

• 临床研究 •

## 916例导管培养阳性患者的病原学特征及预后危险因素分析

钱莉<sup>1</sup>, 金菲<sup>2,3</sup>, 王珏<sup>2,3</sup>, 夏文颖<sup>2,3</sup>, 倪芳<sup>2,3</sup>, 张晓慧<sup>2,3\*</sup><sup>1</sup>南京医科大学第四附属医院检验科, 江苏 南京 210031; <sup>2</sup>南京医科大学第一附属医院检验学部, 江苏 南京 210029; <sup>3</sup>国家医学检验临床医学研究中心分中心, 江苏 南京 210029

**[摘要]** 目的: 研究导管培养阳性患者的病原菌分布、耐药性以及预后相关危险因素, 为临床导管相关性感染提供病原学依据及防治措施。方法: 回顾性分析2018—2023年南京医科大学第一附属医院导管培养阳性患者的病原学数据, 并收集病原菌检出率排名前3位的患者临床资料, 分析影响预后的危险因素。结果: 导管培养的总阳性率为14.7%(1 240/8 407)。去除同一患者分离的相同菌株后, 916例患者共分离出病原菌1 096株, 其中48.7%为革兰阴性菌, 主要为肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌和大肠埃希菌; 革兰阳性菌占39.2%, 以金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌及肠球菌为主。对大多数抗菌药物肺炎克雷伯菌比大肠埃希菌有较高的耐药性, 鲍曼不动杆菌对大多数头孢菌素类和碳青霉烯类药物的耐药率均高于85.0%。甲氧西林耐药的金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌检出率分别为35.6%和92.2%, 未检出对万古霉素和利奈唑胺耐药的葡萄球菌和肠球菌。多因素分析显示, 男性、年龄 $\geq 65$ 岁、有透析病史、合并导管相关性血流感染和气管插管是导管相关性感染患者预后相关的独立危险因素( $P < 0.05$ )。结论: 导管相关性感染发病率较高, 临床需引起关注。持续监测和分析所在地区的病原学特征可为临床经验性抗感染治疗提供理论依据。

**[关键词]** 导管相关性感染; 病原菌; 耐药性; 危险因素**[中图分类号]** R446.5**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2025)08-1194-08**doi:** 10.7655/NYDXBNSN240784

### Analysis of pathogenic characteristics and prognostic risk factors in 916 patients with positive catheter culture

QIAN Li<sup>1</sup>, JIN Fei<sup>2,3</sup>, WANG Jue<sup>2,3</sup>, XIA Wenying<sup>2,3</sup>, NI Fang<sup>2,3</sup>, ZHANG Xiaohui<sup>2,3\*</sup><sup>1</sup>Department of Laboratory Medicine, the Fourth Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210031;<sup>2</sup>Department of Laboratory Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029;<sup>3</sup>Branch of National Clinical Research Center for Laboratory Medicine, Nanjing 210029, China

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the distribution, drug resistance of pathogens and prognostic risk factors in patients with positive catheter culture, and to provide pathogenic basis and preventive measures for clinical catheter-related infection. **Methods:** The etiological data of patients with positive catheter culture in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University from 2018 to 2023 were retrospectively analyzed, and the clinical data of the patients with the top three pathogens were collected to analyze the risk factors affecting the prognosis. **Results:** The overall positive rate of catheter culture was 14.7% (1 240/8 407). After removing the same pathogens isolated from the same patient, a total of 1 096 strains of pathogens were isolated from 916 patients, 48.7% of which were gram-negative bacteria, mainly *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, and *Escherichia coli*. Gram-positive bacteria accounted for 39.2%, mainly *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Enterococcus*. The resistance rate of *Klebsiella pneumoniae* to most antibiotics was higher than that of *Escherichia coli*. The resistance rate of *Acinetobacter baumannii* to most cephalosporins and carbapenems was higher ( $>85.0\%$ ). The detection rates of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* were 35.6% and 92.2%, respectively. No vancomycin and linezolid resistant *Staphylococcus* and *Enterococcus* were detected. Multivariate analysis showed that male,  $\geq 65$  years old, history of dialysis, combined catheter-associated bloodstream infection and

**[基金项目]** “十四五”省医学重点学科(ZDXK202239)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: 15195968763@163.com (ORCID: 0000-0001-6483-511X)

tracheal intubation were independent risk factors for prognosis in patients with catheter-associated infection ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The incidence of catheter-associated infection is high, which needs clinical attention. Continuous monitoring and analysis of etiological characteristics in the local area can provide theoretical basis for clinical empirical anti-infection treatment.

