生生物安全意识的关键。通过收集和分析学生在实验过程中的表现数据,教师可以及时发现教学中的不足之处,并据此调整教学策略。例如,利用在线问卷调查和实验后反馈表,可以收集学生对实验内容、教学方法和生物安全措施的直接反馈。根据这些反馈,教师可以运用戴明环(PDCA)模型进行持续改进,即计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)、行动(Act),形成一个循环的改进过程。通过PDCA模型,教师不仅能优化教学内容,还能提升实验设计的科学性,确保每次教学循环都更贴近学生需求。同时,学生反馈的及时性也促进了教学方法的灵活调整,增强了生物安全教育的实效性。此外,定期组织师生座谈会,深入探讨教学中的难点和亮点,进一步提炼有效教学策略,确保生物安全意识培养的持续性和深入性。通过多方参与的反馈机制,形成良性互动,不断优化教学体系,提升教学质量。

4.4 未来展望与持续创新 随着现代教学技术的飞速发展,虚拟现实和增强现实技术在病原生物学实验教学中的应用日益广泛。这些技术不仅能提供沉浸式的学习体验,还能模拟真实实验室环境,增强学生的实践操作能力。未来,人工智能和大数据分析将进一步优化个性化教学方案,提升教学效果。通过不断探索新技术与教学融合的新路径,病原生物学实验教学将更加高效和精准,为培养高素质的生物安全人才奠定坚实基础

础^[28]。现代教学技术正是通过创新的方式,使学习成为一种生活体验,而不仅仅是知识的灌输。

在病原生物学实验教学中,持续创新是提升学生生物安全意识的关键驱动力。通过引入最新的教学工具和方法,不断激发学生的学习兴趣 and 主动性,进而深化其对生物安全重要性的认识。同时,创新的教学模式还能促进师生互动,形成良好的学习氛围,使学生在实践中逐步形成稳固的生物安全行为习惯。持续创新不仅优化了教学方法,更通过模拟真实情境,强化了学生的应急处理能力。此外,持续创新还体现在教学内容的创新设计上,如将最新的生物安全研究成果和案例分析融入课程,使学生能够及时了解和掌握最新的生物安全知识和技能。通过这些创新方法,学生能够更好地认识到生物安全在维护公共卫生安全中的重要性,并在未来的专业实践中,将这种意识转化为有效的行动。

5 结语

在当今全球化背景下,生物安全问题愈发凸显,对专业人才的生物安全意识与能力提出了更高要求。通过本研究可知,现代教学技术为病原生物学实验教学带来了创新变革的契机。虚拟仿真技术、交互式学习平台等的应用,有效解决了传统教学面临的诸多难题,显著提升了学生的学习兴趣与参与度,强化了学生对生物安全重要性的认识与实践能力。

通过将生物安全意识融入实验教学内容,创新实验设计,开展互动式学习,并构建科学合理的教学效果评估与反馈机制,实现了教学质量的持续改进与提升。然而,教学改革是一个持续演进的过程,随着科技的飞速发展,如人工智能、大数据分析等新技术不断涌现,应持续探索其与病原生物学实验教学的深度融合,进一步优化教学模式,为培养适应时代需求的高素质生物安全人才奠定坚实基础。只有不断创新与完善教学体系,才能使学生在面对复杂多变的生物安全挑战时,具备扎实的知识技能与高度的生物安全意识,为维护公共卫生安全贡献力量。

【参考文献】

- [1] 李忠玉,唐双阳,周洲,等. 虚拟仿真实验在医学微生物学实验教学中的应用体会[J]. 基础医学教育,2016,18(2):135-136.
- [2] 王恩漫,刘伟,常凤军,等. 病原生物学实验教学中虚拟仿真方法的应用研究[J]. 中国病原生物学杂志,2022,17(8):991-993.
- [3] 白慧玲,孙伟力,葛振英,等. 融入虚拟仿真实验的基础医学实验教学实践[J]. 基础医学教育,2018,20(10):917-919.
- [4] 刘俐,刘平安,李玲,等. 虚拟仿真实验技术在医学微生物学实验教学中的应用研究[J]. 中国中医药现代远程教育,2017,15(6):1-2.
- [5] 湛孝东,唐小牛,李朝品. 医学寄生虫电子标本库建设及其在实验教学中的应用[J]. 热带病与寄生虫学,2015,13(2):112-113.
- [6] 唐媛媛,李京培,王晓楠,等. 病原生物学数字化实验教学系统建设构思[J]. 基础医学教育,2018,20(9):788-790.
- [7] 冯雪君,顾琰颖,宋国蓉,等. VITEK-MS 质谱仪联合分离胶促凝管直接鉴定阳性血培养瓶微生物的研究[J]. 中国卫生检验杂志,2023,33(7):802-806.
- [8] 刘娟娟,荆雪宁,刘文辉,等. 病原生物与免疫学实验实训中培养学生生物安全意识的尝试[J]. 卫生教育,2019,17(1):125-126.

