

408 例大肠埃希菌血流感染患者的临床特征及耐药性分析¹



胡 鹏^{1,2}, 蔡同建², 王 艺², 成 瑶², 刘秋倩², 肖 虹¹

1. 重庆医科大学公共卫生学院 (重庆 400016)

2. 陆军军医大学大坪医院 (重庆 400042)

【摘要】目的 研究大肠埃希菌血流感染患者产超广谱 β -内酰胺酶 (ESBL) 的影响因素和菌株耐药性, 为合理使用抗菌药物、有效防控血流感染提供临床依据。**方法** 回顾性收集重庆市某三甲医院 2018 年 1 月—2022 年 12 月大肠埃希菌引起血流感染患者的临床资料, 统计分析大肠埃希菌血流感染的临床特征及耐药性, 根据大肠埃希菌菌株 ESBL 确证试验分为产 ESBL 组和非产 ESBL 组, 采用 χ^2 检验比较 2 组影响因素的差异, 再通过多因素 Logistic 回归分析产 ESBL 的独立影响因素。**结果** 纳入患者 408 例, 产 ESBL 菌株检出率为 60.3% (246/408), 肾内科、重症监护室检出率较高 (均 > 76.0%)。糖尿病 [OR=1.98, 95%CI (1.24, 3.17)]、泌尿道插管 [OR=1.60, 95%CI (1.02, 2.51)] 是产 ESBL 大肠埃希菌血流感染的独立影响因素。产 ESBL 大肠埃希菌对左氧氟沙星、头孢曲松的耐药率 > 90.0%; 且第二代头孢菌素 (头孢他啶除外)、复方磺胺甲噁唑、环丙沙星和氨曲南的耐药率均显著高于非产 ESBL 组 ($P < 0.05$); 2 组菌株均对阿米卡星和碳青霉烯类药物显示出高敏感性。**结论** 该地区产 ESBL 大肠埃希菌血流感染呈现高流行率的耐药特征。糖尿病与泌尿道插管作为独立危险因素, 提示临床需对此类高危人群实施重点监测。鉴于产 ESBL 菌株对碳青霉烯类及阿米卡星仍保持敏感性, 可推荐作为首选经验性用药。通过建立基于危险因素评估的早期预警系统和对侵入性操作的规范管理, 以达到遏制此类多重耐药菌传播的作用, 具有重要公共卫生意义。

【关键词】 血流感染; 大肠埃希菌; 产超广谱 β -内酰胺酶; 临床特征; 耐药性

【中图分类号】 R 378.2 **【文献标识码】** A

Clinical characteristics and drug resistance analysis of 408 patients with *Escherichia coli* bloodstream infection

HU Peng^{1,2}, CAI Tongjian², WANG Yi², CHENG Yao², LIU Qiuqian², XIAO Hong¹

1. School of Public Health, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

2. Daping Hospital of Army Medical University, Chongqing 400042, China

Corresponding author: XIAO Hong, Email: 100120@cqmu.edu.cn

【Abstract】Objective To study the risk factors and strain resistance of *Escherichia coli* with extended-spectrum β -lactamases (ESBL)-producing bloodstream infection, so as to provide clinical basis for rational use of antibiotics and effective prevention and control of bloodstream infection. **Methods** The clinical data of patients with bloodstream infections caused by

DOI: 10.12173/j.issn.1005-0698.202503182

基金项目: 重庆市科卫联合医学科研项目 (2020FYX215)

