

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20267398

· 论 著 ·

不同感染来源对继发性血流感染患者死亡风险的影响

郦钰超^{1,2}, 郭 兴³, 杨惠敏⁴, 陈文森¹, 李占结^{1,5}

(1. 南京医科大学第一附属医院感染管理处, 江苏 南京 210029; 2. 锡山人民医院感染管理科, 江苏 无锡 214100; 3. 临沂市中心医院感染管理科, 山东 临沂 276400; 4. 射阳县人民医院医院感染预防与控制科, 江苏 盐城 224300; 5. 复旦大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学系, 上海 200032)

[摘 要] **目的** 分析不同感染来源对继发性血流感染患者死亡风险的影响, 为继发性血流感染的精准防控与诊治提供参考。**方法** 采用回顾性队列研究方法, 回顾性收集南京医科大学第一附属医院 2020 年 1 月—2024 年 12 月的 340 例继发性血流感染患者临床资料, 根据感染来源分为腹腔感染组、下呼吸道感染组、泌尿道感染组和其他感染组, 采用 COX 回归模型分析不同感染来源对继发性血流感染患者死亡风险的影响。**结果** 继发性血流感染来源由高到低依次为腹腔感染(135 例, 39.71%)、下呼吸道感染(105 例, 30.88%)、泌尿道感染(68 例, 20.00%)及其他感染(32 例, 9.41%)。不同感染来源继发性血流感染的病死率由高到低依次为下呼吸道感染(59.05%)、其他感染(34.38%)、腹腔感染(27.41%)和泌尿道感染(10.29%)。多因素 COX 回归分析结果显示下呼吸道感染来源继发性血流感染患者的死亡风险高于腹腔感染来源[$HR = 2.22, 95\%CI(1.34 \sim 3.67), P = 0.002$]、泌尿道感染来源[$HR = 4.10, 95\%CI(1.79 \sim 9.40), P < 0.001$]以及其他感染来源[$HR = 2.26, 95\%CI(1.01 \sim 5.04), P = 0.046$]。 **结论** 不同感染来源的继发性血流感染患者死亡风险存在差异, 其中下呼吸道感染来源高于腹腔感染、泌尿道感染和其他感染来源。加强对下呼吸道感染及多重耐药菌感染防控, 重视下呼吸道感染来源的继发性血流感染诊治, 有助于降低患者死亡风险。

[关 键 词] 继发性血流感染; 死亡风险; 感染来源; COX 回归; KM 曲线

[中图分类号] R515.3 R181.3⁺2

Impact of different infection sources on the mortality risk of patients with secondary bloodstream infection

LI Yuchao^{1,2}, GUO Xing³, YANG Huimin⁴, CHEN Wensen¹, LI Zhanjie^{1,5} (1. Department of Infection Management, The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; 2. Department of Infection Management, Xishan People's Hospital, Wuxi 214100, China; 3. Department of Infection Management, Linyi Central Hospital, Linyi 276400, China; 4. Department of Healthcare-associated Infection Prevention and Control, Sheyang County People's Hospital, Yancheng 224300, China; 5. Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the impact of different infection sources on the mortality risk of patients with secondary bloodstream infection (BSI), and provide reference for precise prevention and treatment for secondary BSI. **Methods** Clinical data of 340 patients with secondary BSI at the First Affiliated Hospital with Nanjing Medical

[收稿日期] 2025-09-01

[基金项目] 江苏省科协青年科技人才托举工程(卫生健康领域)(JSTJ-2023-WJ006); 中华预防医学会医院感染学科发展青年人才托举项目(CPMA-HAIC-2024012900108); 江苏省人民医院第三期优秀中青年人才培养项目(YNRCQN0314); 南京医科大学第一附属医院青年基金培育计划(PY2022017)

[作者简介] 郦钰超(1994-), 女(汉族), 江苏省丹阳市人, 公卫医师, 主要从事医院感染控制、流行病学研究。

[通信作者] 李占结 E-mail: 511502052@qq.com

University from January 2020 to December 2024 were collected for a retrospective cohort study. According to the sources of infection, patients were divided into abdominal infection group, lower respiratory tract infection group, urinary tract infection group, and other infection group. The impact of different infection sources on the mortality risk of patients with secondary BSI was analyzed using COX regression model. **Results** The sources of secondary BSI from high to low were abdominal infection ($n = 135$, 39.71%), lower respiratory tract infection ($n = 105$, 30.88%), urinary tract infection ($n = 68$, 20.00%), and other infection ($n = 32$, 9.41%). The mortality of secondary BSI from different infection sources from high to low were as follows: lower respiratory tract infection (59.05%), other infection (34.38%), abdominal infection (27.41%), and urinary tract infection (10.29%). Multivariate COX regression analysis result showed that patients with secondary BSI from lower respiratory tract infection had a higher risk of mortality than those from abdominal infection ($HR = 2.22$, 95% $CI [1.34 - 3.67]$, $P = 0.002$), urinary tract infection ($HR = 4.10$, 95% $CI [1.79 - 9.40]$, $P < 0.001$), and other infection sources ($HR = 2.26$, 95% $CI [1.01 - 5.04]$, $P = 0.046$). **Conclusion** There are differences in the mortality risk of patients with secondary BSI from different infection sources. Lower respiratory tract infection is higher than abdominal infection, urinary tract infection, and other infection sources. Strengthening the prevention and control of lower respiratory tract infection and multidrug-resistant organism (MDRO) infection, and paying attention to the diagnosis and treatment of secondary BSI from lower respiratory tract infection source can help to reduce the mortality risk of patients.

