

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20252254

· 论 著 ·

苏州市住院患者导尿管相关和非导尿管相关尿路感染多中心流行病学特征研究

刘晶雪<sup>1</sup>, 王秀珍<sup>1</sup>, 乔美珍<sup>1,3</sup>, 张骏骥<sup>2</sup>, 丁 蔚<sup>3</sup>, 朱书开<sup>4</sup>, 金美娟<sup>3</sup>, 宋晓超<sup>3</sup>

[1. 苏州大学附属第四医院(苏州市独墅湖医院)感染管理科, 江苏 苏州 215127; 2. 苏州市立医院本部感染管理科, 江苏 苏州 215002; 3. 苏州大学附属第一医院感染管理处(苏州市感染管理质量控制中心), 江苏 苏州 215006; 4. 杭州杏林信息科技有限公司, 浙江 杭州 310052]

[摘 要] 目的 探讨医院感染中导尿管相关尿路感染(CAUTI)与非导尿管相关尿路感染(non-CAUTI)的流行病学特征及耐药性差异,为临床精准防控提供科学依据。方法 基于苏州市区域性医院感染监测平台,回顾性分析 2020 年 1 月—2024 年 12 月 61 所成员单位上报的尿路感染监测数据,比较 CAUTI 组与 non-CAUTI 组患者的病原菌分布、多重耐药菌(MDRO)检出率及耐药谱特征。结果 CAUTI 组患者 CAUTI 发病率为 0.99%,non-CAUTI 组患者医院尿路感染发病率为 0.14%。两组间尿路感染病原菌分布差异有统计学意义( $P<0.05$ ),CAUTI 组以革兰阴性菌为主(56.0%),其中大肠埃希菌(19.6%)、肺炎克雷伯菌(15.0%)占比较高;non-CAUTI 组革兰阴性菌占比(64.7%)更高。药敏结果显示,CAUTI 组大肠埃希菌对妥布霉素、头孢菌素类、碳青霉烯类抗生素的耐药率高于 non-CAUTI 组(均  $P<0.05$ )。除替加环素外,CAUTI 组肺炎克雷伯菌对其他抗菌药物的耐药率与 non-CAUTI 组相比,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。CAUTI 组鲍曼不动杆菌对替卡西林/克拉维酸、喹诺酮类及多数头孢菌素类、碳青霉烯类、氨基糖苷类药物的耐药率高于 non-CAUTI 组(均  $P<0.05$ )。MDRO 检出率在 CAUTI 组中更高,尤其是耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌占比达 57.8%。结论 CAUTI 组与 non-CAUTI 在尿路感染病原菌分布和耐药性上存在差异,需建立区域性尿路感染病原菌耐药监测体系,为临床合理使用抗菌药物提供依据。

[关 键 词] 导尿管相关尿路感染; 非导尿管相关尿路感染; 医院感染; 耐药性; 监测

[中图分类号] R181.3<sup>+</sup>2

Catheter-associated and non-catheter-associated urinary tract infection in hospitalized patients in Suzhou City: a multicenter study on epidemiological characteristics

LIU Jingxue<sup>1</sup>, WANG Xiuzhen<sup>1</sup>, QIAO Meizhen<sup>1,3</sup>, ZHANG Junji<sup>2</sup>, DING Wei<sup>3</sup>, ZHU Shukai<sup>4</sup>, JIN Meijuan<sup>3</sup>, SONG Xiaochao<sup>3</sup> (1. Department of Infection Management, The Fourth Affiliated Hospital of Soochow University [Suzhou Dushu Lake Hospital], Suzhou 215127, China; 2. Department of Infection Management, Suzhou Municipal Hospital, Suzhou 215002, China; 3. Department of Infection Management, The First Affiliated Hospital of Soochow University [Suzhou Healthcare-associated Infection Quality Control Center], Suzhou 215006, China; 4. Xinglin Information Technology Limited Company, Hangzhou 310052, China)

[Abstract] Objective To explore the epidemiological characteristics and differences in antimicrobial resistance between catheter-associated urinary tract infection (CAUTI) and non-CAUTI of healthcare-associated infection (HAI), and provide scientific basis for precise clinical prevention and control. Methods Based on the regional HAI

[收稿日期] 2025-05-30

[基金项目] 江苏省医院协会医院管理创新研究基金资助项目(JSYGY-3-2023-103、JSYGY-3-2023-114);江苏省医院协会医院管理创新研究重点基金资助项目(JSYGY-2-2024-256);苏州市医院协会感染管理专项重点项目(SZSYXHXH-2023-ZD1)