通信作者: 肖虹, 博士, 教授, 硕士研究生导师, Email: 100120@cqmu.edu.cn

<https://ywlbx.whuzhmedj.com/>

Escherichia coli in a tertiary hospital in Chongqing from January 2018 to December 2022 were retrospectively collected. The clinical characteristics and drug resistance of bloodstream infections caused by *Escherichia coli* were statistically analysed. According to the ESBL confirmation test of *Escherichia coli* strains, the patients were divided into the ESBL-producing group and the non-ESBL-producing group. The chi-square test was used to compare the differences in influencing factors between the two groups, and then the independent influencing factors of ESBL production were analyzed through multivariate Logistic regression. **Results** A total of 408 patients were included. The detection rate of ESBL-producing strains was 60.3% (246/408), and the detection rates in the nephrology department and the intensive care unit were relatively high (both >76.0%). Diabetes [OR=1.98, 95%CI (1.24, 3.17)] and urinary tract intubation [OR=1.60, 95%CI (1.02, 2.51)] were independent influencing factors for bloodstream infection with ESBL-producing *Escherichia coli*. The resistance rate of ESBL-producing *Escherichia coli* to levofloxacin and ceftriaxone was >90.0%. Moreover, the resistance rates of the second-generation cephalosporins (except ceftazidime), compound sulfamethoxazole, ciprofloxacin and amronam were significantly higher than those in the non-ESBL-producing group ($P < 0.05$). Both groups of strains showed high sensitivity to amikacin and carbapenem drugs. **Conclusion** The severe current situation of bloodstream infections caused by ESBL-producing *Escherichia coli* in this region showing a high prevalence of drug resistance characteristics. Diabetes and urinary tract intubation, as independent risk factors, suggest that key monitoring should be implemented for such high-risk populations in clinical practice. Given that ESBL-producing strains remain sensitive to carbapenems and amikacin, it can be recommended as the first empirical medication. It is of great public health significance to achieve the effect of curbing the spread of such multi-drug resistant bacteria by establishing an early warning system based on risk factor assessment and standardized management of invasive operations.

【Keywords】 Bloodstream infection; *Escherichia coli*; Extended-spectrum β -lactamases; Clinical features; Drug resistance

血流感染是一种极具威胁的全身性感染病症，其特征在于病原微生物在血液中的临时、间歇或持续存在，能侵袭全身各器官，尤其对心脏瓣膜和关节等产生显著损害^[1-2]。血流感染是全球普遍关注的公共卫生问题，也是经济问题，不仅会恶化患者病情，而且会加重治疗成本^[3]。血流感染最常见的致病菌是革兰阴性杆菌，其中大肠埃希菌占比最高，达 29.1%^[4]。在临床实践中，头孢菌素和喹诺酮类药物的广泛使用引发了耐药大肠埃希菌的生成问题，这一现象的根源在于细菌具备产生广谱 β -内酰胺酶（extended-spectrum β -lactamases, ESBL）的能力，导致抗菌药物的疗效减弱^[5]。

人体的免疫能力和免疫屏障被外界或人体自身破坏时，致病菌就容易入侵人体，使免疫系统无法再进行自我防御，或者人体的正常菌群通过被破坏的屏障侵入人体其他部位，成为机会性感染，进而容易导致血液感染。有关研究^[6-8]发现抗菌药物广泛使用、既往手术史、患者基础性

疾病、治疗相关侵入性操作、长时间住院治疗、入住重症监护室（intensive care unite, ICU）、免疫功能低下和患者老龄化等因素与血流感染有关。尽管目前国内血流感染研究已较为丰富，但重庆地区近年血流感染患者流行病学特征及菌株耐药性尚未见系统报道。本研究基于重庆市某三甲医院 2018—2022 年最新数据，探讨该地区大肠埃希菌血流感染患者的临床特征及菌株耐药性，以期为本地精准化实施感染防控措施提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

研究数据来源于 2018 年 1 月—2022 年 12 月重庆市某三甲医院血培养大肠埃希菌阳性的血流感染住院患者 408 例，所有患者符合血流感染诊断标准，收集整理患者的病历资料，包括患者基本资料、病史及菌株药敏结果。本研究已获得重庆市大坪医院伦理委员会审批 [伦理审批号：

医研伦审(2024)第317号],并豁免患者知情同意。

1.2 临床病历资料

制定统一的调查表,利用医院电子病历系统,收集患者相关的实验室和临床数据,涵盖以下内容:人口统计信息(如年龄、性别),基础健康状况(涉及高血压、糖尿病等多类疾病),是否有过侵入性医疗操作(如中心静脉导管插入、泌尿道置管及机械通气),区分感染来源(医院获得性感染与社区获得性感染),入住科室,治疗天数,既往手术史等。数据由双人录入并核对。

1.3 菌株培养鉴定、药物敏感试验及ESBL确证试验

抗菌药物敏感性试验选用头孢他啶、庆大霉素、左氧氟沙星等6类15种抗菌药物。遵循《临床微生物检验标准化操作规程(第2版)》^[9]及美国临床实验室标准化委员会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)(2019年版)进行判定,测试结果分别为耐药(resistant, R)、中介(intermediate, I)、敏感(sensitive, S)。菌株药敏结果为中介归入耐药组。最终通过WHONET 5.6微生物数据分析平台对菌株耐药谱进行系统建模,构建抗菌药物敏感性特征数据库。