[Key words] secondary bloodstream infection; mortality risk; infection source; COX regression; KM curve

血流感染具有较高的发病率和病死率,每年每 10 万人中发生 80~309 例^[1-3],且近年来发病率呈上升趋势^[4]。继发性血流感染通常是由身体其他部位的特定感染(如尿路感染、肺部感染和手术部位感染等)引发^[5]。目前血流感染相关研究主要集中在全部血流感染或导管相关血流感染,针对继发性血流感染研究较少,且主要为个别病原体的描述性研究^[6-8],而对于不同感染来源的关注较少。国外研究^[9]表明,继发性血流感染的预后因感染来源不同而异,但在我国人群中的具体表现尚无相关研究。基于此,本研究回顾性分析南京医科大学第一附属医院继发性血流感染全人群中不同感染来源对其死亡风险的影响,以期为继发性血流感染的精准防控提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性收集南京医科大学第一附属医院(4 500 张床位)2020 年 1 月—2024 年 12 月 417 例继发性血流感染患者资料。纳入标准:(1)监测系统中诊断为继发性血流感染;(2)监测系统中诊断为菌血症,且同时有其他感染部位,检出相同病原菌。排除标准:(1)血流感染送检时间在原发感染前

3 d 以上;(2)年龄 <18 岁;(3)存在多个原发部位;(4)诊断有误;(5)匹配病原菌数量 ≥ 2 种;(6)血培养病原体报告时间至出院时间 >300 d。最终选择 340 例患者纳入本研究。本研究已经获得南京医科大学第一附属医院伦理委员会批准。患者纳入与排除流程见图 1。

1.2 研究方法 采取回顾性队列研究设计,利用杏林医院感染实时监测系统收集患者临床资料,由两名专职人员逐一核对是否符合继发性血流感染诊断,根据继发性血流感染的感染来源分组,采用 COX 回归模型分析不同感染来源对继发性血流感染死亡风险的影响。

1.2.1 诊断标准 继发性血流感染诊断参照美国国家医疗保健安全网(National Healthcare Safety Network, NHSN)发布的诊断标准^[5],需要同时满足:(1)符合血流感染诊断;(2)有明确的原发感染灶诊断(如肺炎、腹腔感染、尿路感染等);(3)血培养阳性分离的病原体与原发感染灶中分离出的病原体一致,且血培养病原体时间在原发感染前 3 d 内和感染后 14 d 内。其他部位感染符合《医院感染诊断标准(试行)》^[10]所规定的相关诊断标准。

1.2.2 纳入变量 (1)患者特征:年龄、性别、恶性肿瘤、糖尿病、高血压、冠心病;(2)检验结果:中性粒

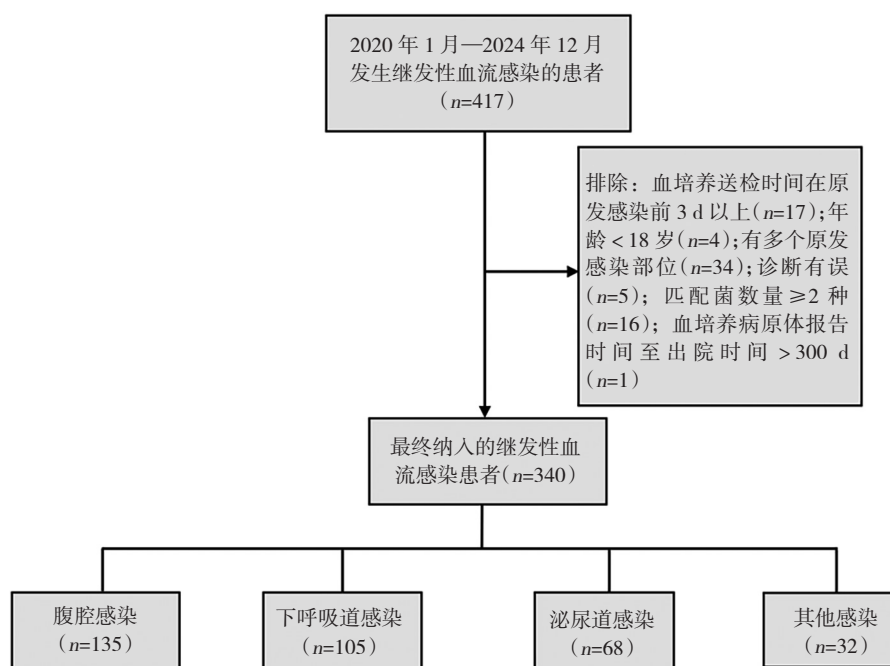


图1 患者纳入与排除流程图

Figure 1 Flowchart of inclusion and exclusion of patients

细胞与淋巴细胞比率(NLR)、全身免疫炎症指数(SII)、控制性营养状态(CONUT)评分、清蛋白-胆红素(ALBI)评分、白细胞、乳酸脱氢酶、肌酐、D-二聚体；(3)其他相关数据：入院科室是否为重症监护病房(ICU)、入住ICU日数、原发部位感染类型(社区感染、医院感染)、本次住院是否做过手术、病原体菌种、多重耐药菌(MDRO)感染、是否存在其他部位感染、预后。