[作者简介] 刘晶雪(1992-),女(汉族),山东省菏泽市人,主治医师,主要从事医院感染及多重耐药菌感染预防与控制研究。

[通信作者] 宋晓超 E-mail: songxiaochao2016@163.com; 金美娟 E-mail: jinmj06@163.com

surveillance platform in Suzhou City, urinary tract infection (UTI) surveillance data reported by 61 member units from January 2020 to December 2024 were analyzed retrospectively. Pathogen distribution, detection rate of multi-drug-resistant organisms (MDROs), and antimicrobial resistance spectrum characteristics of patients in the CAUTI group and non-CAUTI group were compared. **Results** The incidence of CAUTI in patients in CAUTI group was 0.99%, the incidence of healthcare-associated UTI in patients in non-CAUTI group was 0.14%. There was statistically significant difference in the distribution of UTI pathogens between the two groups ( $P<0.05$ ). The pathogens of the CAUTI group were mainly Gram-negative bacteria (56.0%), with high proportions of *Escherichia coli* (19.6%) and *Klebsiella pneumoniae* (15.0%). In the non-CAUTI group, the proportion of Gram-negative bacteria was higher (64.7%). Antimicrobial susceptibility testing results showed that the resistance rates of *Escherichia coli* to tobramycin, cephalosporins, and carbapenems in the CAUTI group were all higher than those in the non-CAUTI group (all  $P<0.05$ ). Except for tigecycline, the resistance rates of *Klebsiella pneumoniae* to other antimicrobial agents in the CAUTI group were all significantly different from the non-CAUTI group (all  $P<0.05$ ). The resistance rates of *Acinetobacter baumannii* to ticarcillin/clavulanic acid, quinolones, most cephalosporins, carbapenems, and aminoglycosides in the CAUTI group were higher than those of the non-CAUTI group (all  $P<0.05$ ). The detection rates of MDROs were higher in the CAUTI group, especially that of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, accounting for 57.8%. **Conclusion** There are significant differences in pathogen distribution and antimicrobial resistance of UTI between the CAUTI group and the non-CAUTI group. It is necessary to establish a regional antimicrobial resistance surveillance system for pathogens in UTI, and provide basis for the rational use of antimicrobial agents in clinical practice.

**[Key words]** catheter-associated urinary tract infection; non-catheter-associated urinary tract infection; healthcare-associated infection; antimicrobial resistance; surveillance

尿路感染(urinary tract infection, UTI)是全球范围内最常见的医院感染类型之一,约占医院感染的 12.9%,其中约 70%的 UTI 与留置导尿管有关。每年治疗导尿管相关尿路感染(catheter-associated urinary tract infection, CAUTI)的总成本估计超过 3.4 亿美元<sup>[1-2]</sup>。当 UTI 并发尿脓毒症、肾脓肿或急性肾损伤时,死亡风险显著增加。UTI 主要分为 CAUTI 和非导尿管相关尿路感染(non-CAUTI)两类。抗菌药物耐药性(AMR)相关的 UTI 是导致住院患者死亡的常见原因,与耐药感染致死相关的六种主要病原体中,五种是 UTI 的常见病原体<sup>[3]</sup>。目前,关于 CAUTI 与 non-CAUTI 两组人群的流行病学特征、病原谱变迁、多重耐药菌(MDRO)分布及耐药性的多中心研究仍较缺乏。本研究通过分析近五年本区域的多中心大样本监测数据,旨在为 UTI 的精准诊疗和防控策略提供循证依据。

## 1 资料与方法

1.1 数据来源 通过区域性医院感染监测平台收集 2020 年 1 月—2024 年 12 月苏州市 61 所成员单位定期上报的 UTI 医院感染监测数据。

1.2 方法 各成员单位每月上传数据包,苏州市医

院感染监测平台按照《医院感染监测基本数据集及质量控制指标集实施指南(2016 版)》<sup>[4]</sup>实现医院感染相关数据在定义、抽取、转换、存储及发布等全流程的标准化,并保障其有效交换与共享。每所医院自行核对上报数据后提交,再由苏州市医院感染管理质量控制中心对上报情况和上报数据统一审核、分析、汇总和季度反馈;数据质控发现问题时及时进行维护及系统核查。UTI 的诊断依据《医院感染诊断标准(试行)》<sup>[5]</sup>。CAUTI 的诊断根据 2010 年卫生部发布的《导尿管相关尿路感染预防与控制技术指南(试行)》<sup>[6]</sup>,CAUTI 发病率=CAUTI 例次数/同期患者使用导尿管总日数 $\times 1\,000\%$ 。标本采集参照 WS/T 640—2018《临床微生物学检验标本的采集和转运》<sup>[7]</sup>。采用 VITEK-MS 全自动微生物质谱检测系统、VITEK 2 Compact 全自动细菌鉴定和药敏仪(法国 Bio-Merieux 公司)及配套检测卡进行细菌鉴定和药敏试验,试验结果依据 2022 年美国临床实验室标准化协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)<sup>[8]</sup>判断。仪器法最低抑菌浓度(MIC)范围不能满足 CLSI 折点判断要求的药物采用纸片扩散法或 E-test 法测定。MDRO 依据文献<sup>[9]</sup>进行判断。质控菌株(国家卫生健康委临床检验中心提供):肺炎克雷伯菌 ATCC 700603,大肠埃希菌 TCC 25922,铜绿假单胞菌 ATCC 27853,

金黄色葡萄球菌 ATCC 25923。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。计数资料以例数或百分比表示,采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法, $P\leqslant 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况 2020 年 1 月—2024 年 12 月苏州市 61 所成员单位上报的 UTI 医院感染数据中,三

级医院 28 所(综合医院 17 所,专科医院 11 所),二级医院 33 所(综合医院 27 所,专科医院 6 所)。开放床位数 $<500$  张 32 所(52.46%),500~1 000 张 14 所(22.95%), $>1\,000$  张 15 所(24.59%)。

2.2 医院感染情况 CAUTI 组患者的 CAUTI 发病率为 0.99‰。non-CAUTI 组患者医院 UTI 发病率为 0.14‰。见表 1。

2.3 感染科室分布 神经外科、综合重症监护病房(ICU)、康复科、神经内科及骨科是 CAUTI 组、non-CAUTI 组的医院 UTI 高发科室。见表 2。

表 1 CAUTI 组与 non-CAUTI 组患者医院 UTI 情况

Table 1 Status of healthcare-associated UTI in patients in the CAUTI and non-CAUTI group

