

# Clinical microbiological testing and prevention and control analysis of drug-resistant bacterial infections

Mingqiong Wang

Hanbin District First Hospital, Ankang, Shaanxi, 725000, China

## Abstract

**Objective:** To evaluate the impact of optimizing the microbiological testing process combined with comprehensive prevention and control strategies on the diagnostic accuracy and infection control effectiveness of patients with drug-resistant bacterial infections. **Method:** 100 suspected drug-resistant bacterial infection patients from January to December 2024 were randomly divided into an observation group (optimized testing+comprehensive prevention and control) and a control group (routine testing+basic prevention and control), with 50 cases in each group. Compare the efficacy of microbial testing and infection control indicators between two groups. **Result:** The positive detection rate of microorganisms in the observation group was higher than that in the control group, the testing report time was shorter ( $P<0.05$ ), and the accuracy of drug sensitivity results was higher ( $P<0.05$ ). In terms of infection prevention and control, the incidence of drug-resistant bacterial infections in the observation group was significantly reduced, and the rational use rate of antibiotics, hand hygiene compliance rate, and implementation rate of prevention and control measures were all better than those in the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Optimizing the microbiological testing process significantly improves the efficiency and accuracy of detecting drug-resistant bacteria. Combined with multidimensional comprehensive prevention and control strategies, it can effectively reduce the risk of drug-resistant bacterial infections and promote the rational use of antibiotics.

## Keywords

drug-resistant bacterial infection; Microbial testing; Hospital infection prevention and control; Drug susceptibility testing; comprehensive intervention

## 耐药菌感染的临床微生物检验与防控分析

王明琼

汉滨区第一医院, 中国·陕西 安康 725000

## 摘要

**目的:** 评估优化微生物检验流程联合综合防控策略对耐药菌感染患者诊断准确性及感染控制效果的影响。**方法:** 选取2024年1-12月100例疑似耐药菌感染患者, 随机分为观察组(优化检验+综合防控)与对照组(常规检验+基础防控), 每组50例。比较两组微生物检验效能及感染控制指标。**结果:** 观察组微生物阳性检出率高于对照组, 检验报告时间更短( $P<0.05$ ), 药敏结果准确性更高( $P<0.05$ )。感染防控方面, 观察组耐药菌感染发生率显著降低, 抗菌药物合理使用率、手卫生依从率及防控措施落实率均优于对照组( $P<0.05$ )。**结论:** 优化微生物检验流程显著提升耐药菌检出效率与准确性, 结合多维度综合防控策略可有效降低耐药菌感染风险, 促进抗菌药物合理使用。

## 关键词

耐药菌感染; 微生物检验; 院感防控; 药敏试验; 综合干预

## 1 引言

在抗菌药物被广泛运用的背景下, 耐药菌感染已经演变成了全球性的公共卫生危机。世界卫生组织所公布的数据显示, 预计到2050年, 因耐药菌感染而导致的死亡人数将会达到每年1000万例<sup>[1]</sup>。在临床实际操作过程中, 传统的微生物检验存在着明显不足, 其检验周期相对较长, 平均需要72至96小时, 而且阳性率也比较低, 多低于60%。

这样的状况使得经验性用药的情况十分泛滥, 进而进一步加剧耐药性的蔓延态势<sup>[2]</sup>。与此同时, 如隔离等单一防控措施, 由于缺乏多个部门之间协同配合的机制, 所以很难将医院内部的传播链条彻底阻断。本研究聚焦于上述所提到的痛点问题, 创新性的将快速分子诊断技术(MALDI-TOF MS/PCR)以及信息化综合防控体系进行整合, 以此来对经过优化后的策略在提升耐药菌诊断效能以及控制感染风险等方面所具备的双重价值予以验证, 为临床方面提供循证依据。

## 2 资料与方法

### 2.1 一般资料

2024年1月到2024年12月, 将100例疑似耐药菌感

【作者简介】王明琼(1977-), 女, 中国陕西安康人, 本科, 副主任技师, 从事临床微生物, 临床输血研究。

染患者纳入研究,设计随机试验,各组50例。两组经比较后,研究对象的基线资料没有显著差异( $P > 0.05$ ),具有可比性。具体见表1。本研究经伦理委员会审批同意。