1.2.3 评分计算 (1)NLR 评分 = 中性粒细胞绝对值($\times 10^9/L$)/淋巴细胞绝对值($\times 10^9/L$)；(2)SII 评分 = 血小板计数($\times 10^9/L$) $\times$ 中性粒细胞绝对值($\times 10^9/L$)/淋巴细胞绝对值($\times 10^9/L$)；(3)CONUT 评分 = 血清清蛋白评分 + 淋巴细胞计数评分 + 总胆固醇评分，其中①血清清蛋白评分：0分(≥ 3.50 g/dL)，1分(3.00~3.49 g/dL)，2分(2.50~2.99 g/dL)，3分(< 2.50 g/dL)；②淋巴细胞计数评分：0分(≥ 1600 个/ mm^3)，1分(1200~1599 个/ mm^3)，2分(800~1199 个/ mm^3)，3分(< 800 个/ mm^3)；③总胆固醇评分：0分(≥ 180 mg/dL)，1分(140~179 mg/dL)，2分(100~139 mg/dL)，3分(< 100 mg/dL)。CONUT 评分：正常营养状态(0~1分)，轻度营养不良(2~4分)，中度营养不良(5~8分)，重度营养不良(9~12分)；(4)ALBI 评分 = $(\log_{10} \text{胆红素} \times 0.66) + (\text{清蛋白} \times$

$-0.085)$ ；ALBI 分级：grade 1(≤ -2.60)，grade 2($-2.60 < \text{ALBI} \leq -1.39$)，grade 3($\text{ALBI} > -1.39$)。

1.2.4 结局指标 结局包括院内死亡、自动出院、好转出院，其中院内死亡和自动出院(放弃治疗)都归为死亡结局。

1.3 统计分析 应用 WPS 2023 软件对原始数据进行整理。连续型变量以均值 $\pm$ 标准差(SD)描述，分类变量以频数及百分比表示。组间比较时，对连续型变量采用 Kruskal-Wallis 秩和检验，分类变量采用卡方检验，必要时采用 Fisher 确切检验。生存分析中采用 COX 回归模型分别进行单因素及多因素分析。多因素分析分为三步模型：Model 1 为未调整模型，Model 2 调整基础变量(年龄和性别)，Model 3 在 Model 2 基础上进一步纳入单因素分析中具有统计学意义的变量，用于评估不同感染来源的继发性血流感染对患者死亡风险的独立影响，结果以风险比(HR)及其 95% 置信区间(95%CI)表示。不同感染来源患者的生存率以 Kaplan-Meier (KM)生存曲线进行比较，并采用 Log-rank 检验分析差异。所有统计分析均在 R 4.2.2 软件中完成，图表绘制采用 R 4.2.2 及 WPS 2023 软件。 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同感染来源继发性血流感染发生情况及病死率 共纳入 340 例继发性血流感染患者,按不同感染来源由高到低依次为腹腔感染(135 例,39.71%)、下呼吸道感染(105 例,30.88%)、泌尿道感染(68 例,20.00%)及其他感染(32 例,9.41%)。不同感染来源继发性血流感染的病死率由高到低依次为下呼吸道感染(59.05%)、其他感染(34.38%)、腹腔感染(27.41%)和泌尿道感染(10.29%)。见图 2。其中腹腔感染包括腹盆腔组织感染和腹部的器官腔隙感染,其他感染包括颅内感染、皮肤软组织感染、表浅及深部切口感染等。

2.2 不同感染来源继发性血流感染患者的人口学及临床特征 不同感染来源继发性血流感染患者的年龄、性别、是否患糖尿病、高血压、NLR 评分、SII 评分、CONUT 评分分级、白细胞计数、D-二聚体、是否有其他部位感染方面比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。不同感染来源继发性血流感染患者的 ICU 住院日数、肌酐及乳酸脱氢酶等实验室指

标比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。下呼吸道感染组入住 ICU 时间最长 $[(37.12\pm 67.30)d]$,且病死率最高(59.05%)。腹腔感染及泌尿道感染患者预后较好,差异有统计学意义($P<0.001$)。不同感染来源继发性血流感染患者的 MDRO 感染及医院感染比例比较,差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 1。