[Key words] catheter related infection; pathogen; drug resistance; risk factor

[J Nanjing Med Univ, 2025, 45(08): 1194-1201]

近年随着医疗技术的发展,各种置管已成为临床必不可少的诊疗手段,广泛应用于输液、血流动力学监测、血液透析、静脉营养支持以及引流冲洗治疗等多个方面<sup>[1-3]</sup>。然而作为一种有创诊疗手段,导管使用导致的感染发生率显著增加,成为目前最严重也是最常见的医院感染之一。既往研究显示,国内导管相关感染的发生率为3.05%~34.23%<sup>[4-6]</sup>,病死率达14.5%<sup>[7]</sup>。在美国,每年超500万例患者使用中心静脉导管,这些患者中超过25万发生导管相关感染,病死率更是高达30%<sup>[8]</sup>。导管相关性感染最严重的并发症之一是导管相关性血流感染(catheter related blood stream infection, CRBSI),其发生不仅可导致患者住院时间延长、经济支出增加,还可进一步导致患者出现心内膜炎、脑脓肿等严重并发症<sup>[9]</sup>。因此,早期合理的抗感染治疗是控制感染的关键。在确定感染源和病原体之前,需要根据当地流行病学数据、可能的病原体谱和药物耐药情况进行经验性用药。为了解本地区导管相关性感染的病原菌分布及耐药情况,本研究对2018年1月—2023年12月导管培养阳性患者的临床资料进行回顾性分析,以期临床合理使用抗菌药物提供依据。同时,对病原菌检出率排前3位的患者的预后相关危险因素进行了分析,旨在尽早识别高危影响因素,及时有效提出针对性强的防控措施,从而降低患者的病死率。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

收集2018年1月—2023年12月南京医科大学第一附属医院行导管治疗术患者的导管培养阳性菌株(去除同一患者分离的相同菌株)。行导管培养的纳入标准:穿刺部位局部皮肤出现红斑、硬结或有异常分泌物;炎性指标(如白细胞计数、C反应蛋白)升高,或体温超过38.5℃,但找不到其他原因;置管1~2周换管时<sup>[10]</sup>。本研究获得南京医科大学第一附属医院伦理委员会批准(伦理号:2024-SR-554)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 病原菌培养及鉴定

导管尖端标本采用平皿滚动法进行半定量培养,孵育24 h后如菌落计数 $\geq 15$ 菌落形成单位(colony forming units, CFU)为阳性,48 h后无菌生长者为阴性。病原菌培养按照临床微生物检验标准化操作进行。病原菌鉴定采用法国生物梅里埃公司VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定系统和MOLDI-TOF MS。

#### 1.2.2 药敏试验

细菌药敏采用VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定仪配套的药敏系统,真菌药敏采用法国梅里埃公司的ATB FUNGUS 3酵母菌药敏试剂条。必要时采用K-B法和E-test法复核,药敏结果的解释严格参照临床实验室标准化协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)制定的抗菌药物体外敏感性实验标准CLSI M100、CLSI M27和CLSI M59。质控菌株为大肠埃希菌 ATCC 25922、铜绿假单胞菌 ATCC 27853、金黄色葡萄球菌 ATCC 25923 和白色念珠菌 ATCC 90028。

#### 1.2.3 临床资料分析

对检出率排名前3的病原菌的患者资料进行回顾性分析,临床资料包括性别、年龄、基础病史、导管类型、抗生素使用情况、是否合并CRBSI、有无气管插管等。根据患者的预后分为死亡组和存活组,由各种原因导致死亡的患者纳入死亡组。

### 1.3 统计学方法

采用WHONET 5.6和SPSS 20.0软件进行数据分析,计数资料以例数(百分率)[ $n(\%)$ ]表示。预后单因素分析采用卡方检验,将差异有统计学意义( $P < 0.05$ )的变量纳入到多因素分析。采用Logistic二元回归进行多因素分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 病原菌分布

