

公共卫生安全检测中的快速筛查技术进展

徐伟

浙江新鸿检测技术有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i6.8075

[摘要] 全球卫生安全碰到传染病多发、环境污染等方面的挑战，传统检测技术存在大量局限，为增进公共卫生安全检测水平，顺应实际要求，聚焦快速筛查技术，归集多种技术资料，深入探究免疫分析、生物传感器、核酸扩增等技术的原理、分类及应用范畴。审视快速筛查技术优势与面临的阻碍，制定技术研发创新策略及质量控制标准化建设途径，快速筛查技术存有一定优势，在准确性、标准化以及成本等维度存在不足，其发展对守护公共卫生安全、推动相关领域进步有重大意义。

[关键词] 全球卫生安全；治理范式转型；新全球卫生安全观；国际合作

Advances in rapid screening techniques for public health safety testing

Xu Wei

Zhejiang Xinhong Testing Technology Co., LTD.

[Abstract] Global health security faces challenges such as frequent outbreaks of infectious diseases and environmental pollution. Traditional detection technologies have numerous limitations. To enhance public health safety testing levels and meet practical requirements, the focus is on rapid screening techniques. This involves gathering information from various technical sources and delving into the principles, classification, and application scope of immunoassays, biosensors, and nucleic acid amplification technologies. By examining the advantages and obstacles of rapid screening techniques, strategies for technological innovation and standardization of quality control can be formulated. Rapid screening techniques have certain advantages but also face shortcomings in accuracy, standardization, and cost. Their development is of great significance for safeguarding public health safety and advancing related fields.

[Key words] global health security; governance paradigm transformation; new global health security concept; international cooperation

引言

全球卫生安全局面严峻逼人，传染病的突发扩散、环境污染造成的健康威胁，始终威胁着人类生命健康及社会经济发展，传统检测技术在检测时长、灵敏度等维度存在缺陷，难以契合此刻公共卫生安全需求，快速筛查技术跻身研究热点，新发展理念聚焦于创新、协调、绿色、开放、共享，这为快速筛查技术的发展铺就了新的思路与方向，深入探索快速筛查技术，探寻其在公共卫生及相关范畴的应用潜力，对改善全球卫

生安全治理状况、推动社会可持续性前进意义非凡。

1. 公共卫生安全监测中快速筛查技术的需求背景

全球公共卫生安全形势十分危急，传染病频繁出现与环境污染引发的健康问题愈益凸显，新冠大流行状况虽已缓解，但后续全球性卫生危机风险依旧呈上升走势，传染病跨国传播的高风险水平未降；工业化与城市化进程催生的空气、水及土壤污染，大大威胁到人类生命健康，引发大量人员患病、殒命，也加重医疗成本、降低劳动力存量，制约社会经济的发展^[1]。

处于这样的情况下，公共卫生安全检测十分关键，既往检测技术，诸如微生物培养跟免疫分析等，面临诸多约束，微生物培养检测时间拉得长，有延误防控时机之虞；灵敏度欠佳，容易把低浓度病原体漏检；微生物培养得借助专业人员与特定环境，免疫分析对样本处理的要求颇高；适用场景存在一定局限，难以在基层医疗及现场开展工作，发展快速筛查技术迫在眉睫，它可迅速探知潜在的隐患，显著提升公共卫生防控实力，切合当前公共卫生安全需求。

2.快速筛查技术的原理与分类

2.1 免疫分析技术

免疫分析技术按照抗原-抗体特异性结合原理开展，抗原跟抗体特异性地结合，仿若钥匙适配锁芯，引入对应抗体，使其跟样本中的目标检测物（抗原）结合起来，采用酶、荧光物质等标记物检测结合物质，各类常见免疫分析技术特点各异，ELISA 的操作十分简便，可实施批量检测，呈现高灵敏度与高特异性，常开展病原体抗体、食品兽药残留方面的检测，依赖专业的仪器，检测时间消耗较长。免疫荧光技术具有高灵敏度，能直接开展观察，多应用在细胞或组织病原体的检测，但该结果判读需专业人员才行，仪器成本同样有着较高水平，免疫层析技术操作便捷又迅速，不借助特殊装置，适合开展现场检测，诸如新冠病毒抗原检测试剂，其灵敏度和准确性的水平欠佳，易引发错误判定。

