

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2026.03.009

✦ 临床医学研究 ✦

# 手部创伤弧菌感染不良预后的危险因素分析及早期风险预测

石伟发, 石玲玲, 丁罗兵, 张剑平, 苏瑞龙, 郭志民

(第九〇九医院·厦门大学附属东南医院骨科, 福建 漳州 323000)

**【摘要】目的:** 分析影响手部创伤弧菌感染后不良预后的危险因素并据此构建相关预测模型,旨在为后续及时有效治疗提供指导。**方法:** 回顾性分析 80 例手部创伤弧菌感染患者的资料,根据预后情况分为预后良好组( $n=48$ )和预后不良组( $n=32$ )。通过组间比较单因素及多因素 Logistic 回归分析筛选影响预后的危险因素,并基于上述因素构建回归预测模型并分析临床预测效能。**结果:** 预后良好组患者合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)的比例、受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术时间均低于预后不良组( $P<0.05$ );多因素 Logistic 回归分析发现合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)、受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术时间均是手部创伤弧菌感染预后不良的危险因素( $P<0.05$ );列线图模型预测手部创伤弧菌感染预后不良的曲线下面积(AUC)为 0.782(95%CI:0.675~0.800, $P<0.05$ ),敏感度为 0.750,特异度为 0.812。**结论:** 手部创伤弧菌感染患者受合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)、受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术的时间的影响,由此绘制列线图与 ROC 曲线,其预测效能与准确性较高,对早期识别高风险患者群体具有指导作用。

**【关键词】** 创伤弧菌;预后;危险因素;风险预测

**【中图分类号】** R631.2 **【文献标志码】** A

## Risk factors analysis and early risk prediction of poor prognosis of hand *Vibrio vulnificus* infection

SHI Wei-fa, SHI Ling-ling, DING Luo-bing, ZHANG Jian-ping, SU Rui-long, GUO Zhi-min

(Department of Orthopedics, the 909th Hospital, Southeast Hospital Affiliated to Xiamen University, Zhangzhou 323000, Fujian, China)

**【Abstract】Objective:** To analyze the risk factors affecting the poor prognosis of hand *Vibrio vulnificus* infection and to construct a relevant prediction model, so as to provide more guidance for timely and effective treatment in the future. **Methods:** The data of 80 patients with hand *Vibrio vulnificus* infection were retrospectively analyzed. According to the prognosis, they were divided into good prognosis group ( $n=48$ ) and poor prognosis group ( $n=32$ ). The independent risk factors of prognosis were screened by univariate and multivariate Logistic regression analysis. Based on the above factors, a regression prediction model was constructed and the clinical predictive efficacy was analyzed. **Results:** The proportion of patients with underlying diseases (liver function injury, diabetes), the time from injury to the first application of antibiotics, and the time from treatment to operation in the good prognosis group were lower than those in the poor prognosis group ( $P<0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that combined underlying diseases (liver function injury, diabetes), the time from injury to the first use of antibiotics, and the time from treatment to surgery were risk factors for poor prognosis of hand *V. vulnificus* infection ( $P<0.05$ ). The AUC of the nomogram model for predicting poor prognosis of hand *V. vulnificus* infection was 0.782 (95% CI: 0.675~0.8,  $P<0.05$ ), with a sensitivity of 0.750 and a specificity of 0.812. **Conclusion:** Patients with *Vibrio vulnificus* infection were affected by underlying diseases (liver function injury, diabetes), the time from injury to the first application of antibiotics, and the time from treatment to surgery. The nomogram and ROC curve were drawn, which had high predictive efficiency and accuracy, and had a guiding role in early identification of high-risk patient groups.

**【Key words】** *Vibrio vulnificus*; Prognosis; Risk factors; Risk prediction

创伤弧菌是一种革兰氏阴性杆菌,经创伤伤口 或消化道等途径感染机体,是海洋环境中重要的机

基金项目:福建省漳州市自然科学基金项目(ZZ2023J24)