2018—2023年共送检8 407例导管培养标本,

送检量呈逐年上升趋势。其中1 240例导管培养阳性,总体阳性率为14.7%(表1)。

表1 2018—2023年导管培养阳性率

Table 1 Positive rates of catheter cultures from 2018 to 2023

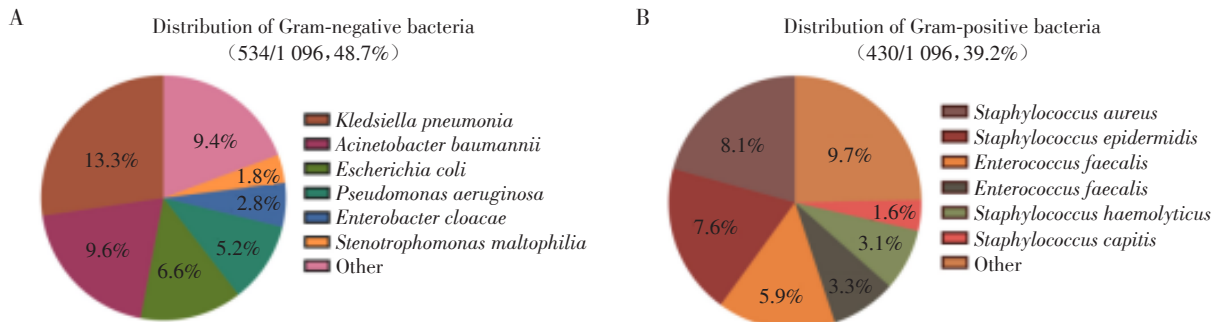
Year	Number of cases	Number of positive cases	Positive rate(%)
2018	863	145	16.8
2019	1 249	180	14.4
2020	1 533	230	15.0
2021	1 629	188	11.5
2022	1 531	233	15.2
2023	1 602	264	16.5
Total	8 407	1 240	14.7

1 240株病原菌在去除同一患者分离的相同菌株后,共检出1 096株,纳入了916例患者。其中有145例患者分离出2种菌,16例患者分离出3种及以上菌。1 096株病原菌中革兰阴性菌占48.7%,革兰阳性菌占39.2%,真菌占12.0%,另有1株厌氧菌。革兰阴性菌为主要病原菌,以肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌、大肠埃希菌和铜绿假单胞菌为主(图1A)。革兰阳性菌中金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、屎肠球菌和粪肠球菌多见(图1B)。真菌以白念珠菌、光滑念珠菌和热带念珠菌为主,分别占5.1%(56/1 096)、2.2%(24/1 096)和2.2%(24/1 096)。

2.2 主要病原菌的药物耐药性分析

2.2.1 革兰阴性杆菌

肠杆菌目细菌中肺炎克雷伯菌对大多数抗菌



A, B: Distribution of Gram-negative bacteria(A) and Gram-positive bacteria(B) in patients with positive catheter culture.

图1 导管培养阳性患者主要病原菌分布

Figure 1 Distribution of major pathogens in patients with positive catheter culture

药物较大肠埃希菌的耐药性高,对除头孢他啶外的第一、二、三代头孢菌素的耐药率高达80.0%,对β-内酰胺酶抑制剂的复合制剂、头霉素类和碳青霉烯类药物的耐药率约为50.0%。而大肠埃希菌对哌拉西林他唑巴坦和碳青霉烯类药物有较好的敏感性。非发酵菌中鲍曼不动杆菌对大多数抗菌药物的耐药率较高,其中对碳青霉烯类药物的耐药率(>85.0%)明显高于铜绿假单胞菌(>30.0%)。除碳青霉烯类药物外,铜绿假单胞菌对其他抗菌药物的耐药率均<20.0%(表2)。

2.2.2 革兰阳性球菌

甲氧西林耐药的葡萄球菌中表皮葡萄球菌检出率(92.2%)明显高于金黄色葡萄球菌(35.6%),利奈唑胺和万古霉素对两种菌的敏感率为100.0%,其次是利福平和庆大霉素。屎肠球菌对除四环素外的抗菌药物耐药率明显高于粪肠球菌,未分离到对利奈唑胺和万古霉素耐药的肠球菌(表3)。

2.2.3 真菌

热带念珠菌对氟康唑(16.7%)和伊曲康唑的耐药率(20.0%)较白色念珠菌和光滑念珠菌高。三者中未检出对两性霉素B和伏立康唑耐药的菌株(表4)。

2.3 病原菌检出率前3的患者临床资料及预后相关因素分析

病原菌检出率排前3位的分别为肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌和金黄色葡萄球菌,共纳入340例患者。根据患者结局分为存活组(n=270)和死亡组(n=70)。有226例为男性患者,其中死亡组中占82.86%。患者的基础疾病以高血压、肾脏疾病、肺部感染和心血管疾病为主。120例患者同时送检外周血培养且培养出同一阳性菌,诊断为CRBSI。127例引流管和101例静脉置管的病原菌以肺炎克雷伯菌为主,分别占43.3%和50.5%,其次是鲍曼不动杆菌(37.0%和30.7%)和金黄色葡萄球菌(19.7%和18.8%)。72例透析导管的病原菌以金黄色葡萄球

