

# 基于微生物检验的泌尿系统感染患者病原菌分布情况及其耐药性研究

范增成\*

(天水四零七医院, 天水 741018)

**摘要: 目的** 探究基于微生物检验的泌尿系统感染患者病原菌分布情况, 并分析其耐药性。**方法** 选取2023年11月至2025年6月在本院接受治疗的泌尿系统感染患者384例, 对患者尿液标本进行采集, 开展微生物培养和病原学检测, 分析和鉴定病原菌株; 开展抗菌药物敏感试验, 对耐药特点进行探讨。**结果** 对384例泌尿系统感染患者的尿标本开展基于微生物检验的病原学检测, 结果显示, 共分离出402株病原菌株, 其中包括大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌等324株革兰阴性菌, 粪肠球菌、屎肠球菌等78株革兰阳性菌。药敏分析显示, 大肠埃希菌对头孢唑林、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率较高, 分别为90.34%、81.51%、78.99%; 肺炎克雷伯菌对头孢唑林的耐药率最高, 为85.37%; 粪肠球菌对左氧氟沙星的耐药率最高, 为70.27%; 屎肠球菌对氨苄西林、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率较高, 分别为90.00%、85.00%、80.00%。**结论** 基于微生物检验的泌尿系统感染患者病原菌株主要为大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌等革兰阴性菌, 多数病原菌株对抗菌药物具有较强的耐药性, 临床需结合微生物检验及药敏试验结果个体化选用抗菌药物, 重视抗菌药物的合理使用, 以控制耐药性蔓延。

**关键词:** 泌尿系统感染; 微生物检验; 病原菌; 抗菌药物; 耐药性

## 0 引言

泌尿系统感染作为泌尿外科、肾内科常见的感染性疾病之一, 主要累及尿道、膀胱、肾盂等尿路黏膜组织, 以尿频、尿急、尿痛、腰痛等为典型临床表现, 轻症者影响患者生活质量, 重症者可引发感染性休克、败血症、肾功能损伤等严重并发症, 甚至危及生命<sup>[1]</sup>。该病发病率居医院感染前列, 且女性因生理结构特殊性、老年患者因尿路功能退行性改变等因素, 成为高发人群, 临床诊疗负担较重<sup>[2-3]</sup>。微生物感染是泌尿系统感染的核心致病因素, 其病原菌种类复杂且分布具有明显的临床特征, 而抗菌药物是临床治疗的主要手段。但近年来, 随着广谱抗菌药物的广泛应用, 甚至不合理使用, 加之临床侵入性操作的增加, 泌尿系统感染病原菌的耐药性问题日益突出, 不仅导致部分患者经验性用药治疗失败、病程延长, 还促使多重耐药菌株不断出现, 成为临床诊疗的难点<sup>[4]</sup>。此外,

不同地区、不同医疗机构的病原菌分布及耐药性特征存在显著差异, 其与当地抗菌药物使用习惯、患者人群结构密切相关, 因此开展单中心病原菌耐药性监测具有重要的临床指导价值。微生物检验作为明确泌尿系统感染病原菌的金标准, 通过尿液标本培养、菌株分离鉴定及抗菌药物敏感性试验, 能够精准明确致病菌种类及药物耐受情况, 为临床目标性用药提供科学依据, 是减少经验性盲目用药、延缓耐药菌株产生、提高治疗效果的关键<sup>[5]</sup>。本研究主要基于微生物检验分析了泌尿系统感染患者的病原菌分布情况, 并探讨主要致病菌的耐药性特征, 以为临床泌尿系统感染的病原学诊断、抗菌药物合理选用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

