

微生物检验技术在尿路感染诊断中的价值及准确率分析

雷晓娟

罗田县万密斋医院 湖北 黄冈 438600

摘要：尿路感染临床诊断中，病原微生物的精准识别贯穿诊疗全程。传统培养、分子检测与快速筛查三类技术路径各具优势，覆盖从常规定量培养到低丰度病原捕获的多元检测需求。本文围绕微生物检验技术的分类原理、临床应用特征与诊断价值展开系统梳理，剖析样本质量、操作规范、病原自身生物学特性对诊断准确率的多层干扰机制，并从流程标准化、设备运维与检测方案优化三个维度提出改进路径。检验技术的合理组合与精准选用，构成尿路感染病原学诊断的核心支撑。

关键词：尿路感染；微生物检验；诊断准确率；分子检测；快速诊断

引言：尿路感染是临床高发性感染性疾病，病原学明确是制定干预方案的前提条件。微生物检验技术作为病原识别的主要手段，历经传统培养、分子生物学检测与快速筛查三个阶段的迭代演进，检测精度与时效性持续提升。不同技术路线在灵敏度、特异性与适用场景上存在显著差异，诊断准确率受样本处置、操作流程与病原特性等多重因素制约。围绕各类检验技术的原理特征、应用价值与准确率影响因子展开分析，对优化临床病原学诊断具有现实意义。

1 尿路感染常用微生物检验技术分类与原理

1.1 传统微生物检验技术的原理

传统微生物检验技术依托微生物基础生物学特性开展临床病原筛查工作。涂片镜检依托光学显微成像原理，对检测样本实施标准化制片与染色处理，依据微生物的形态结构与染色属性，从微观层面甄别微生物具体类别^[1]。分离培养技术依据不同微生物对营养基质与生长环境的适配差异，选用专用培养基构建适配生长条件，促使样本中微量微生物完成增殖富集，完成病原微生物的有效分离。生化鉴定技术结合微生物代谢生理特性，利用微生物代谢生成的专属产物与生化试剂发生特异性反应，凭借反应状态的差异化表现，甄别区分不同的微生物菌种。

1.2 现代分子微生物检验技术的原理

现代分子微生物检验技术以微生物核酸物质为检测核心，依托分子生物学理论实现病原精准识别。核酸扩增技术针对微生物专属基因片段设计特异性引物，通过温度循环调控完成基因片段的变性、退火与延伸反应，完成目标基因片段的指数级扩增，将样本中微量的病原核酸信号转化为可精准捕捉的有效检测信号。基因测序技术捕捉微生物核酸序列的碱基排列特征，读取病原微

生物完整的基因信息，依靠基因序列的独有性区分不同病原菌种，识别病原携带的基因变异特征。质谱鉴定技术融合蛋白组学与光谱分析原理，提取微生物的特征蛋白，经由激光电离处理生成蛋白质谱图谱，通过图谱数据与标准数据库的比对匹配，依据蛋白表达特征判定病原微生物种类。

1.3 快速微生物检验技术的原理

快速微生物检验技术融合生物传感与光学检测原理，规避传统培养模式的耗时短板，完成病原微生物的高效筛查。荧光检测技术依靠荧光标记物质与微生物细胞结构的特异性结合特性，让标记物质附着于目标微生物，在特定光源的激发下产生专属荧光信号，检测设备通过识别荧光信号的强弱与分布状态，判定样本内部微生物的存在情况与数量水平。生物传感技术借助生物识别元件与微生物的特异性亲和作用，将微生物对应的生物信号转化为可量化的光电信号，依托光电信号的动态变化完成病原微生物的快速识别筛查。

2 不同微生物检验技术在尿路感染诊断中的应用特点

2.1 传统检验技术的应用特征

传统检验技术依托成熟稳定的实验体系完成病原筛查，整套检测流程经过长期临床应用打磨，具备极强的实操稳定性。技术运行依托通用型实验设备与基础生化耗材，硬件配置需求较为基础，能够适配各级医疗机构的常规检测工作^[2]。标准化的操作流程降低实验开展门槛，常规医技人员经过系统培训即可独立完成样本处理、培养筛查与菌种甄别等全部环节。整套检测体系运行成本低廉，无需高端试剂与精密仪器辅助，能够持续性承接大批量常规送检样本，适配常态化临床筛查工作模式。

