

微生物快速检测技术在感染控制中的应用现状

李海啸¹ 高远²

1 永城市人民医院, 河南省商丘市永城市, 476600;

2 永城市人民医院, 河南省商丘市永城市, 476600;

摘要: 本论文系统描述了微生物快速检测技术在感染控制中的应用现状。通过对聚合酶链式反应(PCR)技术、免疫检测技术、生物芯片技术等多种快速检测技术的原理、特点及应用案例分析, 详细阐述其在医院感染控制、公共卫生领域传染病防控、食品安全与饮用水安全检测等场景中的具体应用。同时, 深入探讨该技术在实际应用中所面临的技术局限性、成本高昂、人员与管理不足等问题, 并提出针对性的应对策略, 为进一步推动微生物快速检测技术在感染控制中的广泛应用提供理论依据与实践参考。

关键词: 微生物快速检测技术; 感染控制; 应用现状; 挑战; 对策

DOI: 10.69979/3029-2808.25.12.057

1 引言

1.1 研究背景

微生物感染性疾病严重威胁人类健康, 据世界卫生组织统计, 全球每年因微生物感染导致的死亡人数居高不下。传统的微生物检测方法, 如培养法, 通常需要数天甚至数周才能得出检测结果, 难以满足感染性疾病快速诊断和及时治疗的需求。在医院环境中, 感染暴发可能迅速蔓延, 造成严重后果; 在公共卫生领域, 传染病疫情的快速响应和控制至关重要。因此, 微生物快速检测技术应运而生, 其能够在短时间内准确检测出病原体, 为感染控制赢得宝贵时间, 对降低感染风险、提高治疗效果具有重要意义。

1.2 研究目的与意义

本研究旨在全面梳理微生物快速检测技术在感染控制中的应用现状, 分析其不同场景下的应用效果、优势及面临的挑战, 总结有效的应用策略和经验, 为医疗机构、公共卫生部门及相关研究人员提供参考, 以促进微生物快速检测技术的进一步发展和优化, 提升感染控制水平, 保障公众健康。

2 微生物快速检测技术概述

2.1 定义与分类

微生物快速检测技术是指相较于传统检测方法, 能够在较短时间内完成对微生物的定性或定量检测, 从而快速提供检测结果的一系列技术手段。根据检测原理, 可主要分为分子生物学技术、免疫学技术、生物芯片技术以及其他新兴技术等类别。

2.2 常见微生物快速检测技术介绍

2.2.1 聚合酶链式反应(PCR)技术

PCR技术基于DNA的半保留复制原理, 通过高温变性、低温退火和适温延伸三个阶段的循环, 在体外快速扩增特定的DNA片段。实时荧光定量PCR技术能够在PCR反应过程中实时监测荧光信号的变化, 从而对病原体进行定量检测。该技术具有灵敏度高、特异性强、检测速度快等优点, 可在数小时内完成检测, 广泛应用于病毒、细菌等病原体的检测。例如, 在新型冠状病毒肺炎疫情防控中, PCR技术成为确诊病毒感染的关键检测手段。然而, PCR技术也存在一些局限性, 如对实验室环境和操作人员要求较高, 易出现假阳性或假阴性结果。

2.2.2 免疫检测技术

免疫检测技术是利用抗原与抗体之间的特异性结合反应, 对微生物进行检测的方法。常见的免疫检测技术包括酶联免疫吸附试验(ELISA)、免疫荧光技术、免疫胶体金技术等。ELISA通过将抗原或抗体固定在固相载体上, 利用酶标记物与相应抗原或抗体的特异性结合, 通过酶促反应显色来检测目标物质。免疫检测技术具有操作简便、快速、特异性较高等优点, 适用于现场快速检测。例如, 免疫胶体金试纸条可用于快速检测流感病毒、乙肝病毒等病原体。但该技术也存在灵敏度相对较低、易受非特异性反应影响等问题。

2.2.3 生物芯片技术

生物芯片技术是将大量生物探针(如DNA、蛋白质等)固定在微小的固体表面, 形成密集的阵列, 通过与样品中的目标分子进行特异性结合, 实现对多种生物分子的高通量、并行检测。基因芯片可同时检测多种病原体的基因序列, 快速确定病原体的种类和亚型; 蛋白质芯片则可用于检测病原体的抗原或抗体。生物芯片技术具有检测通量高、信息量大、自动化程度高等优势, 但