表2 主要革兰阴性杆菌药物耐药性分析

Table 2 Analysis of drug resistance of main Gram-negative bacilli (%)

Antibacterial agent	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (n=146)	<i>Acinetobacter baumannii</i> (n=105)	<i>Escherichia Coli</i> (n=72)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=57)
Ampicillin	-	-	93.1	-
Piperacillin	83.1	-	72.2	15.8
Cefoperazone-sulbactam	56.7	74.3	17.8	13.9
Ampicillin-sulbactam	83.1	85.7	65.3	-
Piperacillin-tazobactam	52.7	84.8	5.6	14.0
Cefazolin	85.1	-	84.1	-
Cefuroxime	84.5	-	83.3	-
Ceftazidime	68.9	86.7	50.0	15.8
Ceftriaxone	83.8	88.6	77.8	-
Cefepime	62.2	88.6	36.1	15.8
Cefotetan	49.3	-	9.7	-
Aztreonam	73.0	-	56.9	-
Imipenem	50.7	87.6	5.6	31.6
Meropenem	53.4	87.6	5.6	30.9
Amikacin	26.8	-	8.6	7.0
Gentamicin	55.4	77.1	40.3	10.5
Tobramycin	43.2	72.8	19.4	7.4
Ciprofloxacin	66.2	87.6	69.4	7.0
Levofloxacin	62.8	78.6	68.1	8.8
Trimethoprim-Sulfamethoxazole	47.6	86.5	47.2	-

-: Natural resistance or no relevant data.

表3 主要革兰阳性球菌耐药性分析

Table 3 Analysis of drug resistance of main Gram-positive coccus (%)

Antibacterial agent	<i>Staphylococcus aureus</i> (n=89)	<i>Staphylococcus epidermidis</i> (n=83)	<i>Enterococcus faecium</i> (n=65)	<i>Enterococcus faecalis</i> (n=36)
Penicillin	88.0	98.7	96.9	8.3
Oxacillin	35.6	92.2	-	-
Ampicillin	-	-	93.8	0
Gentamicin	10.9	12.7	-	-
High-level gentamicin	-	-	37.1	25.7
High-level streptomycin	-	-	37.1	22.2
Rifampicin	1.1	7.8	-	-
Ciprofloxacin	34.4	58.4	95.4	27.8
Levofloxacin	35.9	68.4	93.8	27.8
Moxifloxacin	31.1	22.1	-	-
Trimethoprim-sulfamethoxazole	4.3	53.2	-	-
Clin damycin	44.0	41.8	-	-
Erythromycin	54.3	70.9	84.6	41.7
Linazolidamide	0	0	0	0
Vancomycin	0	0	0	0
Tetracycline	27.1	16.4	36.5	69.7

-: Natural resistance or no relevant data.

菌(51.4%)为主,肺炎克雷伯菌和鲍曼不动杆菌分别占26.4%和22.2%。单因素分析显示,男性、年龄≥

65岁、心血管疾病病史、肺部感染、引流管、有透析病史、抗生素使用种类≥2种、合并CRBSI、气管插管与

者预后有关,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表5)。

多因素分析显示男性、年龄 $\geq 65$ 岁、有透析病史,合并CRBSI和气管插管是患者预后的独立危险因素( $P < 0.05$ ,表6)。

### 3 讨论

随着侵入性导管诊疗技术的深入开展,导管相关性感染已成为医源性感染的重要组成部分。导管穿刺时或之后将皮肤表面的细菌通过导管隧道定植到尖端,病原菌污染导管接头和内腔后繁殖,以及其他病灶的微生物通过血行播散定植到导管

表4 主要真菌药物耐药性分析

**Table 4 Analysis of drug resistance of major fungi (%)**

Antibacterial agent	<i>Candida albicans</i> (n=56)	<i>Candida glabrata</i> (n=24)	<i>Tropical Candida</i> (n=24)
5-fluorocytosine	-	-	-
Voriconazole	0	0*	0
Fluconazole	6.5	5.9	16.7
Amphotericin B*	0	0	0
Itraconazole*	-	12.5	20.0

-: No breakpoint; \*: Using epidemic disease breakpoints.