1.4 统计学分析

所有数据均使用SPSS 26.0和R 4.1.0软件进

行分析,计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher精确检验;正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 t 检验或方差分析。所有变量均进行单因素分析,以确定影响因素,如相关变量的 $P < 0.05$,则纳入多因素Logistic回归分析模型进行分析,以获得独立影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 大肠埃希菌血流感染患者的基本情况

408例大肠埃希菌血流感染患者中,男性199例(48.8%),女性209例(51.2%);患者平均年龄(56.5 ± 19.1)岁,60岁以上者196例(48.0%)。基础疾病以心血管疾病(200例,49.0%)最为常见,其次是泌尿道疾病(194例,47.5%)。感染类型以医院获得性感染较多(213例,52.2%),侵入性操作以中心静脉插管(192例,47.1%)和泌尿道插管(195例,47.8%)为主。近半数患者(202/408)有近3个月手术史,入住ICU者46例(11.3%)。患者住院时间2~189d,平均住院时间(21.9 ± 18.6)d,其中住院时间 ≥ 14 d者243例(59.6%)。具体见表1。

2.2 血流感染产ESBL大肠埃希菌检出的时间分布

408例大肠埃希菌患者中,共检出产ESBL菌株246例,总体检出率为60.3%。2018—2022年间ESBL检出率呈现波动性变化趋势(62.8%、

表1 大肠埃希菌血流感染患者的基本情况

Table 1. Basic characteristics of patients with *Escherichia coli* bloodstream infections

因素	例数	构成比(%)	因素	例数	构成比(%)
年龄(岁)			侵入性操作		
<60	212	52.0	泌尿道插管	195	47.8
≥ 60	196	48.0	中心静脉插管	192	47.1
性别			机械通气	74	18.1
女	209	51.2	感染类型		
男	199	48.8	医院获得性感染	213	52.2
基础疾病			社区获得性感染	195	47.8
心血管疾病	200	49.0	近3个月手术史		
泌尿道疾病	194	47.5	是	202	49.5
肝胆疾病	160	39.2	否	206	50.5
呼吸道疾病	136	33.3	入住ICU		
胃肠疾病	133	32.6	是	46	11.3
糖尿病	117	28.7	否	362	88.7
低蛋白血症	101	24.8	住院时间(d)		
高血压	93	22.8	≥ 14	243	59.6
			<14	165	40.4

70.6%、62.0%、58.1%、48.7%); 尽管近5年检出率从62.8%渐降至48.7%, 年际间呈递减态势, 但整体耐药压力仍持续处于高位, 且组间比较差异无统计学意义($P=0.130$)。见表2。

2.3 血流感染大肠埃希菌患者科室分布

408例大肠埃希菌血流感染患者涉及全院23个临床科室, 主要分布于血液内科(50例, 12.3%)、消化科(47例, 11.5%)与ICU(46例, 11.3%)。肾内科和ICU产ESBL检出率均较高(>76.0%), 其次是创伤科(70.0%)。见表3。

2.4 血流感染大肠埃希菌产ESBL影响因素的单因素分析

产ESBL组与非产ESBL组患者在糖尿病、泌尿道插管和机械通气、入住ICU比例等方面差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表4。

2.5 血流感染大肠埃希菌产ESBL影响因素的多因素分析

以是否产ESBL作为因变量(0=否, 1=是), 将单因素分析有统计学意义的所有变量作为自变量(包括糖尿病、泌尿道插管和机械通气、入住ICU)纳入多因素Logistic回归分析, 结果显示, 糖尿病[OR=1.98, 95%CI(1.24, 3.17), $P=0.004$]、泌尿道插管[OR=1.60, 95%CI(1.02, 2.51), $P=0.04$]是血流感染大肠埃希菌产ESBL的独立影响因素。分析显示合并糖尿病的血流感染大肠埃希菌产ESBL风险是不伴糖尿病的1.98倍; 泌尿道插管的血流感染大肠埃希菌产ESBL风险是泌尿道未插管的1.60倍。见表5。

表2 2018—2022年产ESBL大肠埃希菌的检出分布
Table 2. Distribution of ESBL-producing *Escherichia coli* detections from 2018 to 2022

年份	菌株数(株)	ESBL检出数(株)	ESBL检出率(%)
2018年	86	54	62.8
2019年	68	48	70.6
2020年	73	45	62.0
2021年	106	62	58.1
2022年	75	37	48.7

表3 大肠埃希菌血流感染患者科室分布及ESBL的检出情况(仅列出检出10株以上的科室)