医院	CAUTI 组			non-CAUTI 组		
	导尿管使用日数	CAUTI 例次数	发病率(‰)	同期住院患者数	医院 UTI 例次数	发病率(‰)
三级医院	3 701 714	3 885	1.05	6 182 873	8 336	0.13
二级医院	695 161	460	0.66	1 487 905	2 140	0.14
合计	4 396 875	4 345	0.99	7 670 778	10 476	0.14

表 2 CAUTI 组与 non-CAUTI 组患者医院 UTI 科室来源分布

Table 2 Department distribution of healthcare-associated UTI in patients in the CAUTI and non-CAUTI group

科室	CAUTI 组( $n=4\,345$ )				non-CAUTI 组( $n=10\,476$ )			
	三级医院		二级医院		三级医院		二级医院	
	CAUTI 感染例次数	构成比(%)	CAUTI 感染例次数	构成比(%)	医院 UTI 例次数	构成比(%)	医院 UTI 例次数	构成比(%)
神经外科	675	15.5	51	1.2	750	7.2	356	3.4
综合 ICU	624	14.4	76	1.7	811	7.7	79	0.8
康复科	286	6.6	85	2.0	697	6.7	147	1.4
神经内科	264	6.1	19	0.4	554	5.3	127	1.2
骨科	235	5.4	11	0.3	536	5.1	134	1.3
妇科	199	4.6	8	0.2	537	5.1	93	0.9
呼吸科	148	3.4	14	0.3	323	3.1	256	2.4
急诊 ICU	155	3.6	0	0	388	3.7	69	0.7
急诊科	147	3.4	3	0.1	281	2.7	95	0.9
内科 ICU	144	3.3	0	0	275	2.6	73	0.7
泌尿外科	126	2.9	3	0.1	227	2.2	105	1.0
老年病科	106	2.4	10	0.2	257	2.5	56	0.5
肿瘤科	90	2.1	5	0.1	213	2.0	77	0.7
普外科	71	1.6	0	0	235	2.2	47	0.4
肾病内科	61	1.4	6	0.1	249	2.4	25	0.2
心血管内科	48	1.1	17	0.4	89	0.8	76	0.7
血液病科	23	0.5	6	0.1	238	2.3	16	0.2
消化科	37	0.9	7	0.2	90	0.9	46	0.4
内分泌科	27	0.6	15	0.3	85	0.8	52	0.5
全科医学科	58	1.3	—	—	123	1.2	53	0.5
其他	477	11.0	8	0.2	1 378	13.2	158	1.5

注:—表示 CAUTI 组二级医院中全科医学仅 1 例,为避免构成比为 0 的情况将其合并入其他科室。

2.4 UTI 病原菌分布 共分离 12 271 株病原菌，其中 CAUTI 组 4 192 株，non-CAUTI 组 8 079 株，均以革兰阴性菌为主，其中检出数居前三位的依次为大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌。两组间病原菌分布比较，差异有统计学意义( $\chi^2 = 127.554, P < 0.05$ )，其中三级医院两组间分布差异有统计学意义( $\chi^2 = 120.114, P < 0.05$ )，但二级医院两组间分布差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.066, P = 0.968$ )。

CAUTI、non-CAUTI 组内不同等级医院之间病原菌分布差异有统计学意义( $\chi^2$  值分别为 28.787、14.860，均  $P < 0.001$ )。见表 3。

2.5 UTI MDRO 检出情况 CAUTI、non-CAUTI 两组间 UTI MDRO 分布差异有统计学意义( $\chi^2 = 43.948, P < 0.001$ )；并且两组内不同等级医院之间 UTI MDRO 的分布差异有统计学意义( $\chi^2$  值分别为 75.260、46.843，均  $P < 0.001$ )。CAUTI 组耐碳

表 3 CAUTI 组与 non-CAUTI 组 UTI 病原菌分布  
Table 3 Distribution of UTI pathogens detected from the CAUTI and non-CAUTI group

病原菌	CAUTI 组( <i>n</i> = 4 192)				non-CAUTI 组( <i>n</i> = 8 079)			
	三级医院		二级医院		三级医院		二级医院	
	株数	构成比(%)	株数	构成比(%)	株数	构成比(%)	株数	构成比(%)
革兰阴性菌	2 106	50.2	243	5.8	4 312	53.4	913	11.3
大肠埃希菌	735	17.5	85	2.0	2 101	26.0	456	5.6
肺炎克雷伯菌	576	13.7	51	1.2	737	9.1	139	1.7
铜绿假单胞菌	253	6.0	19	0.5	261	3.2	73	0.9
奇异变形杆菌	144	3.4	22	0.5	260	3.2	77	1.0
鲍曼不动杆菌	85	2.0	13	0.3	127	1.6	19	0.2
阴沟肠杆菌	51	1.2	7	0.2	87	1.1	9	0.1
产气肠杆菌	45	1.1	5	0.1	56	0.7	13	0.2
摩氏摩根菌	19	0.5	—	—	13	0.2	5	0.1
嗜麦芽窄食单胞菌	14	0.3	3	0.1	37	0.5	5	0.1
产酸克雷伯菌	14	0.3	—	—	28	0.3	5	0.1
其他革兰阴性菌	170	4.1	38	0.9	605	7.5	112	1.4
革兰阳性菌	867	20.7	68	1.6	1 456	18.0	253	3.1
屎肠球菌	490	11.7	31	0.7	662	8.2	117	1.4
粪肠球菌	198	4.7	11	0.3	377	4.7	51	0.6
金黄色葡萄球菌	48	1.1	6	0.1	78	1.0	25	0.3
表皮葡萄球菌	34	0.8	5	0.1	70	0.9	9	0.1
溶血葡萄球菌	20	0.5	7	0.2	36	0.4	11	0.1
无乳链球菌	10	0.2	0	0	57	0.7	13	0.2
人葡萄球菌	7	0.2	—	—	9	0.1	—	—
其他革兰阳性菌	60	1.4	8	0.2	167	2.1	27	0.3
真菌	865	20.6	43	1.0	991	12.3	154	1.9
白念珠菌	465	11.1	25	0.6	603	7.5	81	1.0
热带念珠菌	158	3.8	7	0.2	140	1.7	10	0.1
光滑念珠菌	113	2.7	4	0.1	129	1.6	23	0.3
近平滑念珠菌	45	1.1	—	—	44	0.5	—	—
克柔念珠菌	21	0.5	—	—	13	0.2	23	0.3
其他真菌	63	1.5	7	0.2	62	0.8	17	0.2