表5 导管相关性感染患者预后相关单因素分析

**Table 5 Univariate analysis of prognostic factors in patients with catheter-associated infection [n(%)]**

Related factors	Death(n=70)	Survivor(n=270)	$\chi^2$	P
Male	58(82.86)	168(62.62)	10.620	0.001
Age $\geq 65$ years	36(51.43)	94(34.81)	6.497	0.011
Comorbidity				
Hypertension	33(47.14)	94(34.81)	3.610	0.058
Diabetes	18(25.71)	62(22.96)	0.234	0.629
Pancreatitis	4(5.71)	12(4.44)	0.200	0.655
Cardiovascular disease	31(44.29)	66(24.44)	10.733	0.001
Pulmonary infection	32(45.71)	76(28.15)	7.914	0.005
Kidney disease	29(41.43)	80(29.63)	3.553	0.060
Catheter type				
Venous catheterization	27(38.57)	74(27.41)	3.318	0.069
Dialysis catheter	20(28.57)	52(19.26)	2.888	0.089
Drainage tube	18(25.71)	109(40.37)	5.103	0.024
Urinary catheter	1(1.43)	15(5.56)	2.111	0.146
Other catheterization	4(5.71)	20(7.41)	0.243	0.622
History of dialysis	24(34.29)	34(12.59)	18.489	<0.001
Number of antibiotics used( $\geq 2$ )	59(84.29)	149(55.19)	19.820	<0.001
Combined with CRBSI	41(58.57)	79(29.26)	20.914	<0.001
Tracheal intubation	56(80.00)	117(43.33)	29.903	<0.001
Classification of pathogens				
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	35(50.00)	111(41.11)	1.793	0.181
<i>Acinetobacter baumannii</i>	22(31.43)	83(30.74)	0.012	0.912
<i>Staphylococcus aureus</i>	13(18.57)	76(28.15)	2.638	0.104

上是微生物引起导管感染的主要方式<sup>[11]</sup>。国外有研究表明医院内获得性血流感染的重要原因之一是导管相关性感染<sup>[12]</sup>。本研究结果显示2018—2023年导管培养标本送检量呈逐年上升趋势,提示临床实践中导管使用的频率在增加,也间接说明导管相关性感染关注度的提升。通过统计发现南京医科大学第一附属医院导管培养病原菌检出总体阳性率为14.7%,最高达16.8%。如此高的阳性率给

临床防治工作带来了严峻考验。因此,为指导临床制定积极有效的预防措施和降低临床导管相关感染的发生率,深入分析导管标本的病原学特征及其耐药性尤为重要<sup>[13-14]</sup>。

本研究发现,1 096株病原菌以革兰阴性菌为主,其次是革兰阳性菌,真菌最少,与陈慧君等<sup>[15]</sup>研究结果一致。也有相关文献显示革兰阳性菌占比最高,尤其是凝固酶阴性的葡萄球菌成为导管相关

表6 导管相关性感染患者预后相关多因素分析  
Table 6 Multivariate analysis of prognostic factors in patients with catheter-associated infection

Related factors	OR	95%CI	P
Male	3.476	1.630-7.413	0.001
Age ≥ 65 years	0.352	0.179-0.693	0.003
Drainage tube	0.803	0.393-1.642	0.548
Pulmonary infection	0.897	0.468-1.720	0.743
Cardiovascular disease	0.564	0.290-1.096	0.091
Number of antibiotics used(≥2)	0.471	0.218-1.017	0.055
Haistory of dialysis	0.405	0.193-0.851	0.017
Combined with CRBSI	0.265	0.135-0.519	<0.001
Tracheal intubation	0.164	0.076-0.352	<0.001

感染的主要机会致病菌<sup>[16]</sup>。与该报道病原菌分布不同的原因是本研究对凝固酶阴性葡萄球菌的不同种进行了分开统计。导管培养阳性的革兰阴性菌中肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌、大肠埃希菌和铜绿假单胞菌多见,革兰阳性菌以金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌和肠球菌为主,与2024年发表的CHINET中国细菌耐药监测数据中的主要病原菌大致相同<sup>[17]</sup>。916例患者中有145例检出两种病原菌,主要是革兰阳性菌合并革兰阴性菌,也有细菌合并真菌的情况。16例患者分离出3种及以上菌,通常多种菌感染较单种菌感染的治疗更加困难,且病死率更高。因此,多种菌检出多提示有混合感染的可能,临床需根据不同病原菌进行联合用药。