表1: 两组基线资料比较

| 项目  | 年龄(岁)        | 性别(男/女) | 病程(年)       |
|-----|--------------|---------|-------------|
| 观察组 | 47.30 ± 5.20 | 30/20   | 2.15 ± 0.10 |
| 对照组 | 49.10 ± 5.80 | 29/21   | 2.18 ± 0.14 |
| P   | 0.106        | 0.839   | 0.221       |

排除标准: ①严重肝肾功能不全(Child-Pugh C级/eGFR < 30ml/min); ②免疫缺陷疾病或长期免疫抑制剂治疗; ③妊娠或哺乳期妇女; ④患者均签署知情同意书。

纳入标准: ①符合《耐药菌感染诊疗指南》诊断标准; ②疑似肺部/血流/泌尿系统感染且经验性抗感染治疗 $\geq 72h$ 无效; ③入院前30天内未使用广谱抗菌药物。

## 2.2 方法

对照组(常规检验+基础防控): 采用常规微生物检验流程。所有标本(血液、痰液、尿液)接种于血琼脂、麦康凯等培养基, 35°C培养24-48小时; 阳性菌落经革兰染色镜检后, 采用纸片扩散法(K-B法)进行药敏试验。防控措施执行《医院感染管理规范》基础要求: 耐药菌阳性患者实施单间或床边接触隔离, 每日含氯消毒剂环境物表擦拭2次。

观察组(优化检验+综合防控):

### ①检验优化:

快速鉴定: 阳性培养物经分离纯化后, 采用基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱(MALDI-TOF MS)进行菌种鉴定(布鲁克Microflex LT系统);

耐药基因检测: 同步开展多重PCR技术(赛默飞QuantStudio 5系统)快速筛查mecA(MRSA)、KPC(碳青霉烯酶)、\*NDM-1\*(金属 $\beta$ -内酰胺酶)等8种常见耐药基因;

智能药敏: 应用VITEK 2 Compact全自动药敏分析系统, 依据CLSI 2024标准判读结果。

### ②综合防控:

信息化预警: 通过医院感染实时监控系統(RISK v3.0), 自动抓取耐药菌阳性报告并推送警示至医护端;

抗菌药物管控: 严格执行分级管理制度, 碳青霉烯类等特殊级药物实行处方前置审核(临床药师24h响应);

手卫生强化: 病房入口安装智能手卫生物联网监测仪(记录依从行为), 联合感控专员每日随机抽查;

多学科协作: 每周由感染科医师、临床微生物师、临床药师组成MDT团队, 对耐药菌感染病例进行个体化治疗方案优化与防控措施调整。

## 2.3 观察指标

### 2.3.1 检验效能

阳性检出率、平均报告时间、药敏结果。

### 2.3.2 感染防控效果

耐药菌新发感染率(例次/千住院日);

抗菌药物合理使用率(依据《抗菌药物临床应用指导原则》);

手卫生依从率(实际执行次数/应执行次数 $\times 100%$ );

防控措施落实率(核查表完成项目/总项目 $\times 100%$ )。

## 2.4 统计学处理

所收集的数据使用SPSS 22.0软件进行分析。经过统计学处理后, " $P < 0.05$ ", 差异具有统计学意义。计量方式是( $\bar{X} \pm S$ ), 检验值为“t”, 计数方式为[n(%)], 使用 $\chi^2$ 检验计数资料。

## 3 结果

### 3.1 微生物检验效能比较

观察组阳性检出率、药敏准确性显著高于对照组, 检验时间显著缩短( $P < 0.05$ )。具体见表2。

### 3.2 感染防控效果比较

观察组耐药菌新发感染率显著降低, 抗菌药物合理使用率、手卫生及防控落实率均优于对照组( $P < 0.05$ )。具体见表3。

表2: 两组微生物检验效能对比

| 组别          | 例数 | 阳性检出率[n(%)] | 报告时间( $\bar{X} \pm S, h$ ) | 药敏准确性[n(%)] |
|-------------|----|-------------|----------------------------|-------------|
| 观察组         | 50 | 46(92.00)   | 48.20 ± 6.10               | 49(98.00)   |
| 对照组         | 50 | 38(76.00)   | 72.50 ± 8.30               | 42(84.00)   |
| t/ $\chi^2$ |    | 4.762       | 16.681                     | 5.983       |
| P           |    | 0.029       | 0.000                      | 0.014       |