注：为避免株数>0，但构成比为 0 的情况，因此，将 CAUTI 组二级医院中摩氏摩根菌、人葡萄球菌、克柔念珠菌各 2 株，产酸克雷伯菌、近平滑念珠菌各 1 株分别合并入相应其他类别中；non-CAUTI 组二级医院中人葡萄球菌 1 株、近平滑念珠菌 4 株分别合并入相应其他类别中。

青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)构成比高于 non-CAUTI 组,耐碳青霉烯类大肠埃希菌(CREC)、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(CRPA)构成比低于 non-CAUTI 组。CAUTI 组耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌(CRPA)占比高于耐碳青霉烯类大肠埃希菌(CREC);non-CAUTI 组 CREC 占比高于 CRPA、CRAB,见表 4。

2.6 主要革兰阴性菌对常用抗菌药物的耐药情况

CAUTI 组检出菌的耐药率高于 non-CAUTI 组,CAUTI 组大肠埃希菌对妥布霉素、头孢菌素类、碳青霉烯类药物的耐药率高于 non-CAUTI 组,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。除替加环素外,CAUTI

组肺炎克雷伯菌对其他抗菌药物的耐药率均高于 non-CAUTI 组,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。CAUTI 组 UTI 鲍曼不动杆菌对替卡西林/克拉维酸、喹诺酮类及多数头孢菌素类、碳青霉烯类、氨基糖苷类的耐药率高于 non-CAUTI 组,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。大肠埃希菌对替加环素、呋喃妥因、哌拉西林/他唑巴坦、碳青霉烯类高度敏感;CAUTI 组、non-CAUTI 组 UTI 检出肺炎克雷伯菌对头孢菌素的耐药率分别为 63.7~82.5%、48.0~67.2%;两组 UTI 鲍曼不动杆菌均对替加环素、米诺环素敏感;两组 UTI 铜绿假单胞菌对氨基糖苷类、喹诺酮类及亚胺培南较敏感,敏感率 $>70\%$ 。见表 5、6。

表 4 CAUTI 组与 non-CAUTI 组 UTI 重点监测 MDRO 检出情况

Table 4 Detection status of key surveilled MDROs of UTI in the CAUTI and non-CAUTI group

MDRO	CAUTI 组( $n=616$ )						non-CAUTI 组( $n=681$ )					
	三级医院			二级医院			三级医院			二级医院		
	株数	构成比(%)	检出率(%)	株数	构成比(%)	检出率(%)	株数	构成比(%)	检出率(%)	株数	构成比(%)	检出率(%)
CRKP	349	56.7	60.6	7	1.1	13.7	272	39.9	36.9	18	2.6	12.5
CREC	41	6.7	5.6	19	3.1	22.4	99	14.5	4.7	36	5.3	7.9
CRPA	71	11.5	28.1	6	1.0	31.6	87	12.8	33.3	20	2.9	27.4
CRAB	63	10.2	74.1	10	1.6	76.9	62	9.1	48.8	10	1.5	52.6
MRSA	26	4.2	54.2	2	0.3	33.3	33	4.9	42.3	16	2.4	64.0
VREfm	19	3.1	3.9	0	0	0	21	3.1	3.2	2	0.3	1.7
VREfa	3	0.5	1.5	0	0	0	5	0.7	1.3	0	0	0

注:VREfm 耐万古霉素屎肠球菌;VREfa 为耐万古霉素粪肠球菌;MRSA 为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌。

表 5 医院 UTI 检出大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌对常用抗菌药物的耐药率(%)

Table 5 Resistance rates of healthcare-associated UTI *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* to commonly used antimicrobial agents (%)

抗菌药物	大肠埃希菌		$\chi^2$	$P$	肺炎克雷伯菌		$\chi^2$	$P$
	CAUTI 组	non-CAUTI 组			CAUTI 组	non-CAUTI 组		
氨苄西林/舒巴坦	49.7	45.2	1.15	0.284	88.1	73.1	12.51	$<0.001$
哌拉西林/他唑巴坦	6.6	5.6	0.24	0.626	73.4	60.8	6.59	0.010
替卡西林/克拉维酸	18.9	15.5	1.62	0.203	75.1	55.3	21.19	$<0.001$
阿莫西林	17.1	13.8	2.70	0.101	70.4	49.6	40.29	$<0.001$
头孢唑林	72.3	59.3	31.93	$<0.001$	82.5	67.2	31.73	$<0.001$
头孢呋辛	70.8	55.4	45.18	$<0.001$	78.4	65.9	20.34	$<0.001$
头孢他啶	30.7	25.1	9.52	0.002	63.7	49.5	27.21	$<0.001$
头孢曲松	66.1	53.5	26.88	$<0.001$	74.1	61.9	14.83	$<0.001$
头孢噻肟	66.1	53.9	22.64	$<0.001$	77.2	61.8	26.17	$<0.001$
头孢唑肟	27.1	24.0	1.07	0.300	65.7	48.0	16.03	$<0.001$
头孢吡肟	32.4	27.6	6.52	0.011	65.9	48.0	43.72	$<0.001$
头孢哌酮/舒巴坦	10	7.1	3.87	0.049	63.9	45.4	31.06	$<0.001$
头孢西丁	17.1	10.8	7.51	0.006	63.6	44.5	20.29	$<0.001$
亚胺培南	4.9	2.4	12.39	$<0.001$	55.6	32.8	71.55	$<0.001$