选取泌尿系统感染患者384例, 均于2023年11月至

2025年6月在本院接受治疗。纳入标准: 资料齐全; 知情同意; 年龄18岁及以上; 尿细菌培养阳性; 意识清楚, 理解、沟通能力正常; 经临床检查证实为泌尿系统感染。排除标准: 精神疾病; 合并其他部位严重感染; 标本采集不规范或送检延迟; 近1个月内使用过抗生素治疗; 妊娠、哺乳期女性; 恶性肿瘤晚期、免疫功能严重低下。全部384例患者中, 其年龄为19~92岁, 平均为(59.37±8.85)岁; 女性258例, 男性126例; 217例患者为尿道炎, 71例患者为膀胱炎, 96例患者为肾盂肾炎。本研究经医院伦理委员会审批。

## 1.2 材料与试剂

哥伦比亚血琼脂培养基、麦康凯琼脂培养基、巧克力琼脂培养基(成品培养基, 郑州安图生物工程股份有限公司); 革兰染色液(快速法, 珠海贝索生物技术有限公司); 氧化酶试纸(生化试剂, 杭州天和微生物试剂有限公司); 微量生化发酵管(包括葡萄糖、乳糖、蔗糖等, 杭州微生物试剂有限公司); 药敏纸片(包括头孢唑林、头孢呋辛、头孢他啶、头孢哌酮/舒巴坦、哌拉西林/他唑巴坦、亚胺培南、美罗培南、左氧氟沙星、环丙沙星、阿米卡星、庆大霉素、氨基西林、万古霉素、利奈唑胺、替考拉宁、呋喃妥因、红霉素, 英国Oxoid公司); 无菌生理盐水(0.9%氯化钠溶液, 安徽双鹤药业有限责任公司)。

## 1.3 仪器与设备

VITEK 2 Compact 全自动微生物鉴定及药敏分析系统、BACT/ALERT 3D 全自动血培养仪、DensiCHEK Plus 比浊仪(精度±0.1 McFarland)(法国生物梅里埃公司); HFsafe-1200 LC 生物安全柜(二级A2型, 上海力康生物医疗科技控股有限公司); BPX-162 恒温培养箱(精度±0.1 °C)、YXQ-LS-75SII 高压蒸汽灭菌器(上海博迅医疗生物仪器股份有限公司); OLYMPUS CX23 生物显微镜(日本奥林巴斯株式会社); BCD-25WTPM 医用冷藏箱(青岛海尔生物医疗股份有限公司); XK96-A 快速混匀器(江苏新康医疗器械有限公司); Proline 微量移液器(10~100 μL、100~1000 μL, 法国吉尔森公司)。

## 1.4 方法

按照相关操作规程<sup>[6]</sup>, 全部患者入院后采集其中段尿, 并在规定时间内立即送检。

在培养基上接种采集到的尿标本, 再开展培养处理。选择全自动微生物鉴定药敏分析仪对菌株进行分离鉴定处理, 并开展抗菌药物敏感性试验, 评估其耐药性。

## 1.5 统计学方法

借助软件 WHONET 5.6 进行结果处理。计数资料采用[n (%)]描述。

## 2 结果与分析

### 2.1 微生物检验病原菌检测结果观察

通过采集384例泌尿系统感染患者的尿标本开展微生物检验病原菌检测, 结果分离出402株病原菌株。病原菌分布以革兰阴性菌为主, 共324株, 占总菌株数的80.60%; 革兰阳性菌78株, 占19.40%。在革兰阴性菌中, 大肠埃希菌的检出率最高(238株, 59.20%), 其次为肺炎克雷伯菌(41株, 10.20%)、奇异变形杆菌(19株, 4.73%)、铜绿假单胞菌(12株, 2.99%)、阴沟肠杆菌(8株, 1.99%)。在革兰阳性菌中, 粪肠球菌的检出率最高(37株, 9.20%), 其次为屎肠球菌(20株, 4.98%)、表皮葡萄球菌(11株, 2.74%)、金黄色葡萄球菌(6株, 1.49%)。见表1。