2.2 现代分子检验技术的应用特征

现代分子检验技术从分子层面开展病原检测，突破传统培养模式对微生物增殖状态的依赖，检测精准度与识别精度大幅提升。技术可捕捉样本内部微量存在的病原核酸与特征蛋白物质，有效识别低度感染状态下的病原踪迹，弥补传统技术对低载量病原筛查的不足。检测体系可精准区分生物学特征高度相似的病原菌种，清晰分辨不同病原亚型，精准识别病原携带的基因变异状态，丰富临床病原分型的检测维度。技术运行对实验环境、仪器精度与操作专业性设置严格标准，需要专属洁净实验空间与专业精密设备支撑运行，多用于复杂感染、疑难病原的专项检测场景。检测输出的生物学数据维度丰富，可深度解析病原基因特征与分子表达特征，为临床精细化诊疗提供充足的实验支撑。

2.3 快速检验技术的应用特征

快速检验技术重构传统病原筛查流程，剔除耗时较长的微生物培育与多步生化检测环节，显著压缩整体检测时长。技术依托光学感应与生物特异性识别机制完成信号采集与分析，简化样本预处理流程，减少人工操作步骤，大幅提升检测工作效率。检测模式适配批量样本筛查工作，可在短时间内完成多组样本的病原初筛，契合临床高强度的送检节奏。技术核心功能聚焦病原存在状态与丰度水平的快速判定，能够快速输出有效检测信息，辅助临床缩短诊断等待时长。灵活的运行模式可适配急诊筛查、动态病情监测等多元临床场景，适配现代临床高效诊疗的工作节奏，有效填补常规检测时效不足的短板。

3 微生物检验技术对尿路感染诊断的核心应用价值

3.1 病原学诊断价值

微生物检验技术能够精准筛查感染相关的病原微生物，明确感染发生的病原学诱因，打破常规筛查方式的模糊判定局限。各类检验技术可精准捕捉样本内存在的致病微生物，区分致病微生物与正常菌群的存在差异，规避非致病菌群造成的诊断干扰^[3]。检验工作可以精准界定感染菌群的具体类别，梳理致病微生物的生物学属性，为感染性质的判定提供直接的病原学依据。不同层级的检验技术可适配不同病原浓度的样本检测，覆盖低浓度病原与高浓度病原的筛查需求，提升病原检出的整体覆盖范围。通过系统化的病原筛查，能够厘清感染的真实诱因，杜绝仅凭临床表象开展判断的片面性，夯实临床诊断的病原学基础。

3.2 临床诊疗指导价值

微生物检验获取的病原学数据能够为临床诊疗工作提供精准的数据支撑，推动诊疗工作向精细化、科学化

方向推进。病原筛查所得的菌群信息可以辅助临床筛选适配的干预方案，规避盲目干预带来的诊疗偏差，提升临床干预的针对性。微生物相关检测可明确致病菌群的生物学特性，帮助临床优化干预路径，减少无效诊疗行为的出现。持续开展微生物检验能够动态掌握病原的存在状态变化，跟进诊疗推进过程中的病原波动情况，及时调整诊疗策略。标准化的微生物检测工作，能够规范临床诊疗的实施标准，减少主观判断带来的诊疗差异，提升整体诊疗工作的规范性与有效性。

3.3 疾病分型与鉴别诊断价值

不同致病菌引发的尿路感染，病情严重程度、治疗方案、预后效果存在显著差异，微生物检验可精准辅助临床完成疾病分型与鉴别诊断。致病菌类型直接影响尿路感染的病情进展与治疗结局，大肠埃希菌是单纯性尿路感染的主要致病菌，患者症状较轻，规范化治疗后恢复效果理想。肺炎克雷伯菌、粪肠球菌等菌种诱发的感染多为复杂性病变，病情易反复，菌株整体耐药水平偏高，临床干预难度更大。仅依靠临床症状和常规尿常规无法精准区分细菌性、真菌性尿路感染，病原学检验可明确具体致病菌。临床可依据菌种类型、病原载量等检验结果，划分感染轻重程度与病变类型，为病情评估和个体化诊疗方案的制定提供客观实验室支撑。

4 微生物检验技术诊断准确率的影响因素与优化路径

4.1 样本层面的准确率影响因素

样本质量直接决定微生物检验的基础精准程度，样本采集、转运与保存的各个环节都会对病原检测结果产生直接干预。采集过程中的不规范操作会引入外源性杂菌，提升样本污染概率，干扰致病微生物的有效检出。采集时段的把控偏差会改变样本内部病原菌群的丰度状态，造成病原检出水平出现波动，降低检测结果的稳定程度^[4]。样本存放环境的温度波动会改变微生物的存活状态，部分不耐受环境变化的菌群会出现活性衰减，减少样本内有效病原数量，造成检出水平偏低。存放时长的过度延长会破坏样本原有菌群结构，滋生非致病杂菌，改变原始样本的菌群分布特征。预处理流程的操作偏差会损耗样本内目标病原，降低病原富集效果，让检测数据无法真实反映原始感染状态。各类样本相关的操作偏差都会干扰检测真实性，大幅削弱微生物检验的诊断精准度。