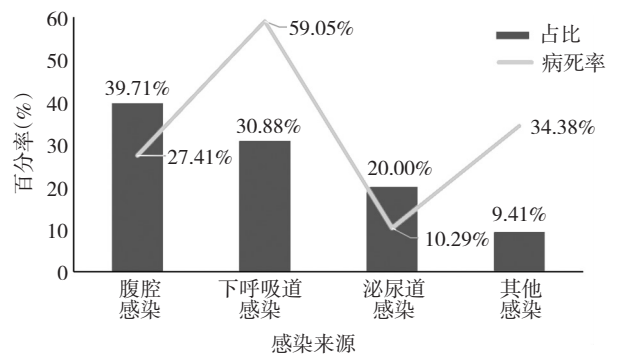


图 2 不同感染来源继发性血流感染分布及病死率
Figure 2 Distribution and mortality of secondary BSI from different infection sources

表 1 不同感染来源继发性血流感染患者的人口学及临床特征

Table 1 Demographic and clinical characteristics of patients with secondary BSI from different infection sources

项目	腹腔感染(n=135)	下呼吸道感染(n=105)	泌尿道感染(n=68)	其他感染(n=32)	H/ χ^2	P
患者特征						
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	60.95 $\pm$ 13.56	61.54 $\pm$ 17.40	62.18 $\pm$ 14.42	59.84 $\pm$ 13.74	1.004	0.800
性别[例(%)]					5.613	0.132
男	95(70.37)	81(77.14)	42(61.76)	20(62.50)		
女	40(29.63)	24(22.86)	26(38.24)	12(37.50)		
恶性肿瘤[例(%)]					31.328	<0.001
否	88(65.19)	96(91.43)	50(73.53)	31(96.87)		
是	47(34.81)	9(8.57)	18(26.47)	1(3.13)		
糖尿病[例(%)]					6.169	0.104
否	114(84.44)	86(81.90)	48(70.59)	24(75.00)		
是	21(15.56)	19(18.10)	20(29.41)	8(25.00)		
高血压[例(%)]					3.194	0.363
否	91(67.41)	69(65.71)	41(60.29)	25(78.12)		
是	44(32.59)	36(34.29)	27(39.71)	7(21.88)		
冠心病[例(%)]					14.335	0.002
否	127(94.07)	83(79.05)	61(89.71)	30(93.75)		
是	8(5.93)	22(20.95)	7(10.29)	2(6.25)		

续表 1 (Table 1, Continued)

项目	腹腔感染(<i>n</i> = 135)	下呼吸道感染(<i>n</i> = 105)	泌尿道感染(<i>n</i> = 68)	其他感染(<i>n</i> = 32)	<i>H</i> / χ^2	<i>P</i>
检验指标						
NLR 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	13.41 ± 15.10	14.40 ± 23.67	11.25 ± 13.99	17.50 ± 18.24	6.343	0.096
SII 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	1 847.06 ± 2 320.77	1 910.28 ± 2 216.61	1 937.15 ± 3 214.85	2 412.18 ± 2 433.56	3.344	0.342
CONUT 评分分级[例(%)]					12.369	0.054
轻度营养不良	25(19.23)	22(21.78)	18(27.27)	2(7.69)		
中度营养不良	71(54.62)	58(57.43)	29(43.94)	11(42.31)		
重度营养不良	34(26.15)	21(20.79)	19(28.79)	13(50.00)		
ALBI 分级[例(%)]					40.050	<0.001
grade 1	20(14.82)	15(14.42)	10(14.93)	3(9.68)		
grade 2	69(51.11)	83(79.81)	52(77.61)	20(64.51)		
grade 3	46(34.07)	6(5.77)	5(7.46)	8(25.81)		
白细胞计数($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9/L$)	10.63 ± 7.02	9.99 ± 5.40	10.08 ± 5.53	16.02 ± 27.05	2.040	0.564
乳酸脱氢酶($\bar{x} \pm s$, U/L)	362.56 ± 541.23	502.79 ± 672.6	458.27 ± 1 656.64	525.73 ± 583.83	26.268	<0.001
肌酐($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	109.62 ± 122.70	152.10 ± 169.37	147.09 ± 166.21	118.54 ± 101.93	16.414	<0.001
D-二聚体($\bar{x} \pm s$, mg/L)	5.26 ± 7.01	5.92 ± 8.28	4.87 ± 8.54	42.99 ± 201.73	7.123	0.068
其他相关数据						
入院科室为 ICU[例(%)]					28.142	<0.001
否	105(77.78)	52(49.52)	54(79.41)	18(56.25)		
是	30(22.22)	53(50.48)	14(20.59)	14(43.75)		
入住 ICU 日数($\bar{x} \pm s$, d)	11.27 ± 25.50	37.12 ± 67.30	8.18 ± 19.24	20.88 ± 47.81	93.880	<0.001
原发部位感染类型[例(%)]					12.672	0.005
院外	89(65.93)	65(61.90)	53(77.94)	29(90.62)		
院内	46(34.07)	40(38.10)	15(22.06)	3(9.38)		
本次住院做过手术[例(%)]					23.028	<0.001
否	47(34.81)	55(52.38)	44(64.71)	22(68.75)		
是	88(65.19)	50(47.62)	24(35.29)	10(31.25)		
菌种[例(%)]					45.786	<0.001
革兰阳性菌	31(22.96)	9(8.57)	11(16.18)	19(59.37)		
革兰阴性菌	99(73.33)	89(84.76)	47(69.12)	12(37.50)		
假丝酵母菌	5(3.71)	7(6.67)	10(14.70)	1(3.13)		
MDRO 感染[例(%)]					59.200	<0.001
否	102(75.56)	39(37.14)	58(85.29)	26(81.25)		
是	33(24.44)	66(62.86)	10(14.71)	6(18.75)		
其他部位感染[例(%)]					7.089	0.069
否	91(67.41)	70(66.67)	50(73.53)	15(46.88)		
是	44(32.59)	35(33.33)	18(26.47)	17(53.12)		
结局[例(%)]					48.694	<0.001
存活	98(72.59)	43(40.95)	61(89.71)	21(65.63)		
死亡	37(27.41)	62(59.05)	7(10.29)	11(34.37)		