表1 微生物检验病原菌检测结果观察

病原菌	株数/株	占比(占总菌株数)%
革兰阴性菌 (n=324)	大肠埃希菌	238 59.20
	肺炎克雷伯菌	41 10.20
	奇异变形杆菌	19 4.73
	铜绿假单胞菌	12 2.99
	阴沟肠杆菌	8 1.99
	其他	6 1.49
革兰阳性菌 (n=78)	粪肠球菌	37 9.20
	屎肠球菌	20 4.98
	表皮葡萄球菌	11 2.74
	金黄色葡萄球菌	6 1.49
	其他	4 1.00
合计	402	100.00

### 2.2 大肠埃希菌及肺炎克雷伯菌的抗菌药物敏感性试验分析结果观察

抗菌药物敏感性分析结果发现, 大肠埃希菌对头孢唑林、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率最高, 分别为90.34%、81.51%、78.99%; 肺炎克雷伯菌对头孢唑林的耐药率较高, 为85.37%。见表2。

### 2.3 粪肠球菌及屎肠球菌的抗菌药物敏感性试验分析结果观察

抗菌药物敏感性分析结果发现, 粪肠球菌对左氧氟沙星的耐药率最高, 为70.27%; 屎肠球菌对氨基西林、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率较高, 分别为90.00%、85.00%、80.00%, 如表3。

表2 大肠埃希菌及肺炎克雷伯菌的抗菌药物敏感性试验分析结果观察

抗菌药物	大肠埃希菌(n=238)		肺炎克雷伯菌(n=41)	
	耐药菌株数/株	耐药率/%	耐药菌株数/株	耐药率/%
头孢唑林	215	90.34	35	85.37
头孢呋辛	112	47.06	29	70.73
头孢他啶	124	52.10	16	39.02
头孢哌酮/舒巴坦	13	5.46	14	34.15
哌拉西林/他唑巴坦	15	6.30	17	41.46
亚胺培南	1	0.42	15	36.59
美罗培南	1	0.42	14	34.15
左氧氟沙星	194	81.51	29	70.73
环丙沙星	188	78.99	30	73.17
阿米卡星	25	10.50	3	7.32
庆大霉素	118	49.58	17	41.46

表3 粪肠球菌及屎肠球菌的抗菌药物敏感性试验分析结果观察

抗菌药物	粪肠球菌(n=37)		屎肠球菌(n=20)	
	耐药菌株数/株	耐药率/%	耐药菌株数/株	耐药率/%
氨苄西林	21	56.76	18	90.00
万古霉素	0	0.00	0	0.00
利奈唑胺	0	0.00	0	0.00
替考拉宁	0	0.00	0	0.00
左氧氟沙星	26	70.27	17	85.00
环丙沙星	25	67.57	16	80.00
呋喃妥因	3	8.11	4	20.00
庆大霉素	16	43.24	11	55.00
红霉素	23	62.16	15	75.00

### 3 讨论与结论

泌尿系统感染发病率高,可累及尿道、膀胱、输尿管和肾脏,若诊治不及时或不当,可导致感染反复发作、肾功能损害,甚至引发全身性脓毒症,严重威胁患者健康<sup>[7-8]</sup>。随着人口老龄化进程加速、侵入性诊疗操作的增多以及抗菌药物的广泛应用,泌尿系统感染的病原菌谱和耐药性正发生着深刻变化,耐药菌株尤其是多重耐药菌的出现与流行,已成为全球公共卫生领域面临的严峻挑战<sup>[9-10]</sup>。病原学诊断是泌尿系统感染精准治疗和抗菌药物合理应用的基础。传统的经验性治疗模式,在缺乏病原菌及药敏结果指导的情况下,易导致抗菌药物选择不当,不仅影响临床疗效、延长病程,更会加剧细菌耐药性的产生。因此,依托微生物

物检验技术,持续开展特定区域、特定时期内泌尿系统感染病原菌的流行病学调查及耐药性监测,对掌握本地病原菌流行趋势、指导临床经验性用药、优化抗菌药物管理策略具有至关重要的意义。