4.2 操作与设备层面的准确率影响因素

实验操作规范性与设备运行状态是保障检验结果稳定可靠的核心条件，各类操作偏差与设备异常都会引发检测误差。实验人员对标准化流程的执行不到位会造成

试剂添加比例失衡、孵育环境不达标、制片染色不规范等问题,破坏检测体系的运行标准,造成检测数据出现偏差。实验耗材的质量不达标会影响生化反应与核酸检测的运行效果,劣质耗材会抑制微生物生长或阻断分子反应进程,干扰病原识别过程。检测设备的日常维护不到位会出现精度偏移,光学检测设备的光路偏差、温控设备的温度波动、传感设备的灵敏度衰减,都会降低检测信号采集的精准度。设备校准周期的不合理安排会累积系统误差,让长期检测数据持续偏离标准范围。实验环境的洁净度不达标会引入环境菌群,破坏实验体系的单一性,对病原筛查工作形成持续性干扰。

4.3 病原微生物自身的准确率影响因素

病原微生物自身的生物学特性会对各类检验技术的识别效果产生差异化影响,成为诊断误差的重要来源。部分病原微生物具备特殊的生长繁殖特性,对人工培养环境适配性较差,常规培养体系难以实现有效增殖,无法形成可识别的检测信号。低丰度病原微生物在样本内占比极低,常规检测技术的识别阈值难以覆盖微量病原信号,容易出现漏检问题。多种病原混合存在的状态会改变单一菌群的生长代谢环境,不同菌群之间会形成相互抑制作用,弱化目标病原的反应信号,干扰病原的精准识别。部分病原微生物具备较强的环境适应能力,易出现生物学性状变异,改变原有形态、代谢特征与基因表达特征,降低检验技术对病原的识别匹配度。病原微生物的活性状态差异会影响生化反应强度与信号输出水平,造成检测结果出现不稳定波动,影响诊断工作的精准推进。

4.4 提升诊断准确率的优化策略

针对上述各类影响因素,结合临床实操需求,可从全流程管控、设备运维、人员培训、方案优化四个维度完善检验体系,全面提升诊断准确率。第一,建立样本全流程标准化管控体系,统一尿液采集、转运、保存标准,明确清洁中段尿采集规范,严控样本常温转运时

长 $\leq 2\text{h}$,超时样本严格冷藏保存,规范离心、染色、富集等预处理操作,从源头杜绝样本污染与病原损耗。第二,完善设备常态化运维校准机制,制定设备每日核查、每周维护、每月校准制度,及时更新质谱菌种数据库、校准PCR仪温控精度,彻底消除设备系统误差。第三,强化医技人员专业培训与考核,定期开展标准化操作实操培训、疑难样本检测专项学习,规范操作细节,降低人为随机误差。第四,优化个体化检测方案,针对难培养病原、低载量感染、混合感染样本,摒弃单一检测模式,采用“快速初筛+分子检测+质谱鉴定”联合方案,精准识别特殊病原。同时落实实验室洁净等级管理,定期消杀、监测环境菌群,全方位提升检测结果的稳定性与精准度。

结束语

微生物检验技术已构成尿路感染诊断体系的核心支撑,传统培养、分子检测与快速筛查三类技术各有所长、互为补充。诊断准确率受样本采集质量、实验操作规范、病原生物学特性等多重因素制约,任何环节的偏差均可能导致结果偏移。通过统一样本处置标准、强化设备运维管理、优化病原检测方案,可有效缩小诊断误差。技术的持续迭代与流程的精细化管理,将推动尿路感染诊断向更高精准度方向稳步推进。

参考文献

- [1]赵晓娟.微生物检验技术在尿路感染诊断中的价值及准确率分析[J].西藏医药,2023,44(4):23-24.
- [2]赵仪,李明梅.微生物检验技术在尿路感染诊断中的价值及准确率分析[J].中外医学研究杂志,2023,2(12):122-124.
- [3]张永霞.微生物检验技术在尿路感染诊断中的价值及准确率分析[J].养生大世界,2024(16):163-164.
- [4]李青,武霄云,杨腾腾.探讨尿路感染预防和诊断治疗中微生物检验作用[J].健康之友,2025(5):175-177.