(下转 817 页)

- 1157-1168.
- [39] Li Y, Liu Y, Xiu F, et al. Characterization of exosomes derived from *Toxoplasma gondii* and their functions in modulating immune responses[J]. Int J Nanomedicine, 2018, 13:467-477.
- [40] Ihara F, Nishikawa Y. *Toxoplasma gondii* manipulates host cell signaling pathways via its secreted effector molecules [J]. Parasitol Int, 2021, 83:102368.
- [41] Ma ZY, Wu XJ, Li C, et al. Functional characterization of 11 tentative microneme proteins in type I RH strain of *Toxoplasma gondii* using the CRISPR-Cas9 system[J]. Animals (Basel), 2024, 14(17):2543.
- [42] Zhang S, Wang F, Zhang D, et al. Structural insights into MIC2 recognition by MIC2-associated protein in *Toxoplasma gondii* [J]. Commun Biol, 2023, 6(1):895.
- [43] Zhu J, Wang Y, Cao Y, et al. Diverse roles of TgMIC1/4/6 in the *Toxoplasma* infection [J]. Front Microbiol, 2021, 12:666506.
- [44] Kim MJ, Jung BK, Cho J, et al. Exosomes secreted by *Toxoplasma gondii*-infected L6 cells: their effects on host cell proliferation and cell cycle changes [J]. Korean J Parasitol, 2016, 54(2):147-154.
- [45] Lu J, Wei N, Zhu S, et al. Exosomes derived from dendritic cells infected with *Toxoplasma gondii* show antitumoral activity in a mouse model of colorectal cancer [J]. Front Oncol, 2022, 12:899737.
- [46] Zhu S, Lu J, Lin Z, et al. Anti-tumoral effect and action mechanism of exosomes derived from *Toxoplasma gondii*-infected dendritic cells in mice colorectal cancer [J]. Front Oncol, 2022, 12:870528.
- [47] 周珊珊, 姜岩岩, 曹建平. 我国啮齿目动物隐孢子虫感染现状 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2024, 42(4):512-520.
- [48] Wang Y, Shen Y, Liu H, et al. Induction of inflammatory responses in splenocytes by exosomes released from intestinal epithelial cells following *Cryptosporidium parvum* infection [J]. Infect Immun, 2019, 87(4):e00705-e00718.
- [49] Hu G, Gong AY, Roth AL, et al. Release of luminal exosomes contributes to TLR4-mediated epithelial antimicrobial defense [J]. PLoS Pathog, 2013, 9(4):e1003261.
- [50] Bertuccini L, Boussadia Z, Salzano AM, et al. Unveiling *Cryptosporidium parvum* sporozoite-derived extracellular vesicles: profiling, origin, and protein composition [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2024, 14:1367359.
- [51] Al-Nazal H, Low LM, Kumar S, et al. A vaccine for human babesiosis: prospects and feasibility. Trends Parasitol, 2022, 38(10):904-918.
- [52] Resetar Maslov D, Rubic I, Farkas V, et al. Characterization and LC-MS/MS based proteomic analysis of extracellular vesicles separated from blood serum of healthy and dogs naturally infected by *Babesia canis*. A preliminary study [J]. Vet Parasitol, 2024, 328:110188.
- [53] 黄经纬. 田鼠巴贝斯虫外泌体的分离鉴定及两种抗氧化酶分子的功能研究[D]. 上海, 中国农业科学院, 2018.
- [54] 陈雷, 孙国波, 段会勇, 等. 发酵中药复方制剂对鸡柔嫩艾美耳球虫病的疗效研究 [J]. 中国兽药杂志, 2024, 58(09):65-70.
- [55] Olajide JS, Xiong L, Yang S, et al. *Eimeria falciformis* secretes extracellular vesicles to modulate proinflammatory response during interaction with mouse intestinal epithelial cells [J]. Parasit Vectors, 2022, 15(1):245.
- [56] Olajide JS, Qu Z, Yang S, et al. *Eimeria falciformis* extracellular vesicles differentially express host cell lncRNAs [J]. J Eukaryot Microbiol, 2024, 71(2):e13009.
- [57] 范雪莲. 毒害艾美耳球虫外泌体蛋白质组学分析及其对宿主凋亡的影响[D]. 扬州, 扬州大学, 2023.
- [58] 李志行. 柔嫩艾美耳球虫外泌体的分离与鉴定及泛素蛋白酶功能初步研究[D]. 上海, 上海师范大学, 2019.
- [59] Del Cacho E, Gallego M, Lillehoj HS, et al. Induction of protective immunity against experimental *Eimeria tenella* infection using serum exosomes [J]. Vet Parasitol, 2016, 224:1-6.