本研究通过采集 384 例泌尿系统感染患者的尿标本开展基于微生物检验的病原学检测,结果分离出包括大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌等的 324 株革兰阴性菌,粪肠球菌、屎肠球菌等的 78 株革兰阳性菌,共 402 株病原菌株;研究结果显示,导致泌尿系统感染的病原菌株往往为革兰阴性菌。分析原因可能为:大肠埃希菌作为人体肠道正常菌群,其黏附能力强,可通过尿道逆行侵袭尿路黏膜,且女性尿道短、直、宽的生理结构,使其成为女性泌尿系统感染的主要致病菌<sup>[11-12]</sup>。肺炎克雷伯菌作为条件致病菌,其

检出率位居第二, 该菌株易在尿路黏膜形成生物膜, 增加感染持续时间与治疗难度, 其检出多与患者合并基础疾病、侵入性操作相关<sup>[13-14]</sup>。

抗菌药物敏感性分析结果发现, 大肠埃希菌对头孢唑林、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率最高, 分别为 90.34%、81.51%、78.99%, 提示一代头孢菌素及喹诺酮类药物已不适宜作为本院大肠埃希菌所致泌尿系统感染的经验性用药。究其原因: 一代头孢菌素因价格低廉、抗菌谱广, 常被用于尿路感染的经验性治疗, 而喹诺酮类药物口服吸收好、起效快, 也为临床常用药, 长期不合理使用导致大肠埃希菌耐药性快速上升, 且部分菌株可通过质粒传递耐药基因, 进一步加剧耐药性传播<sup>[15]</sup>。大肠埃希菌对头孢哌酮/舒巴坦、哌拉西林/他唑巴坦耐药率仅为 5.46%、6.30%, 对亚胺培南、美罗培南耐药率接近 0, 提示  $\beta$ -内酰胺酶抑制剂复合制剂及碳青霉烯类药物为本院大肠埃希菌感染的高效治疗药物, 其中碳青霉烯类药物可作为多重耐药大肠埃希菌感染的首选药物。本研究发现, 肺炎克雷伯菌对头孢唑林耐药率 85.37%, 对左氧氟沙星、环丙沙星、头孢吡辛耐药率均超 70%, 其耐药特征与大肠埃希菌相似, 均对临床常用广谱抗菌药物耐药率较高, 但对阿米卡星耐药率仅 7.32%, 提示氨基糖苷类药物可作为本院肺炎克雷伯菌所致尿路感染的优选药物之一。肺炎克雷伯菌对亚胺培南、美罗培南仍保持较低耐药率, 与该菌株产超广谱  $\beta$ -内酰胺酶率相关, 本院临床中对产超广谱  $\beta$ -内酰胺酶菌株的监测与防控较为规范, 有效减少了碳青霉烯类药物的滥用, 因此该类药物仍保持较高敏感性。需注意的是, 本研究中肺炎克雷伯菌对部分  $\beta$ -内酰胺酶抑制剂复合制剂存在一定耐药性, 提示临床使用该类药物时还需结合药敏结果, 避免盲目用药。

粪肠球菌与屎肠球菌作为本院泌尿系统感染主要革兰阳性致病菌, 其耐药性存在明显差异, 且均对糖肽类、恶唑烷酮类药物无耐药性。粪肠球菌对左氧氟沙星耐药率最高达 70.27%, 对氨苄西林耐药率 56.76%, 但对呋喃妥因耐药率仅 8.11%, 提示呋喃妥因可作为本院粪肠球菌所致尿路感染的首选口服药物, 该药物在尿路浓度高、副作用小, 且耐药率低, 适合轻症感染的治疗。屎肠球菌对氨苄西林耐药率高达 90.00%, 对左氧氟沙星、环丙沙星、红霉素耐药率均超 75%, 其耐药性显著高于粪肠球菌, 与屎肠球菌的固有耐药性及获得性耐药基因携带率更高相关, 临床中屎肠球菌感染需避免使用氨苄西林等青霉素类药物。粪肠球菌与屎肠球菌对万古霉素、利奈唑胺、替考拉宁耐药率均为 0, 提示该 3 类药物为本院革兰阳性菌所致泌尿系统感染的特效药物, 其中万古霉素作为糖肽类药物, 抗菌作用强, 可作为耐药肠球菌感染的首选药物, 利奈唑胺口服与静脉制剂均有, 适用于中重度感染的序贯治疗。