注:变量 CONUT 评分分级和 ALBI 分级存在缺失值,样本量分别为 323、337 例。

2.3 继发性血流感染患者死亡风险影响的 COX 单因素回归分析 COX 单因素回归分析结果显示, 年龄、冠心病、NLR 评分、ALBI 分级(grade 3)、肌酐、入住 ICU 日数、入院科室为 ICU、本次住院做过

手术、MDRO 感染、下呼吸道感染来源是继发性血流感染患者死亡的危险因素(均 $P<0.05$);KM 曲线分析显示下呼吸道感染来源的继发性血流感染患者生存率低于其他感染来源患者,见表 2、图 3。

表 2 继发性血流感染患者死亡风险影响的 COX 单因素回归分析

Table 2 COX univariate regression analysis on the impact on mortality risk of patients with secondary BSI

影响因素	HR	95% CI	P	影响因素	HR	95% CI	P
患者特征				其他相关数据			
年龄	1.02	(1.01, 1.03)	0.001	入院科室为 ICU			
性别				否	1		
男	1			是	1.57	(1.09, 2.26)	0.016
女	0.96	(0.64, 1.44)	0.847	入住 ICU 日数	1.01	(1.00, 1.01)	<0.001
恶性肿瘤				其他部位感染			
否	1			否	1		
是	0.78	(0.49, 1.25)	0.305	是	0.98	(0.67, 1.42)	0.909
糖尿病				做过手术			
否	1			否	1		
是	0.98	(0.63, 1.54)	0.932	是	0.63	(0.43, 0.90)	0.012
高血压				菌种			
否	1			革兰阳性菌	1		
是	1.06	(0.72, 1.55)	0.765	革兰阴性菌	1.35	(0.83, 2.20)	0.222
冠心病				念珠菌	1.76	(0.82, 3.76)	0.147
否	1			MDRO 感染			
是	2.10	(1.34, 3.29)	0.001	否	1		
检验指标				是	2.30	(1.60, 3.31)	<0.001
NLR 评分	1.01	(1.00, 1.02)	0.006	原发部位感染类型			
SII 评分	1.00	(1.00, 1.00)	0.383	社区感染	1		
CONUT 评分分级				医院感染	0.92	(0.63, 1.36)	0.686
轻度营养不良	1			感染来源			
中度营养不良	0.89	(0.54, 1.48)	0.661	腹腔感染	1		
重度营养不良	1.32	(0.76, 2.27)	0.321	下呼吸道感染	2.54	(1.69, 3.83)	<0.001
ALBI 分级				泌尿道感染	0.47	(0.21, 1.05)	0.065
grade 1	1			其他感染	1.42	(0.72, 2.79)	0.311
grade 2	1.75	(0.95, 3.22)	0.072				
grade 3	2.18	(1.10, 4.31)	0.025				
白细胞计数	1.01	(1.00, 1.02)	0.220				
乳酸脱氢酶	1.00	(1.00, 1.00)	0.139				
肌酐	1.002	(1.001, 1.002)	<0.001				
D-二聚体	1.00	(1.00, 1.00)	0.082				