【收稿日期】 2025-01-14 【修回日期】 2025-03-27

(上接 812 页)

- [9] 韩俭, 景涛, 郭璐. 提升医学生病原微生物实验室生物安全防范能力思考 [J]. 基础医学教育, 2019, 21(1):41-43.
- [10] 张永鹏, 韩亚飞, 吴越, 等. 虚拟仿真技术在病原生物学实验教学中的探索 [J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(2):248-250.
- [11] 杨珺, 汪晓庆, 潘献柱, 等. 虚拟仿真技术在病理学实验教学中的应用探讨 [J]. 科技视界, 2019, 30(104):204-205.
- [12] 杨堆元. “互联网+”视野下的虚拟仿真教学新常态 [J]. 天津职业院校联合学报, 2018, 20(8):47-50.
- [13] 曹颖瑛, 张俊平, 厉建中, 等. 生物技术药物虚拟实验室建设的思考 [J]. 基础医学教育, 2014, 16(4):284-286.
- [14] 杨闽楠, 邢效瑞, 王光西, 等. 医学微生物学虚拟仿真实验平台建设初探 [J]. 基础医学教育, 2018, 20(2):137-140.
- [15] 王晓楠, 李京培, 杨晨, 等. 基于原创的病原生物学虚拟仿真实验教学平台研究 [J]. 卫生职业教育, 2020, 38(12):116-118.
- [16] 薛彩云, 周如军, 李自博, 等. 数码显微互动系统在药用植物病理学实验教学中的应用与探索 [J]. 安徽农学通报, 2023, 29(8):184-186.
- [17] 王颖, 王蕾, 田毅. “病原生物学与免疫学”MOOC 在临床专业实验教学中的应用 [J]. 江苏科技信息, 2021, 38(20):58-60.
- [18] 王燕梅. 信息化技术在寄生虫学检验实验教学中的应用 [J]. 卫生职业教育, 2021, 39(11):102-104.
- [19] 千晔, 王瑾, 孙孟瑶, 等. 基于显微数码互动系统探究医学微生物实验教学 [J]. 继续医学教育, 2020, 34(5):39-41.
- [20] 秦啸峰, 陈辉, 潘晋, 等. 无线智能显微互动系统在病原生物学实验教学中的应用 [J]. 基础医学教育, 2024, 26(5):397-400.
- [21] 蒋建利, 姚西英. 对生物医学研究生开设生物医学实验安全课程的必要性探讨 [J]. 山西医科大学学报:基础医学教育版, 2014, 6(1):69-71.
- [22] 张灼阳, 袁臻东, 杨杨, 等. 病原生物学实验课中加强生物安全教学 [J]. 基础医学教育, 2019, 21(2):135-137.
- [23] 郑晓茂, 孙宝清, 郑佩燕. 加强医学生实验室生物安全意识浅析 [J]. 中国初级卫生保健, 2019, 33(9):83-85.
- [24] 王国英, 滕铁山, 王艳莉, 等. 人体寄生虫学教学资源建设与实验教学深度融合的实践 [J]. 中国病原生物学杂志, 2021, 16(9):1113-1116.
- [25] 张平, 张以顺. 无线智能显微互动系统在高校动物学实验教学中的应用 [J]. 特种经济动植物, 2023, 26(3):192-194.
- [26] 苗英慧. 高职护理专业病原生物学与免疫学实验教学的改革与探讨 [J]. 继续医学教育, 2016, 30(5):17-18.
- [27] 潘晋, 顾园, 秦啸峰, 等. 虚拟仿真技术在病原生物学实验教学中的应用及探索 [J]. 医学教育管理, 2021, 7(4):389-392, 397.
- [28] 林真亭, 王皇斌, 武闯. 病原生物学实验教学改革的探索 [J]. 海峡药学, 2022, 34(8):105-107.

【收稿日期】 2025-01-23 【修回日期】 2025-04-07