但临床中需严格控制此类药物的使用指征, 避免滥用导致耐药菌株的出现, 仅在药敏试验证实其他药物耐药时选用。此外, 两种肠球菌对庆大霉素均有一定耐药性, 提示氨基糖苷类药物与其他药物联合使用时需谨慎, 需结合药敏结果评估协同作用。

总之, 基于微生物检验的泌尿系统感染患者病原菌株往往为大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌等革兰阴性菌, 多数病原菌株对抗菌药物具有较强的耐药性, 临床需结合微生物检验及药敏试验结果个体化选用抗菌药物, 重视抗菌药物的合理使用, 以控制耐药性蔓延。

## 参考文献

- [1] 戴朝云, 杨海东, 段南均, 等. 基于多维度指标构建输尿管结石患者并发尿路感染的列线图预测模型[J]. 国际泌尿系统杂志, 2026, 46(1): 25-29.
- [2] 张巍巍, 陈良佑, 胡洋. 围绝经期女性输尿管结石术后泌尿系统感染危险因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2024, 39(22): 4543-4546.
- [3] 王翠嫣, 孙晓洋, 席玉红, 等. 老年糖尿病合并泌尿系统感染的危险因素及其头孢菌素类药物疗效[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(15): 2256-2260.
- [4] 姬文娟, 牛俊杰, 于拽拽, 等. 泌尿系统感染发生危险因素及病原菌感染分布、药物敏感性和细菌耐药性情况研究[J]. 医学动物防制, 2023, 39(4): 394-398.
- [5] 张翔, 曹辉, 李春艳, 等. 微生物检验在泌尿系统感染预防和诊断治疗中的应用价值[J]. 标记免疫分析与临床, 2025, 32(2): 227-232.
- [6] 叶应妩, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 3 版. 南京: 东南大学出版社, 2006.
- [7] 杨丰硕, 刘利峰, 田龙江, 等. 腹腔镜下根治性膀胱癌切除及标准盆腔淋巴结清扫术后尿路感染的危险因素及预防[J]. 癌症, 2024, 43(10): 494-503.
- [8] 黄晓君, 李小漫, 彭春玲, 等. 2 型糖尿病合并泌尿系统感染病原菌分布和血清 IGF-1 与 PCT 水平变化及意义[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(7): 1040-1044.
- [9] 孔亚丽, 邱玉, 郭秀美, 等. 2016—2021 年某医院泌尿系细菌感染及影响分析[J]. 医学动物防制, 2024, 40(4): 376-379.
- [10] 常正林, 莫晋昭, 吴浩杰, 等. 2013—2023 某院尿路感染病原菌耐药性及其流行病学特征[J]. 中华医院感染学杂志, 2025, 35(11): 1711-1717.
- [11] 徐洪霞, 严敏, 陈丽敏, 等. 子宫肌瘤患者术后并发泌尿系统感染病原菌分布、耐药性及危险因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(9): 1096-1099, 1108.
- [12] 罗玮, 由晓颜, 刘海燕. 泌尿系感染的病原菌分布及耐药性分析[J]. 国际泌尿系统杂志, 2026, 46(1): 103-107.
- [13] 赵卫红, 王增利, 王明, 等. 肾盂及输尿管结石患者术后泌尿系统感染的病原菌、药敏实验及影响因素分析[J]. 贵州医药, 2022, 46(1): 117-118.
- [14] 李艳红, 邹慧兰, 卢日文, 等. 糖尿病肾病并发泌尿系统感染的病原菌分布特点及相关影响因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(12): 1501-1505.
- [15] 王卓, 王丹, 鲁晶, 等. 953 例泌尿系统感染病例病原菌分布及耐药性分析[J]. 华南预防医学, 2022, 48(10): 1282-1285.