2.2 生物传感器技术

生物识别元件靠着高度的特异性本领，像抗体对抗原的识别、核酸探针针对核酸序列的识别，准确锁定靶向物质，二者结合诱发物理或化学上的变化，换能器把二者结合的结果转化为电信号、光信号等，之后由信号处理器分析达成检测目的，电化学生物传感器监测生物化学反应中的电信号变动，在病原体核酸与生物毒素检测领域应用普遍，拥有高灵敏度、快速检测的长处，不过易受样品中的杂质干扰^[2]。光学生物传感器凭借光信号变化实施检测，诸如表面等离子共振生物传感装置，可实时探查生物分子相互作用的情形，多应用于病原体与化学污染物检测，有着高灵敏度且无需标记手段，只是仪器复杂，成本花费大，压电生物传感器凭借压电效应，借助检测频率的改变找出目标物质，操作容易、成本实惠，可针对病毒、细菌进行检测，灵敏度存在局限，其检测范围颇为狭窄。

2.3 核酸扩增技术

核心为 PCR 技术的是核酸扩增技术，其凭借 DNA 聚合酶在体外模拟 DNA 的复制情况，实现特定核酸片段的快速繁衍，向反应体系添加模板 DNA、引物、dNTP 和 DNA 聚合酶等试剂，经变性-退火-延伸的循环处理，核酸片段的数量呈指数级攀升，之后借助凝胶电泳、荧光检测等方式开展测定。技术的演进催生了实时荧光定量 PCR 与等温扩增技术，实时荧光定量 PCR 于 PCR 反应之际实时监测荧光信号，可实现核酸定量分析，在传染病诊断中普遍应用，可精准检测病原体的载量，等温扩增技术于恒温情形下开展，无需用到复杂控温装备，操作简易、反应迅速，在食品安全检测时优势十分明显，可快速筛查致病性微生物，核酸扩增技术面临假阳性、假阴性的风险隐患，对操作有着高要求，易为核酸污染所扰，部分设施价格甚高，检测花销甚高，阻滞了在资源匮乏之地的推广步伐。

3.快速筛查技术的优势与面临的挑战

3.1 快速筛查技术的优势

快速的检测速度是其核心长处，传统微生物培养检测所需时间为数天至数周，在突发公共卫生事件中难以契合防控需求，新冠疫情期间所采用的抗原快速检测试剂，15~30 分钟便可得出检测结果，极大增进了疫情监测功效，给防控工作赢得了宝贵片刻。其灵敏性同样表现出色，凭借前沿的生物识别及纳米材料，生物传感器技术可精准检测低浓度的目标检测对象，就像极少量的病原体这类，切实降低漏检概率，捍卫公共卫生的安全底线，快速筛查技术展现出现场检测的便利，不用专业设备与相关人员，如免疫层析技术试剂般，历经简易教导，基层医护人员及民众皆能运用，能于现场及基层医疗机构实施检测，增大了检测覆盖面积，对资源受限的偏远地区疾病监测防控意义极大。

3.2 面临的挑战

准确性及可靠性方面弊病突出，样本采集、保存失当或被污染，以及检测环境有关的温湿度、酸碱度等要素，皆会对检测形成干扰，造成检测结果为假阳性或假阴性，像高温且潮湿的情况会削弱部分试剂稳定性，快速筛查技术未形成统一标准规范，各厂家产品于检测原理、操作步骤和结果判读上差异十分大，损害检测结果可比性，阻拦数据整合分析与技术的推广实施，有碍于公共卫生监测体系的高效化运转^[3]。其在研发、生产、使用环节成本都高，研发投入耗费高，生产对原材料、工艺的要求不低，引致试剂跟设备价位昂贵，基层医疗机构与

资源匮乏地区无力承担，对技术的普及形成限制，为扭转这一局面，可借助政府补贴、国际援助让采购成本下降，引导企业研发低成本又高性能的产品，夯实标准化规范化基础，增强生产效率以压缩成本，助力技术实现广泛运用。