病原菌耐药性分析结果显示,肺炎克雷伯菌对除头孢他啶外的第一、二、三代头孢菌素耐药率较高(>80.0%),对碳青霉烯类药物的耐药率高于50.0%。鲍曼不动杆菌对大多数头孢菌素类和碳青霉烯类药物的耐药率高于85.0%。以上均显著高于全国耐药监测水平<sup>[18]</sup>,可能与该院属于三级综合医院,收治的患者合并多种疾病,病情严重复杂有关。大肠埃希菌对氨苄西林、三代以下头孢菌素和氟喹诺酮类药物的耐药率较高,但对碳青霉烯类耐药率呈低水平,与全国耐药监测研究水平一致。因此,对于由大肠埃希菌引起的严重感染,临床推荐使用碳青霉烯类药物治疗。铜绿假单胞菌对多种抗生素普遍敏感,但对碳青霉烯类耐药率高于其他类别抗生素,可能与其特殊的耐药机制有关。革兰阳性菌中对甲氧西林耐药的金黄色葡萄球菌检出率为35.6%,略低于全国细菌耐药监测网数据<sup>[19]</sup>。耐甲氧西林表皮葡萄球菌分离率为92.2%,显著高于金黄色葡萄球菌及全国耐药监测水平。对于甲氧西林

耐药的葡萄球菌,临床推荐使用万古霉素或利奈唑胺治疗。由于不同病原菌对抗菌药物的敏感性不同,临床需尽快送检导管标本进行培养,根据病原菌和药敏结果调整抗菌药物,使经验性用药尽快转变为目标性治疗,进而预防多重耐药菌的产生,提高导管相关性感染的治疗成功率。

多因素分析预后相关危险因素发现,男性、年龄≥65岁、有透析病史、合并CRBSI和气管插管是患者死亡的独立危险因素。340例患者中有226例为男性,其中死亡组中占82.86%。研究发现,男性患者发生导管相关感染的发病率和病死率均高于女性,可能与生理差异、基础疾病、生活习惯、心理社会因素以及医疗行为差异有关<sup>[20-22]</sup>。高龄患者由于各器官功能衰退且免疫功能低下,对病原菌的抵抗能力减弱,更易出现严重感染。因此,对于老年患者,尤其需要加强护理工作,正确评估置管适应证,权衡机械损伤与感染并发症的风险。研究表明,导管相关性感染是血液透析患者的第二大死因<sup>[23]</sup>。然而,置管是血液透析患者必须的治疗方式,如何有效减少导管相关性感染的发生是提高血液透析疗效的重要手段之一。临床医生需要考虑置管位置、持续时间、次数及类型,同时加强患者穿刺部位的消毒清洁工作和医护人员的手卫生<sup>[24]</sup>。患者一旦合并CRBSI可能会引起多种严重并发症,不仅增加医疗费用,延长住院时间,更会影响临床治疗效果。对此类患者进行针对性抗感染治疗的同时需立即拔除导管。为预防导管相关性感染的发生,建议置入导管时严格进行手卫生和皮肤消毒,加强导管出口的护理,避免在股静脉插入中心静脉导管,及时取出导管<sup>[25-26]</sup>。气管插管时破坏机体防御屏障,增加了病原菌入侵的机会,导致患者的死亡风险增加。在条件允许的情况下,建议优先考虑无创通气,尽量避免不必要的插管。行气管插管的患者需重点加强口腔护理,减少口腔细菌的定植,并保持插管周围皮肤清洁。此外,需要注意的是使用两种以上抗生素是影响预后的重要因素,这与Huang等<sup>[27]</sup>报道一致。过多用药或频繁更换广谱抗生素,不仅导致菌群失调,耐药菌株过度生长,还会影响患者的免疫状态,增加感染风险。基于以上因素,早期预测导管相关感染患者预后的危险因素,在此基础上制定相应的干预对策,有利于病情控制。同时,本研究进一步对不同类型导管的病原菌分布进行统计发现,分离自透析导管的病原菌中金黄色葡萄球菌占51.4%,而引流管和静脉置管以肺炎克雷伯菌为主,

分别占43.3%和50.5%。以上提示不同部位导管常见的病原菌有所差异,临床应根据感染部位的常见致病菌,及早经验用药以防止感染扩散。

综上所述,肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌和大肠埃希菌是导管相关性感染最常见的病原菌。多种病原菌的耐药程度较高,临床需加强导管培养标本的送检,明确致病菌后尽早依据药敏结果合理规范用药。男性、年龄 $\geq 65$ 岁、有透析病史、合并CRBSI和气管插管是患者预后的独立危险因素,对于这类患者临床医师应合理选择抗生素种类和疗程,同时加强感染监控、严格无菌操作、及时更换导管及辅以必要的预防措施,以最大限度降低导管相关性感染的风险。由于本研究为单中心、回顾性研究,具有地域性偏差且不足以代表更广泛的人群。期待多中心、前瞻性的研究,为导管相关性感染患者的抗感染治疗提供更有力的依据。

#### 利益冲突声明:

所有作者声明无利益冲突。

#### Conflict of Interests:

All authors declared no conflict of interests.