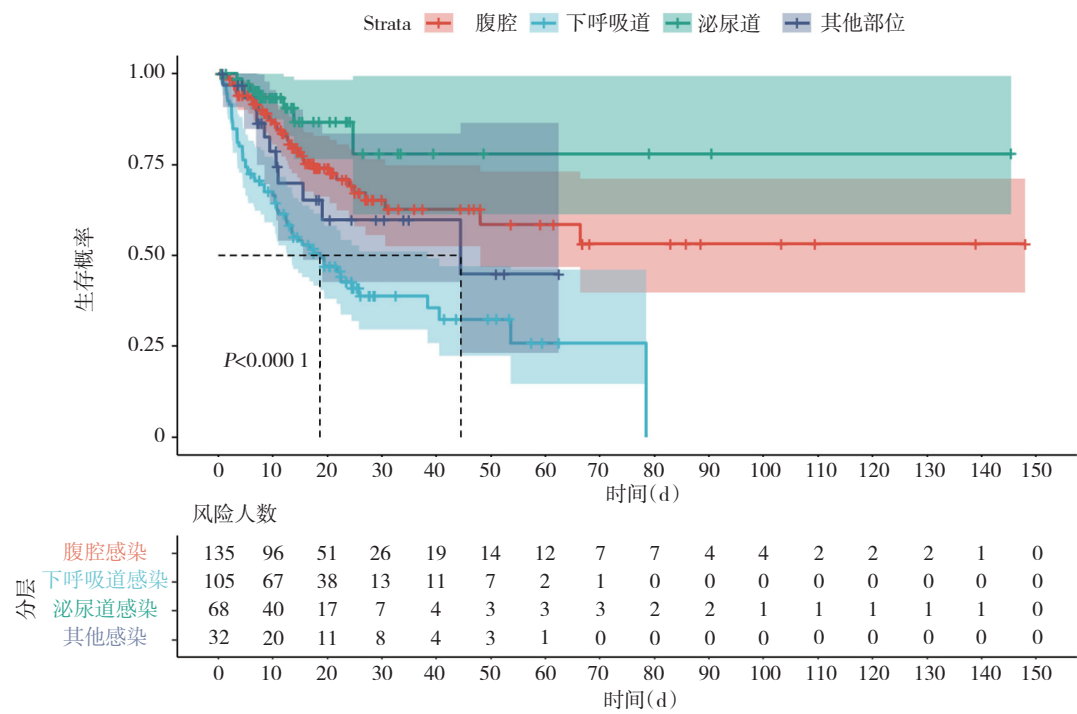


图 3 不同感染来源对继发性血流感染死亡风险影响的 KM 曲线分析

Figure 3 KM curve analysis on the impact of different infection sources on mortality risk of secondary BSI

2.4 不同感染来源对继发性血流感染死亡风险影响的 COX 多因素回归分析 在年龄和性别的基础上将 COX 单因素回归分析中具有统计学意义的变量纳入多因素分析,结果显示下呼吸道感染来源的继发性血流感染患者死亡风险高于腹腔感染来源 [HR = 2.22,95%CI(1.34~3.67),P = 0.002]、泌尿道感染来源[HR = 4.10,95%CI(1.79~9.40),P < 0.001]和其他感染来源[HR = 2.26,95%CI(1.01~5.04),P = 0.046]。见表 3。

表 3 不同感染来源对继发性血流感染死亡风险影响的 COX 多因素回归分析

Table 3 COX multivariate regression analysis on the impact of different infection sources on mortality risk of secondary BSI

感染来源	Model 1		Model 2		Model 3	
	HR(95% CI)	P	HR(95% CI)	P	HR(95% CI)	P
腹腔感染	1		1		1	
下呼吸道感染	2.54(1.69,3.83)	<0.001	2.47(1.64,3.73)	<0.001	2.22(1.34,3.67)	0.002
泌尿道感染	0.47(0.21,1.05)	0.065	0.44(0.20,1.00)	0.049	0.54(0.23,1.27)	0.159
其他感染	1.42(0.72,2.79)	0.311	1.46(0.74,2.87)	0.279	0.98(0.45,2.14)	0.962
泌尿道感染	1		1		1	
下呼吸道感染	5.45(2.49,11.93)	<0.001	5.58(2.55,12.23)	<0.001	4.10(1.79,9.40)	<0.001
腹腔感染	2.14(0.95,4.81)	0.065	2.26(1.00,5.08)	0.049	1.85(0.79,4.35)	0.159
其他感染	3.04(1.18,7.86)	0.022	3.29(1.27,8.51)	0.014	1.82(0.63,5.20)	0.267
其他感染	1		1		1	
下呼吸道感染	1.79(0.94,3.41)	0.075	1.70(0.89,3.24)	0.109	2.26(1.01,5.04)	0.046
泌尿道感染	0.33(0.13,0.85)	0.022	0.30(0.12,0.79)	0.014	0.55(0.19,1.58)	0.267
腹腔感染	0.71(0.36,1.39)	0.311	0.69(0.35,1.36)	0.279	1.02(0.47,2.23)	0.962

注:Model 1 为未进行调整;Model 2 为根据年龄、性别进行了调整;Model 3 为根据年龄、性别、冠心病、NLR 评分、ALBI 分级、肌酐、入住 ICU 日数、入院科室为 ICU、本次住院做过手术、MDRO 感染进行了调整;Model 1、Model 2 和 Model 3 样本量分别为 340、340、336 例。

3 讨论

本研究将下呼吸道、泌尿道、腹部以及其他部位感染分为四个组,探讨感染来源对继发性血流感染队列病死率的影响。结果显示,不同感染来源患者的病死率存在差异,其中继发于下呼吸道感染、腹腔感染、泌尿道感染的血流感染病死率分别为 59.05%、27.41% 和 10.29%。COX 多因素回归分析结果显示,下呼吸道感染来源的继发性血流感染患者死亡风险较腹腔感染来源增加 1.22 倍[$HR = 2.22, 95\%CI(1.34 \sim 3.67), P = 0.002$],较泌尿道感染来源增加 3.10 倍[$HR = 4.10, 95\%CI(1.79 \sim 9.40), P < 0.001$],较其他感染来源增加 1.26 倍[$HR = 2.26, 95\%CI(1.01 \sim 5.04), P = 0.046$]。Pieroni 等^[9]报道的医院血流感染相关病死率显示,肺源性感染病死率最高(19.27%),其次为腹源性(18.93%)和肾源性(12.81%),本研究中不同感染来源导致的继发性血流感染患者病死率排名与此结果一致。