Table 3. Departmental distribution of patients with *Escherichia coli* bloodstream infection and detection of ESBL (only departments with more than 10 strains detected are listed)

科室	菌株数(株)	ESBL检出数(株)	ESBL检出率(%)
血液科	50	26	52.0
消化科	47	29	61.7
ICU	46	35	76.1
肝胆科	44	28	63.6
泌尿科	35	22	62.9
肿瘤科	27	13	48.1
产科	25	17	68.0
急诊科	19	11	57.9
神经内科	18	7	38.9
肾内科	17	13	76.5
心内科	12	7	58.3
创伤科	10	7	70.0
内分泌科	10	4	40.0
神经外科	10	3	30.0

2.6 血流感染大肠埃希菌对常见抗菌药物的耐药性分析

对15种抗菌药物进行耐药性检测, 结果显示大肠埃希菌对左氧氟沙星耐药率最高(86.8%),

表4 单因素分析血流感染大肠埃希菌产ESBL的影响因素[n(%)]

Table 4. Univariate analysis of the influencing factors of ESBL production by *Escherichia coli* in bloodstream infection [n(%)]

因素	产ESBL组(n=246)	非产ESBL组(n=162)	χ^2	P
年龄(岁)				
<60	116(47.2)	93(57.4)	0.897	0.344
≥60	130(52.8)	69(42.6)		
性别				
女	130(52.8)	69(42.6)	3.71	0.054
男	116(47.2)	93(57.4)		
基础疾病				
泌尿道疾病	123(50.0)	71(43.8)	1.255	0.263
心血管疾病	122(49.6)	78(48.1)	0.034	0.854
肝胆疾病	97(39.4)	63(38.9)	0.000	0.995
呼吸道疾病	84(34.1)	52(32.1)	0.104	0.747
糖尿病	82(33.3)	35(21.6)	6.008	0.014
胃肠疾病	78(31.7)	55(34.0)	0.133	0.715
高血压	58(23.6)	35(21.6)	0.118	0.731

续表4

因素	产ESBL组 (n=246)	非产ESBL组 (n=162)	χ^2	P
低蛋白血症	57 (23.2)	44 (27.2)	0.634	0.426
侵入性操作				
泌尿道插管	133 (54.1)	62 (38.3)	9.142	0.002
中心静脉插管	113 (45.9)	79 (48.8)	0.211	0.646
机械通气	53 (21.5)	21 (13.0)	4.284	0.038
感染类型				
医院获得性感染	136 (55.3)	77 (47.5)	2.053	0.152
社区获得性感染	110 (44.7)	85 (52.5)		
近3个月手术史				
是	131 (53.3)	71 (43.8)	3.104	0.078
否	115 (46.7)	91 (56.2)		
入住ICU				
是	35 (14.2)	11 (6.8)	4.683	0.030
否	211 (85.8)	151 (93.2)		
住院时间 \geq (d)				
≥ 14	151 (64.1)	92 (56.8)	0.675	0.411
< 14	95 (35.9)	70 (43.2)		

表5 血流感染大肠埃希菌产ESBL影响因素的多因素分析

Table 5. Multivariate analysis of influencing factors of ESBL production by *Escherichia coli* in bloodstream infection

因素	B	SE	Wald χ^2	OR (95%CI)	P
糖尿病	0.68	0.24	8.12	1.98 (1.24, 3.17)	0.01
泌尿道插管	0.47	0.22	4.20	1.60 (1.02, 2.51)	0.04
机械通气	0.32	0.32	0.98	1.37 (0.74, 2.56)	0.32
入住ICU	0.67	0.38	3.15	1.96 (0.93, 4.13)	0.08

其次是头孢曲松 (57.1%)、复方磺胺甲噁唑 (51.2%) 和环丙沙星 (49.0%)。敏感率最高的是碳青霉烯类药物亚胺培南 (99.3%)，其次为厄他培南 (98.5%)、头孢替坦 (98.5%) 和阿米卡星 (98.0%)。见表 6。

2.7 血流感染产ESBL及非产ESBL大肠埃希菌的耐药性比较

产 ESBL 大肠埃希菌对 15 种抗菌药物的耐

药率均高于非产 ESBL 菌株。产 ESBL 菌株对左氧氟沙星和头孢曲松耐药率均 $> 90\%$ ；非产 ESBL 菌株耐药率最高的是左氧氟沙星 (78.4%)，其次是复方磺胺甲噁唑 (40.7%)。2 组菌株对左氧氟沙星、头孢曲松、复方磺胺甲噁唑、环丙沙星、头哌辛钠、氨曲南、头孢他啶、头孢吡肟、妥布霉素和头孢哌酮的耐药率差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 7。