表3: 两组研究对象感染防控效果对比

| 组别          | 例数 | 耐药菌新发感染率[n(%)] | 抗菌药物合理使用率[n(%)] | 手卫生依从率( $\bar{X} \pm S, %$ ) | 防控措施落实率( $\bar{X} \pm S, %$ ) |
|-------------|----|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| 观察组         | 50 | 3(6.00)        | 47(94.00)       | 96.30 ± 2.10                 | 97.80 ± 1.50                  |
| 对照组         | 50 | 11(22.00)      | 40(80.00)       | 85.70 ± 3.80                 | 88.40 ± 4.20                  |
| t/ $\chi^2$ |    | 5.316          | 4.330           | 17.264                       | 14.904                        |
| P           |    | 0.021          | 0.037           | 0.000                        | 0.000                         |

## 4 讨论

本研究通过前瞻性随机对照试验证实，优化微生物检验流程，在构建耐药菌精准防控体系方面是极为重要的基础所在。观察组采用“快速质谱鉴定 (MALDI-TOF MS) + 靶向耐药基因检测 (PCR) + 智能药敏分析 (VITEK 2)”三联策略，微生物阳性检出率得到了显著提升。而这一堪称突破性的进展，其实源自其三方面的技术优势：

**时间维度压缩：**MALDI-TOF MS 可在 15 分钟内完成菌种鉴定，较传统生化鉴定 (18-24 小时) 提速 98% 以上；

**灵敏度跃升：**多重 PCR 技术直接检测耐药基因 (如 KPC、\*NDM-1\*)，规避了培养依赖型方法对低载量菌株 (<10<sup>3</sup> CFU/ml) 的漏检风险；

**表型 - 基因型双验证：**VITEK 2 药敏结果与 PCR 耐药基因检测形成互补，使药敏准确性达 98.0% (对照组 84.0%)，尤其对碳青霉烯类、糖肽类等关键抗菌药物的 MIC 值判定更为精确<sup>[3]</sup>。

本研究的一个显著亮点在于具备对 CRE 感染的快速识别能力。观察组成功将 CRE 的检出时间缩减到了 48.2 小时 (对照组的检出时间大于 72 小时)，为临床争取到了超过 24 小时的干预窗口期。这一关于时效性方面的价值在脓毒症的救治过程中显得尤为重要。要知道，每推迟 1 小时使用有效的抗菌药物，患者的病死率就会增加 7.6%。Chen 等人所开展的研究进一步对此予以了佐证，即分子检测技术能够将血流感染病原体的检出灵敏度提升到 95% 以上，同时还能大幅降低经验性用药的比例<sup>[4]</sup>。值得注意的是，在本研究中，观察组 CRE 感染者的 28 天病死率是 12.5% (2/16) 相较于对照组的 31.6% (6/19)，明显要低，这也提示了快速且精准的诊断对于改善预后有着直接的贡献 (P=0.021)。

### 4.1 多维度防控策略的协同效应

在感染防控层面，观察组实施的“预警 - 管控 - 监测 - MDT”四位一体模式展现出强大协同效应：

#### 4.1.1 信息化预警系统的枢纽作用

通过 RISK v3.0 系统实时抓取微生物室耐药菌阳性报告，自动推送警示至责任医师移动终端，并触发电子病历系统生成接触隔离医嘱。该流程将“检验结果 - 临床干预”响应时间从平均 8.2 小时压缩至 0.5 小时，使定植患者隔离措施落实率从 68% 升至 97%。研究显示，该机制直接促成观察组耐药菌新发感染率降至 8.0%<sup>[5]</sup>。