继发性血流感染的预后与其来源密切相关,不同部位继发血流感染具有不同的致病机制。下呼吸道感染是继发性血流感染死亡的危险因素^[11]。在肺部,病原体通过铁载体与缺氧诱导因子 1 α (HIF1 α)相互作用或者分泌效应蛋白逃避免疫并破坏屏障进入血流。在膀胱,细菌通过黏附结构(如菌毛)抵抗尿流,侵入上皮并破坏屏障,进而经肾脏扩散至血液。另有研究表明肠道是血流感染的重要来源^[12],肠道致病菌可突破共生菌群(生态失调),促进细菌易位并引发血流感染^[4]。

本研究发现,相较于其他感染部位来源,下呼吸道感染来源的继发性血流感染死亡风险更高,分析可能与以下原因有关。相较于其他感染来源,继发于下呼吸道感染的血流感染患者入院科室为 ICU 的占比更高,ICU 住院日数更长,通常意味着患者病情更为严重,多数患者接受侵入性操作,特别是机械通气的使用,会破坏其正常的呼吸道生理屏障^[4],常见细菌(如革兰阴性菌及金黄色葡萄球菌)可分泌溶血素、蛋白酶等破坏肺泡-毛细血管屏障,迅速进入体循环,引起全身性过度炎症反应,诱发“细胞因子风暴”形成,可能导致感染者多器官功能衰竭甚至死亡^[13]。这与 He 等^[14]的研究结果一致,其指出肺源性血流感染患者的 ICU 住院时间和病死率高于腹源性患者。同时,下呼吸道感染来源的继发性血

流 MDRO 感染比率(62.86%)也更高。下呼吸道感染病原体(如肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌)常表现出对多种抗菌药物耐药,限制了治疗时抗菌药物的选择,同时 MDRO 的高毒力可能导致感染患者病死率升高^[8,15]。研究^[16]显示,MDRO 相关的下呼吸道感染病死率高,是危害最严重的传染性疾病预防之一。基于此,建议积极防控和早期诊断下呼吸道感染,关注下呼吸道感染 MDRO 感染的防控,根据不同原发部位实施不同经验性抗菌药物治疗策略,并结合药敏试验结果及时调整^[17]。对于插管患者采取集束化管理措施,如床头抬高、口腔护理,气道管理等,可以降低下呼吸道感染发病率^[18]。既往研究^[19]表明,早期筛查并明确感染部位,及时处理原发感染灶,可以改善血流感染患者的预后。对肺部感染患者,早期通过支气管肺泡灌洗或气管抽吸物^[20]鉴定病原体,积极抗菌治疗以控制感染进展,减少病原体进入血液循环,降低继发性血流感染的发生风险。当实施针对性抗菌治疗结合感染源控制措施时,可缩短继发性血流感染的抗菌治疗疗程^[21-23]。

综上所述,不同感染来源的继发性血流感染患者死亡风险存在差异,其中下呼吸道感染来源的死亡风险高于腹腔感染、泌尿道感染和其他感染来源。加强下呼吸道感染及 MDRO 感染防控,重视下呼吸道感染来源的继发性血流感染诊治,有助于降低患者死亡风险。

[参考文献]

- [1] Laupland KB. Incidence of bloodstream infection: a review of population-based studies[J]. Clin Microbiol Infect, 2013, 19(6): 492-500.
- [2] Kontula KSK, Skogberg K, Ollgren J, et al. Population-based study of bloodstream infection incidence and mortality rates, Finland, 2004-2018[J]. Emerg Infect Dis, 2021, 27(10): 2560-2569.
- [3] Verway M, Brown KA, Marchand-Austin A, et al. Prevalence and mortality associated with bloodstream organisms: a population-wide retrospective cohort study[J]. J Clin Microbiol, 2022, 60(4): e0242921.
- [4] Holmes CL, Albin OR, Mobley HLT, et al. Bloodstream infections: mechanisms of pathogenesis and opportunities for intervention[J]. Nat Rev Microbiol, 2025, 23(4): 210-224.
- [5] Centers for Disease Control and Prevention. National health-care safety network(NHSN) patient safety component manual [EB/OL]. (2025-01)[2025-07-29]. https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/pscmanual/pscmanual_current.pdf.