表6 血流感染大肠埃希菌对15种抗菌药物的药敏结果

Table 6. Results of drug susceptibility of *Escherichia coli* in bloodstream infection to 15 antibacterial drugs

药物名称	R (株)	耐药率 (%)	S (株)	敏感率 (%)
头孢曲松钠	233	57.1	175	42.9
头孢哌酮钠	85	20.8	323	79.2
头孢他啶	91	22.3	317	77.7
头孢吡肟	75	18.4	333	81.6
头孢哌酮酯	75	18.4	333	81.6
头孢替坦	6	1.5	402	98.5
厄他培南	6	1.5	402	98.5
亚胺培南	3	0.7	405	99.3
复方磺胺甲噁唑	209	51.2	199	48.8
左氧氟沙星	354	86.8	54	13.2
环丙沙星	200	49.0	208	51.0
氨曲南	78	19.1	330	80.9

续表6

药物名称	R (株)	耐药率 (%)	S (株)	敏感率 (%)
妥布霉素	91	22.3	317	77.7
庆大霉素	97	23.8	311	76.2
阿米卡星	8	2.0	400	98.0

注: R表示耐药, S表示敏感。

表7 产ESBL与非产ESBL大肠埃希菌耐药率比较

Table 7. Comparison of drug resistance rates between ESBL-producing and non-ESBL-producing *Escherichia coli*

药物名称	产ESBL (n=246)		非产ESBL (n=162)		χ^2	P
	R (株)	耐药率 (%)	R (株)	耐药率 (%)		
头孢曲松	223	90.7	10	6.2	284.6	<0.01
头孢唑辛钠	77	31.3	8	4.9	41.2	<0.01
头孢他啶	81	32.9	10	6.2	40.4	<0.01
头孢吡肟	75	30.5	0	0.0	60.5	<0.01
头孢唑辛酯	67	27.2	8	4.9	32.4	<0.01
头孢替坦	6	2.4	0	0.0	-	0.09
厄他培南	6	2.4	0	0.0	-	0.09
亚胺培南	3	1.2	0	0.0	-	0.28
复方磺胺甲噁唑	143	58.1	66	40.7	11.8	0.01
左氧氟沙星	227	92.3	127	78.4	16.4	<0.01
环丙沙星	142	57.7	58	35.8	18.7	<0.01
氨曲南	78	31.7	0	0.0	62.5	<0.01
妥布霉素	68	27.6	23	14.2	10.2	<0.01
庆大霉素	62	25.2	35	21.6	0.7	0.40
阿米卡星	6	2.4	2	1.2	-	0.49

注: R表示耐药。

3 讨论

2022年全国细菌耐药性监测网络数据^[10]表明,大肠埃希菌对第三代头孢菌素的平均耐药率达48.6%,较2021年下降了1.4%,但仍然处于相对较高水平,且地区间呈现出一定差异,其中西藏自治区的检出率最高,为59.8%,新疆维吾尔自治区最低,为41.4%,重庆地区为49.06%。本研究结果显示,血流感染患者产ESBL大肠埃希菌检出率为60.3%,不仅高于全国平均水平,而且ICU检出率76.1%,提示该院医疗环境中抗菌药物选择压力较高,需要优化抗菌药物管理。从科室分布情况看,ICU与肾内科等特殊科室,检出ESBL细菌的比例显著高于普通科室,这意味着在该院ICU中的危重患者以及肾脏内科长期住院患者实施医疗干预或进行手术时,医护人员需采取更为审慎和科学的方法选用抗菌药物。从患者人口学特征来看,尤其是年龄分布情况,不难发现大肠埃希菌血流感染患者主要是60岁以上人群,这一结果与其他国家多项数据较为一致,也许是因为老年人自身体质偏差且抵抗力下