续表 5 (Table 5, Continued)

抗菌药物	大肠埃希菌		$\chi^2$	$P$	肺炎克雷伯菌		$\chi^2$	$P$
	CAUTI 组	non-CAUTI 组			CAUTI 组	non-CAUTI 组		
美罗培南	5.4	2.4	12.82	<0.001	56.8	35.6	50.21	<0.001
厄他培南	3.8	2.1	4.83	0.028	53.5	35.2	25.76	<0.001
多尼培南	5.1	3.6	0.98	0.322	60.9	44.1	11.10	0.001
阿米卡星	3.0	2.3	0.80	0.372	43.9	29.9	22.37	<0.001
庆大霉素	34.2	30.6	2.95	0.086	61.0	43.8	35.46	<0.001
妥布霉素	19.7	14.8	8.75	0.003	49.3	35.3	20.12	<0.001
米诺环素	15.8	12.4	1.83	0.176	47.3	34.5	5.93	0.015
替加环素	0	0.5	1.89	0.170	27.2	22.7	1.80	0.180
莫西沙星	65.3	63.2	0.56	0.455	63.6	50.1	13.52	<0.001
环丙沙星	70.4	68.8	0.73	0.392	74.8	63.2	20.83	<0.001
左氧氟沙星	62.0	65.1	1.46	0.227	71.9	54.1	28.01	<0.001
诺氟沙星	62.0	62.0	0	0.999	69.0	54.9	11.07	0.001
呋喃妥因	2.7	2.6	0.04	0.840	74.4	65.4	8.57	0.003

表 6 医院 UTI 检出鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌对常用抗菌药物的耐药率(%)

Table 6 Resistance rates of healthcare-associated UTI *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* to commonly used antimicrobial agents (%)

抗菌药物	鲍曼不动杆菌		$\chi^2$	$P$	铜绿假单胞菌		$\chi^2$	$P$
	CAUTI 组	non-CAUTI 组			CAUTI 组	non-CAUTI 组		
氨苄西林/舒巴坦	73.9	60.0	0.94	0.331	—	—	/	/
哌拉西林/他唑巴坦	89.3	73.9	2.05	0.152	20.0	23.8	0.22	0.639
替卡西林/克拉维酸	90.6	59.6	9.14	0.003	44.3	44.0	<0.01	0.968
头孢他啶	71.9	56.4	5.49	0.019	18.9	17.4	0.21	0.647
头孢曲松	69.8	60.9	1.05	0.305	—	—	/	/
头孢噻肟	82.4	56.0	10.01	0.002	—	—	/	/
头孢唑肟	90.9	61.4	6.25	0.012	92.1	91.7	0.01	0.922
头孢吡肟	72.5	56.4	6.03	0.014	17.5	11.6	4.07	0.044
头孢哌酮/舒巴坦	64.4	44.0	6.00	0.014	22.2	17.9	0.97	0.325
亚胺培南	75.0	55.6	8.55	0.003	23.3	23.6	<0.01	0.946
美罗培南	85.7	76.2	0.28	0.595	/	78.7	/	/
多尼培南	94.7	71.8	4.10	0.043	25.8	22.1	0.25	0.616
阿米卡星	40.8	37.7	0.13	0.723	1.6	4.0	1.90	0.168
庆大霉素	65.8	46.8	6.71	0.010	9.3	10.3	0.14	0.707
妥布霉素	61.8	38.3	8.70	0.003	7.1	6.5	0.06	0.802
米诺环素	23.9	24.1	0	0.986	—	—	/	/
替加环素	22.0	16.7	0.47	0.495	—	—	/	/
莫西沙星	72.4	46.8	5.25	0.022	25.0	21.3	0.34	0.561
环丙沙星	73.6	56.0	7.26	0.007	21.3	20.4	0.08	0.782
左氧氟沙星	64.8	44.0	5.68	0.017	21.5	22.7	0.08	0.781
诺氟沙星	91.3	59.5	7.26	0.007	15.1	8.6	1.66	0.198
呋喃妥因	50.0	0	2.92	0.088	—	—	/	/

注：— 表示天然耐药；/表示无数据。

2.7 MDRO 对常用抗菌药物的耐药情况 两组

UTI 检出的 CREC 对多数抗菌药物高度耐药,仅对

阿米卡星、呋喃妥因、替加环素高度敏感。CRPA 对

妥布霉素、庆大霉素、阿米卡星、诺氟沙星耐药率<

30%,CRAB 对多数抗菌药物耐药率>75%。见表

7、8。

表 7 医院 UTI 检出 CREC、CRKP 对常用抗菌药物的耐药率(%)

Table 7 Resistance rates of healthcare-associated UTI carbapenem-resistant *Escherichia coli* and carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* to commonly used antimicrobial agents (%)