- [6] 詹圆, 赵晶晶, 张骏飞, 等. 肺炎克雷伯菌继发性血流感染患者的临床特征和危险因素分析[J]. 临床肺科杂志, 2024, 29(8): 1140–1145.
Zhan Y, Zhao JJ, Zhang JF, et al. Analysis of clinical features and risk factors of secondary bloodstream infection with *Klebsiella pneumoniae* [J]. Journal of Clinical Pulmonary Medicine, 2024, 29(8): 1140–1145.
- [7] 胡宗风, 谢志康, 刘文革, 等. 153 例大肠埃希菌继发性血流感染临床特点及死亡危险因素分析[J]. 中国抗生素杂志, 2021, 46(8): 800–804.
Hu ZF, Xie ZK, Liu WG, et al. Clinical characteristics and risk factors of death of 153 cases of *Escherichia coli* secondary bloodstream infection [J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2021, 46(8): 800–804.
- [8] Zhu XY, Wang HB, Zhu YH, et al. Clinical characteristics and risk factors associated with secondary bloodstream infection in patients with intensive care unit-acquired pneumonia due to carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* [J]. Chin Med J (Engl), 2021, 134(14): 1735–1737.
- [9] Pieroni M, Olier I, Ortega-Martorell S, et al. In-hospital mortality of sepsis differs depending on the origin of infection: an investigation of predisposing factors[J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9: 915224.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 关于印发医院感染诊断标准(试行)的通知: 卫医发[2001]2 号[EB/OL]. (2001–11–07)[2025–08–27]. <https://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/200111/5d9cffd69efa495f9b340da3a50c7818.shtml>.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Notice on issuing diagnostic criteria for healthcare-associated infection (Trial): Weiyifa [2001] No. 2 [EB/OL]. (2001–11–07) [2025–08–27]. <https://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/200111/5d9cffd69efa495f9b340da3a50c7818.shtml>.
- [11] Kim WY, Lee YJ, Yeon Lim S, et al. Clinical characteristics and prognosis of pneumonia and sepsis: multicenter study[J]. Minerva Anesthesiol, 2013, 79(12): 1356–1365.
- [12] Payen D. The gut as a hidden source of sepsis[J]. Minerva Anesthesiol, 2020, 86(6): 662–669.
- [13] 廖凤. 耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 ST239-t030 和 ST59-t437 型菌株基因组特征和致病机理研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2023.
Liao F. Genomic characteristics and pathogenic mechanism of ST239-t030 and ST59-t437 genotypes of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2023.
- [14] He XL, Liao XL, Xie ZC, et al. Pulmonary infection is an independent risk factor for long-term mortality and quality of life for sepsis patients[J]. Biomed Res Int, 2016, 2016: 4213712.
- [15] 杨曙光, 孙瑶, 王婷, 等. 中国成人重症加强治疗病房肺炎克雷伯菌感染现况分析: 一项全国多中心队列研究[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(3): 292–300.
Yang SG, Sun Y, Wang T, et al. Clinical characteristics of *Klebsiella pneumoniae* in adult intensive care unit: a nationwide multi-center cohort study in China[J]. Medical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2025, 50(3): 292–300.
- [16] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis [J]. Lancet, 2022, 399(10325): 629–655.
- [17] 刘永芳, 陈金文, 周凤, 等. 血流感染病原菌构成及其多重耐药性分析[J]. 中国抗生素杂志, 2017, 42(12): 1056–1060.
Liu YF, Chen JW, Zhou F, et al. The pathogen and multi-drug resistance analysis of bloodstream infections[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2017, 42(12): 1056–1060.
- [18] 陈燕, 李冬梅, 赵青, 等. 集束化管理措施对重症医学科呼吸机相关肺炎干预效果[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(10): 992–999.
Chen Y, Li DM, Zhao Q, et al. Intervention effect of bundle management on ventilator-associated pneumonia in department of critical care medicine[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2022, 21(10): 992–999.
- [19] Peters-Sengers H, Butler JM, Uhel F, et al. Source-specific host response and outcomes in critically ill patients with sepsis: a prospective cohort study[J]. Intensive Care Med, 2022, 48(1): 92–102.
- [20] Kalantar KL, Moazed F, Christenson SC, et al. Metagenomic comparison of tracheal aspirate and mini-bronchial alveolar lavage for assessment of respiratory microbiota [J]. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol, 2019, 316(3): L578–L584.
- [21] Yahav D, Franceschini E, Koppel F, et al. Seven versus 14 days of antibiotic therapy for uncomplicated Gram-negative bacteremia: a noninferiority randomized controlled trial[J]. Clin Infect Dis, 2019, 69(7): 1091–1098.
- [22] Holland TL, Raad I, Boucher HW, et al. Effect of algorithm-based therapy vs usual care on clinical success and serious adverse events in patients with staphylococcal bacteremia: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2018, 320(12): 1249–1258.
- [23] von Dach E, Albrich WC, Brunel AS, et al. Effect of C-reactive protein-guided antibiotic treatment duration, 7-day treatment, or 14-day treatment on 30-day clinical failure rate in patients with uncomplicated Gram-negative bacteremia: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2020, 323(21): 2160–2169.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式: 郇钰超, 郭兴, 杨惠敏, 等. 不同感染来源对继发性血流感染患者死亡风险的影响[J]. 中国感染控制杂志, 2026, 25(1): 91–99. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20267398.

Cite this article as: LI Yuchao, GUO Xing, YANG Huimin, et al. Impact of different infection sources on the mortality risk of patients with secondary bloodstream infection[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(1): 91–99. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20267398.