降,营养物质吸收能力减弱等有关^[11-12]。

在血流感染产ESBL大肠埃希菌患者的影响因素分析中,发现基础疾病中的糖尿病、入住ICU,侵入性操作中泌尿道插管和机械通气可能影响患者血流感染,其中糖尿病、泌尿道插管是患者产ESBL大肠埃希菌血流感染的独立影响因素。有研究^[13]显示,糖尿病合并感染的发生率为35%~90%,血流感染是最常见的感染类型之一,且致死致残率明显增高。糖尿病易感染的病理机制可从以下几个关键环节理解^[14-16]:①由于体内持续的高血糖状态,会引发血管内皮的结构损伤及微血管病变,显著干扰血液供应,进而导致周围组织因缺氧和营养不足而发生细胞死亡,增加感染风险;②因为患者长时间血糖利用率低,久而久之机体会处于一种负氮平衡状态,从而演变成低蛋白血症,使合成免疫球蛋白需要的蛋白因此匮乏,削弱了淋巴细胞的转化能力,导致T淋巴细胞和B淋巴细胞数量减少,随之削弱人体防御屏障;③患者出现除糖尿病之外的其他并发症,且其症状与其他患者差别不大时,可能造成漏诊、误诊,因此临床治疗上会延误患者病情,

进而发展成感染性休克甚至死亡。

皮肤和黏膜构成了人体的自然防护屏障，可以有效地阻止病原微生物侵入。泌尿道插管不仅对尿道黏膜造成损伤，还会干扰机体的防御机制，从而为细菌提供了进入血液的途径。在本研究中泌尿道插管被认为是引发产 ESBL 大肠埃希菌血流感染的高危因素，相较于非产 ESBL 血流感染的病例，其风险显著升高。近年来大量研究^[17-19]发现，致病性大肠埃希菌在尿路感染中的耐药率不断增长，最为显著的是产 ESBL 菌株。因此，临床治疗时应考虑血流感染的细菌是否来自尿路感染。对于糖尿病伴泌尿道插管的感染患者，首先应在入院时筛查尿路细菌，其次应每日评估留置导尿管的必要性，及时拔除，缩短留置时间。

通过产 ESBL 组和非产 ESBL 组耐药性的对比，在对氨基糖苷类和氟喹诺酮类抗菌药物的耐药率上，产 ESBL 组往往高于非产 ESBL 组，这可能是由于产生 ESBL 的菌株的质粒上含有氨基糖苷类和氟喹诺酮类抗菌药物的耐药基因。对 β -内酰胺类抗菌药物也耐药，往往呈现出多重耐药的现象^[20-21]，在很大程度上限制了临床治疗所能选择有效抗菌药物的范围。2 组菌株对碳青霉烯类和阿米卡星的敏感率均超过 95%，相关抗菌药物指南推荐碳青霉烯类药物作为 ESBL 引发重症感染的一线疗法。然而，临床实践中过度使用碳青霉烯类药物引发了该类细菌检出率上升的问题。因此，在针对产 ESBL 感染患者的抗菌治疗中，必须严格遵循用药指征，谨慎选用碳青霉烯类药物。

医院获得性感染是住院患者的潜在风险，其发生往往使临床管理变得更为复杂和具有挑战性。医院环境对住院患者的日常生活具有持续性影响，尤其值得注意的是，广泛的抗菌药物使用、免疫抑制剂和化疗药物的应用，以及伴随的侵入性医疗实践（如中心静脉导管插入、尿道导管置入和机械通气）等因素，会显著增加患者发生医院内感染的风险。血流感染中 30%~60% 是医院获得性感染^[22-23]，本研究中医院获得性感染占血流感染总数的 52.2%，与文献报道结果一致。医院获得性感染不仅会恶化患者病情久治不愈，还会加重经济负担。据研究^[24-25]报告，血流感染病例中，老年人（年龄超过 60 岁）及 ICU 患者的

比例较高，这促使他们在全球范围内成为医学研究的重点关注对象。

鉴于当代医学技术的进步与激素和抗菌药物的广泛使用，血流感染的发病率依然持续高位。大肠埃希菌引发的血流感染对患者的健康构成严重危害，且其抗菌药物耐药性问题日益凸显，这显著提升了临床针对此类感染的经验性抗菌药物治疗的复杂性。应警惕产 ESBL 大肠埃希菌血流感染的发生，及早进行干预或采取有针对性的防控措施，防止菌株的流行和传播；临床使用抗菌药物时应根据药敏结果进行合理选择，避免经验性滥用；严格评估泌尿道插管的使用指征，以及医务人员应当遵循治疗时的无菌操作原则，对入住 ICU 患者、老年患者进行更为严密的动态监测，准确评估高危患者，合理使用抗菌药物，改善预后，提高患者生存质量。后续研究将整合细菌基因组学的数据，从分子层面探索本地区 ESBL 菌株的流行病学特征，再结合患者抗菌药物使用情况，构建出更为全面、精准的耐药风险预测模型，为临床防治感染提供科学依据。