存在成本较高、技术复杂等缺点。

2.2.4 其他快速检测技术

除上述技术外,还有微生物测试片技术、拉曼光谱技术、ATP 荧光检测技术等。微生物测试片是将培养基、特异性的指示剂等固定在纸片上,通过观察测试片上的颜色变化或菌落生长情况来检测微生物。ATP 荧光检测技术基于 ATP 与荧光素-荧光素酶反应产生荧光的原理,通过检测样品中 ATP 的含量来间接反映微生物的数量,常用于食品和环境表面的卫生检测。这些技术各有特点,在不同的感染控制场景中发挥着重要作用。

3 微生物快速检测技术在感染控制中的应用场景

3.1 医院感染控制

3.1.1 临床诊断中的应用

在医院临床诊断中,微生物快速检测技术能够帮助医生快速明确感染病原体,为合理使用抗菌药物提供依据。例如,对于疑似呼吸道感染的患者,利用 PCR 技术可快速检测流感病毒、肺炎支原体等病原体,避免因等待传统培养结果而延误治疗。免疫检测技术则可用于快速检测血液中的病原体抗体,辅助诊断感染性疾病。此外,快速检测技术还可用于检测耐药基因,指导临床选择敏感的抗菌药物,减少耐药菌株的产生。

3.1.2 医院环境监测

医院环境中的微生物污染是导致医院感染的重要因素之一。ATP 荧光检测技术可快速检测医院物体表面、医疗器械等的清洁程度,通过检测 ATP 含量判断是否存在微生物污染。微生物测试片技术可用于检测医院空气、水等环境中的微生物数量和种类,及时发现潜在的感染源,采取有效的消毒措施,降低医院感染的风险。

3.1.3 抗菌药物合理使用指导

通过快速检测病原体及其耐药性,医生能够根据检测结果精准选择抗菌药物,避免盲目用药。例如,检测出耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)感染后,可针对性地使用万古霉素等敏感药物进行治疗,提高治疗效果,减少抗菌药物的滥用。

3.2 公共卫生领域

3.2.1 传染病疫情监测与防控

在传染病疫情暴发时,微生物快速检测技术能够迅速确定病原体,为疫情的防控提供关键信息。例如,在埃博拉病毒疫情中,PCR 技术和免疫检测技术被广泛应用于病毒的检测和诊断,帮助及时发现传染源,采取隔离措施,控制疫情的传播。此外,快速检测技术还可用于对密切接触者的筛查,以及对疫情防控效果的评估。

3.2.2 食品安全检测

食品安全问题与微生物污染密切相关,微生物快速检测技术在食品安全检测中发挥着重要作用。生物芯片技术可同时检测多种食源致病菌,如沙门氏菌、大肠杆菌 O157:H7 等,提高检测效率和准确性。免疫胶体金试纸条可用于快速检测食品中的毒素,如黄曲霉毒素等。ATP 荧光检测技术可用于检测食品加工环境和设备表面的清洁度,保障食品安全。

3.2.3 饮用水安全检测

饮用水中的微生物污染可能导致肠道疾病等健康问题。微生物快速检测技术可用于快速检测饮用水中的细菌、病毒等病原体,如利用 PCR 技术检测水中的肠道病毒,ATP 荧光检测技术检测水中的微生物活性。及时发现饮用水中的微生物污染,有助于采取相应的处理措施,保障饮用水安全。

4 应用案例分析

4.1 案例一:永城市人民医院利用 PCR 技术快速诊断流感病毒感染

某医院在流感季节期间,采用实时荧光定量 PCR 技术对疑似流感患者进行检测。通过对咽拭子标本的快速检测,平均在 2-3 小时内即可得出检测结果,相较于传统的病毒培养方法(需 3-5 天),大大缩短了诊断时间。医院根据检测结果及时对流感患者进行隔离治疗,并采取相应的防控措施,有效避免了流感在院内的传播,提高了患者的治疗效果。

4.2 案例二:永城市运用免疫检测技术监测手足口病疫情

永城市在手足口病高发期,利用免疫胶体金试纸条对疑似患者进行快速检测。该试纸条操作简便,无需特殊设备,可在 15-30 分钟内得出检测结果。通过对大量疑似患者的快速筛查,及时发现传染源,采取隔离治疗和环境消毒等措施,有效控制了手足口病的疫情蔓延,保障了儿童的健康。

4.3 案例三:永城市卢师傅食品企业采用生物芯片技术检测食源致病菌

永城市卢师傅食品企业在生产过程中,采用生物芯片技术对原料和成品进行食源致病菌检测。生物芯片能够同时检测多种致病菌,一次检测可覆盖沙门氏菌、李斯特菌等多种目标病原体。通过快速检测,企业能够及时发现原料和生产过程中的微生物污染问题,采取相应的整改措施,保障了食品的质量安全,减少了因食品安全问题导致的经济损失和品牌声誉损害。