#### 作者贡献声明:

钱莉负责数据收集和文稿撰写;金菲和王珺进行数据分析并绘制图表;夏文颖和倪芳核查数据并参与稿件修订;张晓慧设计了整个研究,参与修订并负责最终稿的提交。

#### Author's Contributions:

QIAN Li was responsible for data collection and manuscript writing; JIN Fei and WANG Jue performed data analysis and created the figure and tables; XIA Wenying and NI Fang verified the data and contributed to manuscript revision; ZHANG Xiaohui designed the entire study, participated in revisions, and oversaw the final submission.

#### [参考文献]

- [1] XU H, HYUN A, MIHALA G, et al. The effectiveness of dressings and securement devices to prevent central venous catheter-associated complications: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Nurs Stud*, 2024, 149: 104620
- [2] 王友云, 张来, 李珺, 等. 长透析龄血液透析患者临床特点分析[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2022, 42(12): 1755-1758
- WANG Y Y, ZHANG L, LI J, et al. Analysis of clinical characteristics in patients with long dialysis vintage on hemodialysis[J]. *Journal of Nanjing Medical University (Nature Sciences)*, 2022, 42(12): 1755-1758
- [3] 支晓卉, 徐修鹏, 岳震. 神经重症患者术后颅内感染

- 列线图模型的构建[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2023, 43(10): 1392-1397
- ZHI X H, XU X P, YUE Z. Construction of nomogram model for postoperative intracranial infection in patients with severe neurological disease[J]. *Journal of Nanjing Medical University (Nature Sciences)*, 2023, 43(10): 1392-1397
- [4] 石雨, 黄静, 涂霞, 等. 某医院住院患者导管相关性感染监测[J]. *中国消毒学杂志*, 2021, 38(03): 209-211
- SHI Y, HUANG J, TU X, et al. Surveillance of catheter-related infections in inpatients in a hospital[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2021, 38(03): 209-211
- [5] 欧婷婷, 郭飞容, 王华绵. 血管内导管相关性感染病原学及耐药性[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(8): 1157-1161
- OU T T, GUO F R, WANG H M. Etiological and drug resistance analysis of intravascular catheter-related infection[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2022, 32(8): 1157-1161
- [6] 陈志林, 刘建莉, 郑盼盼, 等. ICU患者导管相关感染的影响因素及病原学特点研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 2018, 28(21): 3249-3252
- CHEN Z L, LIU J L, ZHENG P P, et al. Influencing factors and etiological characteristics of catheter-related infections in ICU patients[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2018, 28(21): 3249-3252
- [7] 杨志伟, 宋昆, 丁宁, 等. 血流感染患者死亡危险因素和血清白蛋白及感染部位对预后预测的临床研究[J]. *临床急诊杂志*, 2023, 24(9): 464-469
- YANG Z W, SONG K, DING N, et al. Clinical study on the risk factors of mortality and the association of serum albumin and infection site with prognosis in patients with bloodstream infection[J]. *Journal of Clinical Emergency*, 2023, 24(9): 464-469
- [8] MARSCHALL J, MERMEL L A, FAKIH M, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals: 2014 update[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2014, 35(Suppl 2): S89-S107
- [9] BLAIR N, PATIL P, NGUYEN D, et al. Antibiotic lock solutions as adjunct therapy for catheter-related bloodstream infections in pediatric hemodialysis patients[J]. *Front Pediatr*, 2024, 12: 1379895
- [10] 刘洁, 孙灵利, 王改先, 等. 创伤危重症患者导管相关样本的病原菌分布情况与耐药性分析[J]. *中国抗生素杂志*, 2021, 46(5): 456-461
- LIU J, SUN L L, WANG G X, et al. Distribution and drug resistance of pathogens isolated from catheter-related samples in emergency patients with severe trauma[J]. *Chinese Journal of Antibiotics*, 2021, 46(5): 456-461