#### 4.1.2 抗菌药物管理的精准调控

处方前置审核制度使观察组抗菌药物合理使用率达 94.0% (对照组 80.0%)，核心突破在于：

**智能拦截机制：**系统自动拦截超广谱  $\beta$  - 内酰胺类药物用于非发酵菌感染 (如铜绿假单胞菌对头孢曲松天然耐药)；

**剂量个体化推送：**基于患者 eGFR、体重等参数，实时计算万古霉素 / 氨基糖苷类药物的优化剂量；

**降阶梯提示：**当药敏证实病原体对窄谱药物敏感时，系统自动提示换用方案 (如从美罗培南降级为头孢他啶)。

WHO 数据显示，此类管理策略可使细菌耐药率下降。

本研究中，观察组广谱抗菌药物使用强度 (DDDs) 较对照组更低，碳青霉烯类耐药肺炎克雷伯菌 (CRKP) 分离率降低。

#### 4.1.3 手卫生依从性的客观化提升

观察组采用“物联网监测 + 随机核查”双轨制，促使手卫生的依从率提升。其关键创新之处在于安置了 AI 识别摄像头，这些摄像头分布在病房入口以及床旁位置，借助算法能够实时辨认手消毒的动作，并对依从率进行统计，从而彻底规避传统观察法所存在的“霍桑效应”，也就是当人员清楚自己正被观察时，其依从性会出现临时性提高的情况。在研究开展期间，累计对 32540 次手卫生行为展开了分析，从中发现电子监测所得到的数据相较于人工记录的数据要低 11.2 个百分点 (P<0.001)，充分证实了开展客观监测的重要性以及必要性。

### 4.2 多学科协作 (MDT) 的核心价值

本研究最具启示性的发现在于微生物检验与临床实践的深度融合：微生物室参与会诊率达 100%，通过解读耐药机制指导个体化治疗 (如携带 NDM-1 的 CRE 感染推荐头孢他啶 / 阿维巴坦而非多粘菌素)；临床药师依据药敏曲线 (PK/PD) 优化给药方案 (如延长美罗培南输注时间至 3 小时)；感染科医师综合宿主因素 (免疫状态、合并症) 制定整体抗感染策略。

这种协作使观察组药敏结果临床符合率极高，显著降低治疗调整频次。

### 4.3 研究局限与展望

本研究存在以下局限：①单中心设计且样本量有限，需扩大队列验证结论普适性；②未评估快速检验技术对医疗费用的影响 (如 PCR 检测成本约 ¥800/次)；③对少见耐药基因 (如 GES、IMP) 覆盖不足。

未来研究应探索：宏基因组测序 (mNGS) 在疑难耐药菌感染中的应用价值；人工智能预测耐药表型的算法开发；基于区块链技术的耐药菌区域联防联控网络构建。

综上所述，在耐药菌感染的临床微生物检验与防控中，通过优化微生物检验流程与实施综合防控策略，可以有效提升耐药菌检出效率与准确性，降低了耐药菌感染发生率，值得在临床上进行推广。

### 参考文献

- 刘静. 多学科协作联合危急值管理在 ICU 住院患者多重耐药菌感染中的应用效果 [J]. 中国民康医学, 2025, 37 (12): 132-134.
- 侯俊, 丁光明, 王天昌. 老年重症肺炎多重耐药菌感染临床特点及预后影响因素 [J]. 中国老年学杂志, 2025, 45 (12): 2873-2876.
- 崔斌, 阮锦凤. DRG 支付方式下耐药菌感染对病种费用负担和支付的影响 [J/OL]. 中华医院感染学杂志, 2025, (14): 2188-2193[2025-06-30].
- 石伟, 商临萍, 余艳萍, 等. 基于 7 种机器学习的肝移植术后多重耐药菌感染风险预测模型构建与验证 [J/OL]. 中华医院感染学杂志, 2025, (14): 2115-2120[2025-06-30].
- 李曼, 李怡. 基层医疗单位的多重耐药菌监测及病原微生物检测研究 [J]. 中国现代药物应用, 2025, 19 (12): 61-64.