本研究存在一定的局限性，在探究大肠埃希菌血流感染患者产 ESBL 的影响因素中，选择分析的变量仍不够全面。后续将纳入实验室检查结果、患者所用抗菌药物等更多变量，进而探讨可能对患者产生耐药性的影响因素。

利益冲突声明：作者声明本研究不存在任何经济或非经济利益冲突。

参考文献

- 1 Song Y, Gyarmati P. Optimized detection of bacteria in bloodstream infections[J]. *PLoS One*, 2019, 14(6): e0219086. DOI: [10.1371/journal.pone.0219086](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219086).
- 2 Zhang S, Sun X, Lei Y. The microbiological characteristics and risk factors for PICC-related bloodstream infections in intensive care unit[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 15074. DOI: [10.1038/s41598-017-10037-2](https://doi.org/10.1038/s41598-017-10037-2).
- 3 Han YY, Lin YC, Cheng WC, et al. Rapid antibiotic susceptibility testing of bacteria from patients' blood via assaying bacterial metabolic response with surface-enhanced Raman spectroscopy[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 12538. DOI: [10.1038/s41598-020-68855-w](https://doi.org/10.1038/s41598-020-68855-w).
- 4 Diekema DJ, Hsueh PR, Mendes RE, et al. The microbiology of bloodstream infection: 20-year trends from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2019, 63(7): e00355-e00419. DOI: [10.1128/](https://doi.org/10.1128/)