- [11] LI H M, WAN L L, JIN C X, et al. Risk factors of peripheral venous catheter-related complication and infection in children with bronchopneumonia [J]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1): 603
- [12] MARSH N, LARSEN E N, ULLMAN A J, et al. Peripheral intravenous catheter infection and failure: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Nurs Stud*, 2024, 151: 104673
- [13] LI H M, LU Y, ZENG X, et al. Prediction of central venous catheter-associated deep venous thrombosis in pediatric critical care settings [J]. *BMC Med Inform Decis Mak*, 2021, 21(1): 332
- [14] BOUHROR N, NIBBERING P H, BENDALI F. Medical device-associated biofilm infections and multidrug-resistant pathogens [J]. *Pathogens*, 2024, 13(5): 393
- [15] 陈慧君, 翁宏华, 辛栋轶, 等. 重症监护病房中心静脉导管相关性血流感染病原菌分布及耐药性分析 [J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(5): 369-371  
CHEN H J, WENG H H, XIN D Y, et al. Pathogen distribution and drug resistance analysis of central venous catheter-related bloodstream infection in intensive care unit [J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2020, 37(5): 369-371
- [16] 尚新芳, 薛蓉, 任丽平. 化疗患者留置经外周静脉置入中心静脉导管后导管相关性感染的危险因素 [J]. *中国感染与化疗杂志*, 2022, 22(2): 151-155  
SHANG X F, XUE R, REN L P. Risk factors for catheter-related infection after peripheral insertion of central venous catheters in patients undergoing chemotherapy [J]. *Chinese Journal of Infection and Chemotherapy*, 2022, 22(2): 151-155
- [17] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2021年CHINET中国细菌耐药监测 [J]. *中国感染与化疗杂志*, 2022, 22(5): 521-530  
HU F P, GUO Y, ZHU D M, et al. CHINET surveillance of antimicrobial resistance among the bacterial isolates in 2021 [J]. *Chinese Journal of Infection and Chemotherapy*, 2022, 22(5): 521-530
- [18] QIN X H, DING L, HAO M, et al. Antimicrobial resistance of clinical bacterial isolates in China: current status and trends [J]. *JAC Antimicrob Resist*, 2024, 6(2): dlae052
- [19] 李耘, 郑波, 薛峰, 等. 中国细菌耐药监测研究 (CARST) 2021—2022年革兰氏阳性菌监测报告 [J]. *中国临床药理学杂志*, 2023, 39(23): 3509-3524  
LI Y, ZHENG B, XUE F, et al. Antimicrobial susceptibility of gram-positive organisms: results from the China antimicrobial resistance surveillance trial (CARST) program, 2021-2022 [J]. *The Chinese Journal of Clinical Pharmacology*, 2023, 39(23): 3509-3524
- [20] OPOKU-ASARE B, BOIMA V, GANU V J, et al. Catheter-related bloodstream infections among patients on maintenance haemodialysis: a cross-sectional study at a tertiary hospital in Ghana [J]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1): 664
- [21] PUOTI M G, D' EUSEBIO C, LITTLECHILD H, et al. Risk factors for catheter-related bloodstream infections associated with home parental nutrition in children with intestinal failure: a prospective cohort study [J]. *Clin Nutr*, 2023, 42(11): 2241-2248
- [22] SHEN L, FU T, HUANG L G, et al. 7295 elderly hospitalized patients with catheter-associated urinary tract infection: a case-control study [J]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1): 825
- [23] AGARWAL A K, ROY-CHAUDHURY P, MOUNTS P, et al. Taurolidine/heparin lock solution and catheter-related bloodstream infection in hemodialysis: a randomized, double-blind, active-control, phase 3 study [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2023, 18(11): 1446-1455
- [24] GUO H J, ZHANG L, HE H, et al. Risk factors for catheter-associated bloodstream infection in hemodialysis patients: a meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2024, 19(3): e0299715
- [25] MALEK A E, RAAD I I. Preventing catheter-related infections in cancer patients: a review of current strategies [J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2020, 18(6): 531-538
- [26] O' GRADY N P. Prevention of central line-associated bloodstream infections [J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(12): 1121-1131
- [27] HUANG H Y, CHANG Q L, ZHOU Y H, et al. Risk factors of central catheter bloodstream infections in intensive care units: a systematic review and meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2024, 19(4): e0296723

[收稿日期] 2024-07-28

(本文编辑: 戴王娟)