5 微生物快速检测技术应用面临的挑战与对策

5.1 面临的挑战

5.1.1 技术层面

部分微生物快速检测技术存在灵敏度和特异性不足的问题,例如一些免疫检测方法可能出现假阳性或假阴性结果,影响检测的准确性。此外,病原体的变异也可能导致检测技术失效,如流感病毒的抗原变异会使基于抗原-抗体反应的检测方法效果下降。同时,不同检测技术之间的兼容性较差,难以实现多种技术的联合应用,限制了检测的全面性。

5.1.2 成本层面

微生物快速检测技术所需的设备和试剂价格昂贵,如 PCR 仪、生物芯片检测仪等设备价格高达数十万元甚至上百万元,检测试剂成本也较高。这使得基层医疗机构和一些小型企业难以承担,限制了快速检测技术的广泛应用。此外,检测过程中的耗材消耗和维护成本也增加了检测费用,给患者和企业带来经济负担。

5.1.3 人员与管理层面

微生物快速检测技术对操作人员的专业素质要求较高,需要具备分子生物学、免疫学等相关专业知识和技能。然而,目前专业技术人员相对缺乏,尤其是在基层医疗机构和一些发展中国家,操作人员的技术水平参差不齐,影响了检测结果的准确性和可靠性。同时,检测过程中的质量控制和标准化管理存在不足,不同实验室之间的检测结果可比性较差,不利于疫情防控和临床诊断的统一决策。

5.2 应对策略

5.2.1 技术研发与创新

加强微生物快速检测技术的研发投入,鼓励科研机构和企业开展技术创新合作。探索新的检测原理和方法,提高检测技术的灵敏度、特异性和稳定性。例如,利用纳米技术、生物传感器技术等开发新型检测试剂和设备,实现对病原体的高灵敏度检测。同时,研究多种检测技术的联合应用,取长补短,提高检测的准确性和全面性。

5.2.2 成本控制措施

优化检测技术的生产工艺,降低设备和试剂的生产成本。政府可通过政策扶持,鼓励企业进行规模化生产,提高生产效率,降低产品价格。此外,推广小型化、便携式的检测设备,减少检测过程中的耗材消耗,降低检测成本,使快速检测技术能够在基层医疗机构和小型企

业中得到更广泛的应用。

5.2.3 人员培训与管理体系建设

加强对微生物快速检测技术操作人员的培训,建立完善的培训体系,提高操作人员的专业素质和技能水平。定期组织技术交流和培训活动,更新操作人员的知识和技能。同时,建立统一的检测标准和质量控制体系,加强实验室间的比对和质量考核,确保检测结果的准确性和可比性。加强对检测过程的规范化管理,从标本采集、运输、检测到结果报告,严格遵守操作规程,保障检测工作的质量和安全。

6 结论

微生物快速检测技术在感染控制中具有重要的应用价值,在医院感染控制、公共卫生领域的传染病防控、食品安全和饮用水安全检测等方面发挥着关键作用。通过多种快速检测技术的应用,能够实现病原体的快速识别、病情的及时诊断和感染的有效控制。然而,目前该技术在应用过程中仍面临技术局限性、成本高昂、人员与管理不足等挑战。未来,需要通过加强技术研发与创新、控制成本、加强人员培训和完善管理体系等措施,进一步优化微生物快速检测技术,提高其应用的广泛性和有效性,为感染控制工作提供更有力的技术支持,保障公众的健康和安全。

参考文献

- [1]倪语星,杨莉.微生物快速检测技术在感染控制中的应用现状[J].中华医学杂志,2006,06(3):9-86.
- [2]李丽华,宋金娜,李丹丹.微生物快速检验技术的应用研究进展[J].首都食品与医药,2021,28(3):13-14.
- [3]Harbarth S, Sudre P, Sax H, et al. Rapid screening for methicillin - resistant *Staphylococcus aureus* in intensive care units. A cluster - randomized trial[J]. Ann Intern Med, 2008, 148(11):833 - 840.
- [4]刘德中.快速微生物检验技术在重度创伤患者救治中的时效性与准确性探讨[J].中国伤残医学,2024,32(23):100 - 102.
- [5]Zeng YJ, Jia XM, Ji CB, et al. Magnetic Nanoparticle Coated with an Activated Macrophage Membrane for Colorimetric Detection of Bacteria[J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2024, 16(13):9267 - 9275.