- AAC.00355–19.
- 5 Ishnaiwer M, Le Bastard Q, Naour M, et al. Efficacy of an inulin-based treatment on intestinal colonization by multidrug-resistant *E. coli*: insight into the mechanism of action[J]. Gut Microbes, 2024, 16(1): 2347021. DOI: [10.1080/19490976.2024.2347021](https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2347021).
 - 6 Afema JA, Davis MA, Sisco WM. Antimicrobial use policy change in pre-weaned dairy calves and its impact on antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli*: a cross sectional and ecological study[J]. BMC Microbiol, 2019, 19(1): 217. DOI: [10.1186/s12866-019-1576-6](https://doi.org/10.1186/s12866-019-1576-6).
 - 7 Baek YJ, Kim YA, Kim D, et al. Risk factors for extended-spectrum- β -lactamase-producing *Escherichia coli* in community-onset bloodstream infection: impact on long-term care hospitals in Korea [J]. Ann Lab Med, 2021, 41(5): 455–462. DOI: [10.3343/alm.2021.41.5.455](https://doi.org/10.3343/alm.2021.41.5.455).
 - 8 Niu T, Xiao T, Guo L, et al. Retrospective comparative analysis of risk factors and outcomes in patients with carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* bloodstream infections: cefoperazone-sulbactam associated with resistance and tigecycline increased the mortality[J]. Infect Drug Resist, 2018, 11: 2021–2030. DOI: [10.2147/IDR.S169432](https://doi.org/10.2147/IDR.S169432).
 - 9 周庭银, 倪语星, 主编. 临床微生物检验标准化操作规程, 第2版 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2010: 379–406.
 - 10 全国细菌耐药监测网. 2022年全国细菌耐药监测报告(简年版) [R/OL]. (2023–11–20) [2025–04–30]. <https://www.carss.cn/Report/Details/917>.
 - 11 Tian L, Sun Z, Zhang Z. Antimicrobial resistance of pathogens causing nosocomial bloodstream infection in Hubei province, China, from 2014 to 2016: a multicenter retrospective study[J]. BMC Public Health, 2018, 18(1): 1121. DOI: [10.1186/s12889-018-6013-5](https://doi.org/10.1186/s12889-018-6013-5).
 - 12 Xie K, Neff F, Markert A, et al. Every-other-day feeding extends lifespan but fails to delay many symptoms of aging in mice[J]. Nat Commun, 2017, 8(1): 155. DOI: [10.1038/s41467-017-00178-3](https://doi.org/10.1038/s41467-017-00178-3).
 - 13 庄晓晶, 丁海燕, 林晓荣. 2型糖尿病合并血流感染者临床特征和病原菌分布 [J]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2019, 13(4): 328–333. [Zhuang XJ, Ding HY, Lin XR. Clinical characteristics and pathogenic bacteria distribution in patients with type 2 diabetes mellitus complicated with blood flow[J]. Chinese Journal of Experimental and Clinical Infectious Diseases (Electronic Edition), 2019, 13(4): 328–333.] DOI: [10.3877/cma.J.issn.1674-1358.2019.04.012](https://doi.org/10.3877/cma.J.issn.1674-1358.2019.04.012).
 - 14 Pollonini L, Gulley Cox L, Gorniak SL. Hemodynamic function of forearm muscle in postmenopausal women with type 2 diabetes[J]. J Aging Phys Act, 2020, 28(5): 723–730. DOI: [10.1123/japa.2019-0221](https://doi.org/10.1123/japa.2019-0221).
 - 15 Montassier E, Batard E, Gastinne T, et al. Recent changes in bacteremia in patients with cancer: a systematic review of epidemiology and antibiotic resistance[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2013, 32(7): 841–850. DOI: [10.1007/s10096-013-1819-7](https://doi.org/10.1007/s10096-013-1819-7).
 - 16 Liu T, Wang J, Yuan Y, et al. Early warning of bloodstream infection in elderly patients with circulating microparticles [J]. Ann Intensive Care, 2021, 11(1): 110. DOI: [10.1186/s13613-021-00901-w](https://doi.org/10.1186/s13613-021-00901-w).
 - 17 Muriuki CW, Ogonda LA, Kyanya C, et al. Phenotypic and genotypic characteristics of uropathogenic *Escherichia coli* isolates from Kenya[J]. Microb Drug Resist, 2022, 28(1): 31–38. DOI: [10.1089/mdr.2020.0432](https://doi.org/10.1089/mdr.2020.0432).
 - 18 Yazdanpour Z, Tadjrobehkar O, Shakhkhah M. Significant association between genes encoding virulence factors with antibiotic resistance and phylogenetic groups in community acquired uropathogenic *Escherichia coli* isolates[J]. BMC Microbiol, 2020, 20(1): 241. DOI: [10.1186/s12866-020-01933-1](https://doi.org/10.1186/s12866-020-01933-1).
 - 19 Da Silva P, Lustris BC, Castilho IG, et al. Genome profiling of fluoroquinolone-resistant uropathogenic *Escherichia coli* isolates from Brazil[J]. Braz J Microbiol, 2021, 52(3): 1067–1075. DOI: [10.1007/s42770-021-00513-3](https://doi.org/10.1007/s42770-021-00513-3).
 - 20 Zaheer R, Cook SR, Barbieri R, et al. Surveillance of *Enterococcus* spp. reveals distinct species and antimicrobial resistance diversity across a One-Health continuum[J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 3937. DOI: [10.1038/s41598-020-69044-5](https://doi.org/10.1038/s41598-020-69044-5).
 - 21 Qekwana DN, Sebola D, Oguttu JW, et al. Antimicrobial resistance patterns of *Staphylococcus* species isolated from cats presented at a veterinary academic hospital in South Africa[J]. BMC Vet Res, 2017, 13(1): 286. DOI: [10.1186/s12917-017-1204-3](https://doi.org/10.1186/s12917-017-1204-3).
 - 22 Patil RK, Kabera B, Muia CK, et al. Hospital acquired infections in a private paediatric hospital in Kenya: a retrospective cross-sectional study[J]. Pan Afr Med J, 2022, 41: 28. DOI: [10.11604/pamj.2022.41.28.25820](https://doi.org/10.11604/pamj.2022.41.28.25820).
 - 23 El Sherif HM, Elsayed M, El-Ansary MR, et al. BioFire film array BCID2 versus VITEK-2 system in determining microbial etiology and antibiotic-resistant genes of pathogens recovered from central line-associated bloodstream infections[J]. Biology (Basel), 2022, 11(11): 1573. DOI: [10.3390/biology11111573](https://doi.org/10.3390/biology11111573).
 - 24 Hernández-Quiles R, Merino-Lucas E, Boix V, et al. Bacteraemia and quick Sepsis Related Organ Failure Assessment (qSOFA) are independent risk factors for long-term mortality in very elderly patients with suspected infection: retrospective cohort study[J]. BMC Infect Dis, 2022, 22(1): 248. DOI: [10.1186/s12879-022-07242-4](https://doi.org/10.1186/s12879-022-07242-4).
 - 25 Bazaid AS, Barnawi H, Qanash H, et al. Bacterial coinfection and antibiotic resistance profiles among hospitalised COVID-19 patients[J]. Microorganisms, 2022, 10(3): 495. DOI: [10.3390/microorganisms10030495](https://doi.org/10.3390/microorganisms10030495).

收稿日期: 2025年02月25日 修回日期: 2025年05月06日
本文编辑: 洗静怡 周璐敏