抗菌药物	CREC		$\chi^2$	<i>P</i>	CRKP		$\chi^2$	<i>P</i>
	CAUTI 组	non-CAUTI 组			CAUTI 组	non-CAUTI 组		
氨苄西林/舒巴坦	83.3	61.8	2.09	0.150	100	98.8	1.49	0.221
哌拉西林/他唑巴坦	66.7	58.8	0.15	0.700	98.6	96.5	1.10	0.295
替卡西林/克拉维酸	85.0	75.8	0.65	0.421	99.4	98.2	0.79	0.372
阿莫西林	69.7	81.2	1.45	0.228	98.4	96.2	2.23	0.135
头孢唑林	88.4	90.8	0.20	0.653	100	97.9	5.93	0.015
头孢呋辛	100	98.3	0.67	0.414	99.7	98.7	1.63	0.202
头孢他啶	84.0	64.4	6.61	0.010	94.0	92.7	0.38	0.537
头孢曲松	96.7	88.9	1.26	0.261	99.5	97.9	2.28	0.131
头孢噻肟	89.4	92.6	0.32	0.570	98.6	97.9	0.31	0.576
头孢唑肟	100	90.0	2.02	0.155	96.6	98.1	0.53	0.467
头孢吡肟	68.3	65.7	0.13	0.717	97.9	95.9	2.11	0.146
头孢哌酮/舒巴坦	69.2	77.3	0.55	0.457	97.9	95.5	2.06	0.151
头孢西丁	84.6	88.9	0.15	0.702	96.1	96.6	0.03	0.859
亚胺培南	61.7	40.0	7.84	0.005	96.2	93.4	2.51	0.113
厄他培南	73.1	34.4	12.41	<0.001	98.8	98.2	0.23	0.629
美罗培南	73.3	57.6	2.75	0.097	95.7	92.6	2.27	0.132
多尼培南	75.0	65.5	0.43	0.511	96.6	95.8	0.08	0.785
阿米卡星	13.0	7.7	1.08	0.299	73.8	71.8	0.23	0.630
庆大霉素	44.9	52.8	0.89	0.347	85.7	79.0	4.42	0.036
妥布霉素	43.9	37.0	0.62	0.432	79.4	78.2	0.10	0.749
米诺环素	23.5	26.9	0.06	0.803	70.3	58.7	1.99	0.158
替加环素	0	4.4	1.33	0.250	36.8	39.4	0.25	0.621
莫西沙星	75.0	88.6	2.55	0.110	91.2	88.0	0.96	0.328
环丙沙星	79.7	78.5	0.03	0.858	98.2	96.3	2.19	0.139
左氧氟沙星	76.9	74.3	0.10	0.748	96.4	96.3	<0.01	0.966
诺氟沙星	78.9	80.8	0.02	0.880	95.6	98.1	1.31	0.253
呋喃妥因	16.0	9.1	1.02	0.314	95.4	96.0	0.08	0.771

表 8 医院 UTI 检出 CRPA、CRAB 对常用抗菌药物的耐药率(%)

Table 8 Resistance rates of healthcare-associated UTI carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosas* and carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* to commonly used antimicrobial agents (%)

抗菌药物	CRPA		$\chi^2$	<i>P</i>	CRAB		$\chi^2$	<i>P</i>
	CAUTI 组	non-CAUTI 组			CAUTI 组	non-CAUTI 组		
氨苄西林/舒巴坦	—	—	/	/	85.0	85.7	<0.01	0.954
哌拉西林/他唑巴坦	50.0	50.0	/	/	100	100	/	/
替卡西林/克拉维酸	90.0	88.2	0.05	0.821	100	100	/	/
头孢他啶	43.4	33.0	2.05	0.153	95.5	100	3.25	0.071
头孢曲松	—	—	/	/	94.7	100	2.16	0.142
头孢噻肟	—	—	/	/	100	100	/	/
头孢唑肟	96.4	96.0	0.01	0.935	100	100	/	/
头孢吡肟	44.0	27.4	5.40	0.020	95.6	98.6	1.12	0.290
头孢哌酮/舒巴坦	50.9	36.6	2.54	0.111	79.2	73.6	0.43	0.510
亚胺培南	68.4	66.4	0.09	0.769	100	100	/	/
美罗培南	60.0	63.9	0.24	0.624	100	98.4	0.88	0.348
多尼培南	58.3	62.5	0.09	0.768	100	100	/	/
阿米卡星	5.8	8.0	0.23	0.630	60.6	61.4	<0.01	0.946
庆大霉素	20.3	24.0	0.31	0.577	89.3	81.4	1.43	0.231
妥布霉素	19.6	16.5	0.23	0.633	79.2	67.3	1.91	0.167
米诺环素	—	—	/	/	31.4	42.9	1.06	0.303
替加环素	—	—	/	/	25.7	27.5	0.03	0.861
莫西沙星	53.1	38.7	1.32	0.251	87.5	72.2	1.98	0.159
环丙沙星	46.1	42.1	0.29	0.591	98.5	94.4	1.74	0.188
左氧氟沙星	60.0	50.8	0.84	0.361	83.3	75.6	0.76	0.383
诺氟沙星	30.0	11.1	3.05	0.081	100	92.0	1.76	0.185
呋喃妥因	—	—	/	/	50.0	0	2.40	0.121