4. 推动快速筛查技术发展的策略与应用前景

4.1 技术研发创新策略

免疫分析、生物传感、核酸扩增等技术有机结合，发挥各自优势弥补单一技术不足，在新型传染病病原体检测中，先利用核酸扩增技术快速扩增样本中病原体核酸以提高目标物浓度，再利用免疫分析手段，依据抗原-抗体特异性结合原理对扩增产物精准识别定量，借助生物传感器技术将生物反应转化为可探测信号完成快速检测。多技术聚合增强检测灵敏度与精准度，缩短检测时间，对复杂病原体适应性更高，新型生物识别材料能高度特异结合目标物质，稳定易合成修饰，提升检测靶向性，纳米材料凭借独特物理化学特性在快速筛查意义重大，纳米金标记增强免疫分析信号，纳米传感器可快速检测痕量物质。

4.2 质量控制与标准化建设

对检测试剂和设备做质量评估是保证检测结果准确无误的基础，唯有保障试剂的稳定性、特异性以及设备的精度与可靠性，才能为检测给予可信的物质依托，在执行检测操作阶段，严格的质量审查不可或缺，涵盖对样本采集、处理及检测操作等各环节的规范与监管^[4]。在新冠病毒检测期间，严格管控采样拭子的质量和样本保存液的成分与稳定性，把检测人员操作流程规范起来，杜绝操作不当引起误差，利用定期开展的内部质量审计及外部质量评定，快速发现并纠正差错，保证检测结果的准确与可靠水平，为公共卫生决策给予科学凭据。建立统一的技术标准及规范，涉及检测方式、操作流程、结果判定等范畴，可以弥合不同地区及不同实验室的差异，提升检测结果的可比程度。

4.3 应用前景展望

就传染病防控而言，快速筛查技术可实现对传染病的早期探查和诊断，即刻隔离病原源头，阻断传播脉络，若处于流感季节，采用快速筛查技术对发热患者做及时检测，可迅速鉴定病原体类型，为临床治疗与疫情防控注入有力动力，突发公共卫生事件应急响应阶段，快速筛查技术可对大量样本进行检测，为疫情的迅速评估与决策给予支撑。

在公共卫生监测范畴，快速筛查技术可对环境、食品等开展实时监测，迅速察觉潜藏的公共卫生隐患，捍卫公众健康安全防线，其广泛铺开应用将极大强化公共卫生安全保障能力，减少传染病的传播概率，抑制突发公共卫生事件对社会经济的影响规模。在食品安全检测的操作阶段，快速筛查技术可迅速检测食品里的病原体、农药残留、兽药残留等有害物，保障食品的安全无虞，利用免疫分析与生物传感器两大技术开发的快速检测试剂盒，可在短时间对食品样本实施现场检测，及时甄别出不合格品，防止其进入市场流通，就环境监测工作而言，凭借快速筛查技术能对水、空气、土壤中污染物快速检测，实时把控环境质量态势，在生物安全范畴内，采用快速筛查技术可检测生物武器、外来入侵物种等事物，维护国家生物层面安全。

结语

全球卫生安全治理范式转换意义显著，传统治理范式在管控及合作方面有局限性，应对复杂的全球卫生问题力不从心，以新全球卫生安全观为背景，《大流行协定》谈判带动范式向可持续安全及人类共同利益合作范式变迁，在制度构建层面取得一定进展，转型碰到诸多阻碍，国家主义跟全球主义的矛盾点、关键条款的不一致等，后续应重视此类问题，踊跃寻觅应对方案，推进全球卫生安全治理模式成功过渡，守护人类共有的健康利益，促进全球卫生事业的可持续长久发展。

[参考文献]

- [1]孙小江.传染病检测：公共卫生的安全防线[J].健康必读, 2025, (08): 75.
 - [2]白卫静, 左文明, 陈飞扬, 等.重大公共卫生事件背景下公众服务安全感的度量研究[J].管理学报, 2025, 22(01): 145-155.
 - [3]陈颖健.全球卫生安全治理范式转型：理论、制度与挑战[J].武大国际法评论, 2024, 8(04): 20-36.
 - [4]彭紫怡, 黄仲跃, 孟月莉, 等.基于我国总体国家安全观的公共卫生安全作用解析[J].中华疾病控制杂志, 2024, 28(07): 839-843.
- 作者简介：徐伟；出生年月：1985 年 8 月；性别：男；民族：汉；籍贯：江西省宜春市；学历：本科；职称：工程师；研究方向：安全卫生检测。