注：— 表示天然耐药；/表示无数据。

3 讨论

本研究中,三级医院 CAUTI 组 CAUTI 发病率高于二级医院,但低于文献<sup>[10]</sup>报道的 UTI 发病率。UTI 感染科室分布中,两组排名前五的科室相同,此外,CAUTI 组需要特别关注妇科、呼吸科、急诊科(包括 ICU),而 non-CAUTI 组则需关注肿瘤科、老年病科、肾病内科。肠杆菌目细菌是尿路感染的主要病原体,与相关研究<sup>[11-12]</sup>结果一致。三级医院中,non-CAUTI 组 UTI 各类别病原菌的检出数量普遍高于 CAUTI 组,且分布存在差异,non-CAUTI 组 UTI 革兰阳性菌检出比例高于真菌,大肠埃希菌和屎肠球菌通常存在于人体肠道菌群中,而大肠埃希菌对尿路上皮细胞表面的甘露醇受体具

有较强的吸附能力,其易黏附在上皮细胞表面,当宿主免疫力下降或合并多种基础疾病时,这些细菌容易滞留、繁殖并引发感染<sup>[13]</sup>。

UTI 的主要发病机制是病原体经生殖道和尿道上行迁移至膀胱、输尿管及肾脏<sup>[14]</sup>。女性、老年人、消化性溃疡、瘫痪、免疫抑制状态、有创伤入院史及使用阿片类药物是 non-CAUTI 患者 UTI 的独立危险因素<sup>[15]</sup>。CAUTI 的独特致病机制涉及纤维蛋白原与病原体的相互作用,粪肠球菌、鲍曼不动杆菌和白念珠菌等虽不能直接黏附在光滑的导管表面,但可通过表达纤维蛋白原结合黏性菌毛定植于导管。此外,导管作为异物可引发局部炎症反应,并成为细菌从环境、阴道或肠道快速迁移到膀胱的途径,增加了将机会致病菌引入膀胱的可能性<sup>[16]</sup>。大约 15% 的 UTI 是由手部微生物交叉传播导致的腔内



污染引起的<sup>[17]</sup>。因此,导致 UTI 的因素包括宿主免疫机制、病原体毒力因子、治疗策略及诊疗环境,严格手卫生与保持无菌封闭引流系统是预防 CAUTI 的关键。

MDRO 的流行及抗菌药物耐药性增加,显著提升了 UTI 等常见疾病的治疗难度<sup>[18]</sup>。本地区研究显示,CAUTI 组与 non-CAUTI 组间及不同等级医院间 UTI MDRO 分布均有统计学差异,CAUTI 组 CRAB、CRKP、MRSA 的检出率为 51.8%~74.5%,CREC、VRE 检出率 < 10%。non-CAUTI 组中 CRAB、MRSA 的检出率高于其他 MDRO,但均低于 CAUTI 组 CRAB、MRSA 的检出率,提示临床需特别关注留置导尿管患者中鲍曼不动杆菌感染风险,并在经验性用药时优先考虑覆盖该病原体。研究<sup>[19-20]</sup>报道,38.51% 的 MDRO 分离自尿标本,控制 MDRO 必须关注抗菌药物的合理使用,避免诱导耐药菌株的出现或二次感染的发生。对诊疗环境物体表面实施强化终末消毒、主动筛查及尽早采取接触隔离措施,可有效降低 MDRO 引起的医院感染发病率<sup>[21-22]</sup>。

non-CAUTI 组中,医院 UTI 检出的大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌对碳青霉烯类、头孢菌素类抗生素的耐药率均低于 CAUTI 组。两组医院 UTI 检出的大肠埃希菌对呋喃妥因、碳青霉烯类抗生素的敏感率较高,而肺炎克雷伯菌对头孢曲松的耐药率高于国内相关报道<sup>[23]</sup>。CREC 对呋喃妥因的耐药率低于其他 MDRO。除铜绿假单胞菌外,CAUTI 组和 non-CAUTI 组 UTI 患者检出的肠杆菌目细菌对环丙沙星、左氧氟沙星的耐药率分别为 62.0%~74.8%、54.1%~68.8%,提示应用喹诺酮类抗菌药物作为经验性治疗 UTI 的首选药物时应慎重。不同地区、医院由于诊疗特点以及抗菌药物使用差异,UTI 患者分离的病原菌对常用抗菌药物的耐药性不同。本研究选取全市各级医院作为研究对象,但尿标本的采样及送检水平方面存在差异,可能影响统计结果,并且缺乏对 UTI 的危险因素分析,有待进一步研究。

综上所述,强化区域性导尿管相关与非导尿管相关的 UTI 流行病学特点监测,了解感染病原菌种类变迁及耐药情况,对临床抗菌药物应用的科学性与合理性具有重要意义。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Bauder N, Brant JM. When the catheter-associated urinary tract infection bundle is not enough[J]. Clin J Oncol Nurs, 2023, 27(6): 669-675.
- [2] Gauron G, Bigand T. Implementation of evidence-based strategies to reduce catheter-associated urinary tract infections among hospitalized, post-surgical adults[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(6): 843-845.
- [3] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis [J]. Lancet, 2022, 399(10325): 629-655.
- [4] 国家卫生计生委医院管理研究所. 医院感染监测基本数据集及质量控制指标集实施指南: 2016 版[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.  
National Institute of Hospital Administration, National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Guidelines for the implementation of basic data set and quality control indicator set for nosocomial infection monitoring (2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [5] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 314-320.  
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections (Proposed)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314-320.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国家卫生健康委办公厅关于印发血管导管相关感染预防与控制指南(2021 年版)的通知: 国卫办医函〔2021〕136 号[EB/OL]. (2021-03-30) [2024-05-06]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7659/202103/dad04cf7992e472d9de1fe6847797e49.shtml>.  
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice from the General Office of the National Health Commission on issuing the guidelines for prevention and control of vascular catheter-related infections (2021 Edition): National Health Office Medical Letter [2021] No. 136[EB/OL]. (2021-03-30) [2024-05-06]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7659/202103/dad04cf7992e472d9de1fe6847797e49.shtml>.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 临床微生物学检验标本的采集和转运: WS/T 640—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.  
National Health Commission of the People's Republic of China. Specimen collection and transport in clinical microbiology: WS/T 640-2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [8] CLSI. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: M100 32nd edition[S]. Malvern, PA, USA: CLSI, 2022.
- [9] 李春辉, 吴安华. MDR、XDR、PDR 多重耐药菌暂行标准定义——国际专家建议[J]. 中国感染控制杂志, 2014, 13(1): 62-64.

Li CH, Wu AH. Interim standard definition for MDR, XDR, and PDR multidrug-resistant bacteria-international expert recommendations[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2014, 13(1): 62 – 64.

[10] Öztürk R, Murt A. Epidemiology of urological infections: a global burden[J]. World J Urol, 2020, 38(11): 2669 – 2679.

[11] Perdana MA, Wahyuni DD, Yunita R. Characteristics and susceptibility pattern of catheter-associated urinary tract infections (CAUTI) bacteria in Indonesia: a study in a national reference hospital of Sumatra region 2020 – 2021[J]. Narra J, 2023, 3(3): e436.

[12] 叶秀芹, 李映, 陈文芳, 等. 2020—2022 年泌尿外科尿路感染患者病原菌分布及耐药性分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(7): 850 – 854.

Ye XQ, Li Y, Chen WF, et al. Analysis of pathogen distribution and drug resistance in patients with urinary tract infections in urology from 2020 to 2022[J]. Journal of Pathogen Biology, 2024, 19(7): 850 – 854.

[13] 吴政龙, 张秀红, 董亮, 等. 无锡市某院老年男性患者尿路感染病原菌分布及耐药性[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(5): 411 – 416.

Wu ZL, Zhang XH, Dong L, et al. Distribution and drug resistance of pathogens causing urinary tract infection in older male patients in a hospital in Wuxi City[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(5): 411 – 416.

[14] Rajaramon S, Shanmugam K, Dandela R, et al. Emerging evidence-based innovative approaches to control catheter-associated urinary tract infection: a review[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2023, 13: 1134433.

[15] Strassle PD, Sickbert-Bennett EE, Klompas M, et al. Incidence and risk factors of non-device-associated urinary tract infections in an acute-care hospital[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2019, 40(11): 1242 – 1247.

[16] Timm MR, Russell SK, Hultgren SJ. Urinary tract infections: pathogenesis, host susceptibility and emerging therapeutics[J]. Nat Rev Microbiol, 2025, 23(2): 72 – 86.

[17] Chenoweth CE. Urinary tract infections: 2021 update[J]. Infect Dis Clin North Am, 2021, 35(4): 857 – 870.

[18] Mantica G, Cai T, Medina J, et al. Antibiotic-sparing strategies for prevention of recurrent urinary tract infection[J]. Eur Urol Focus, 2024, 10(5): 700 – 701.

[19] 申莱函, 李华. 某三甲医院康复科患者多重耐药菌医院感染的危险因素分析[J]. 中国医科大学学报, 2025, 54(2): 178 – 181.

Shen MH, Li H. Risk factors for nosocomial infections with multidrug-resistant bacteria in patients from the rehabilitation department of a tertiary hospital[J]. Journal of China Medical University, 2025, 54(2): 178 – 181.

[20] Almangour TA, Alsubaie S, Ghonem L, et al. Ceftazidime-avibactam for the treatment of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* central nervous system infection in pediatric patient: a case report[J]. Pediatr Infect Dis J, 2022, 41(5): 436 – 438.

[21] 彭威军, 赖晓全, 涂敏, 等. 集束化环境清洁干预对多重耐药菌防控的效果观察[J]. 中国消毒学杂志, 2022, 39(12): 925 – 927, 931.

Peng WJ, Lai XQ, Tu M, et al. Observation on effect of clustered interventions of environmental cleaning and disinfection on the prevention and control of multi-drug resistant organism[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2022, 39(12): 925 – 927, 931.

[22] 黄燕华, 姚美华, 曹利华, 等. 基于信息化集成平台的多重耐药菌医院感染集束化管理策略实践及其成效[J]. 中华医院感染学杂志, 2025, 35(1): 115 – 120.

Huang YH, Yao MH, Cao LH, et al. Practice and effectiveness of bundled management strategies for multidrug-resistant organisms infections based on information integrated platform[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2025, 35(1): 115 – 120.

[23] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2021 年泌尿外科患者分离细菌耐药监测报告[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(10): 1202 – 1209.

China Antimicrobial Resistance Surveillance System. Antimicrobial resistance of bacteria isolated from patients in department of urology: surveillance report from China Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2021[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(10): 1202 – 1209.

(本文编辑:陈玉华)

**本文引用格式:**刘晶雪,王秀珍,乔美珍,等. 苏州市住院患者导尿管相关和非导尿管相关尿路感染多中心流行病学特征研究[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(8): 1056 – 1065. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 – 9638. 20252254.

**Cite this article as:** LIU Jingxue, WANG Xiuzhen, QIAO Meizhen, et al. Catheter-associated and non-catheter-associated urinary tract infection in hospitalized patients in Suzhou City: a multicenter study on epidemiological characteristics[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(8): 1056 – 1065. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 – 9638. 20252254.