作者简介:石伟发(1990-),男,硕士,住院医师。E-mail:18006960896@163.com

通讯作者:郭志民。E-mail:gzhmin175@163.com

会性病原体<sup>[1]</sup>。创伤弧菌感染者常出现蜂窝织炎、坏死性筋膜炎、感染性休克等非特异性临床表现<sup>[2]</sup>,其病情进展凶猛,易出现多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS),给诊治造成极大困难<sup>[3]</sup>。手部因其功能性活动常接触海水或海产品,成为该菌最主要的入侵门户和感染部位。一旦发生感染,若未能得到及时、有效的干预,极易导致肢体功能障碍,甚至因多器官功能衰竭而死亡。尽管近年来临床医生对该病的认识不断加深,但因其早期临床表现缺乏特异性,易与普通蜂窝织炎混淆,导致诊断延迟、手术时机延误,最终预后不佳的病例仍时有发生<sup>[4]</sup>。因此,早期识别与不良预后相关的危险因素,并建立快速、有效的风险评估工具,对于指导临床早期决策、优化资源配置、改善患者结局具有至关重要的意义。目前,国内外对创伤弧菌感染的研究多集中于流行病学特征<sup>[5-8]</sup>、临床诊断<sup>[9]</sup>及治疗策略<sup>[10-11]</sup>。已有研究<sup>[12-13]</sup>证实,合并肝病、早期手术治疗均是影响其预后的重要因素。然而,对于手部这一高发部位,针对性地构建风险预测模型的研究更少。因此,系统性地分析手部创伤弧菌感染的不良预后危险因素,并构建一个直观、可量化的临床预测模型,对于实现早期风险分层、优化治疗决策具有重要的临床价值。基于此,本研究回顾性分析手部创伤弧菌感染患者的临床资料,旨在深入探讨影响其预后的独立危险因素,并尝试构建一个可用于临床早期风险预测的列线图模型,为本地区该危重疾病的防治提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2018年6月至2025年9月厦门大学附属东南医院收治的80例手部创伤弧菌感染患者为研究对象,其中男性50例,女性30例;年龄38~78岁。纳入标准:(1)有明确的手部外伤史及海水或海产品接触史;(2)临床表现符合坏死性筋膜炎或严重蜂窝织炎特征;(3)伤口分泌物或血培养确诊为创伤弧菌感染。排除标准:(1)临床资料不完整者;(2)合并其他部位严重感染者;(3)非创伤弧菌所致感染者。所有患者入院后均接受规范的综合治疗,包括早期、足量、联合使用敏感抗生素,急诊行彻底清创引流甚至多次清创,必要时行截肢术,以及积极的器官功能支持治疗。研究方案经医院伦理委员会审核批准。

### 1.2 方法

根据患者最终预后情况分为两组:预后不良组( $n=32$ ),包括因感染无法控制而行手部或前臂截肢者或死亡者;预后良好组( $n=48$ ),指经保肢治疗

成功,感染控制并痊愈出院者。收集两组患者的临床资料进行对比分析,包括:(1)人口学资料:年龄、性别、致病途径(海鱼刺伤、贝类刺伤、螃蟹刺伤等);(2)基础疾病:肝功能损伤、糖尿病等;(3)疾病特征与治疗:受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术时间、入院24 h内实验室检查指标(白细胞计数、中性粒细胞计数、C-反应蛋白、降钙素原、血清肌酐、谷丙转氨酶、天门冬氨酸氨基转移酶和总胆红素)。

### 1.3 统计学分析

数据采用SPSS 27.0软件进行分析。计量资料符合正态分布,用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,两组间比较用独立样本 $t$ 检验;计数资料用 $[n(\%)]$ 表示,组间比较用独立样本 $\chi^2$ 检验或Fisher精确检验;采用多因素Logistic回归分析影响手部创伤弧菌感染预后不良的危险因素;采用列线图预测模型对筛选出影响创伤弧菌感染预后不良的危险因素纳入并验证风险预测模型效能,绘制受试者工作特征(ROC)曲线,分析评估影响手部创伤弧菌感染预后不良的风险因素的预测效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

预后不良组合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)的比例高于预后良好组,且受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术的时间均高于预后良好组( $P < 0.05$ )。见表1。

表1 两组患者一般资料比较 $(\bar{x} \pm s, n(\%))$

特征	预后不良组( $n=32$ )	预后良好组( $n=48$ )	$\chi^2/t$ 值	$P$ 值
年龄 $\geq 60$ 岁	25(78.13)	29(60.42)	2.745	0.098
性别			0.889	0.346
男	22(68.75)	28(58.33)		
女	10(31.25)	20(41.67)		
致病途径			1.020	0.796
海鱼刺伤	14(43.75)	24(50.00)		
贝类刺伤	6(18.75)	11(22.92)		
螃蟹夹伤	6(18.75)	7(14.58)		
不详	6(18.75)	6(12.50)		
合并基础疾病	20(62.50)	15(31.25)	7.619	0.006
受伤至应用抗生素时间(h)	14.41 $\pm$ 4.41	12.23 $\pm$ 2.64	2.507	0.016
就诊至手术时间(h)	22.91 $\pm$ 4.32	19.92 $\pm$ 5.13	2.716	0.008
白细胞( $\times 10^9/L$ )	14.27 $\pm$ 4.92	12.15 $\pm$ 5.23	1.819	0.073
中性粒细胞( $\times 10^9/L$ )	10.08 $\pm$ 3.51	9.72 $\pm$ 2.67	0.508	0.613
C-反应蛋白(mg/L)	136.57 $\pm$ 47.39	133.37 $\pm$ 41.68	0.318	0.752
降钙素原( $\mu g/L$ )	0.77 $\pm$ 0.28	0.85 $\pm$ 0.31	1.127	0.263
血清肌酐( $\mu mol/L$ )	144.85 $\pm$ 65.79	135.49 $\pm$ 44.41	0.761	0.449
谷丙转氨酶(U/L)	30.73 $\pm$ 6.23	29.14 $\pm$ 7.92	0.951	0.345
天门冬氨酸氨基转移酶(U/L)	25.98 $\pm$ 6.87	26.30 $\pm$ 9.25	0.168	0.867
总胆红素( $\mu mol/L$ )	25.99 $\pm$ 7.49	24.36 $\pm$ 8.07	0.908	0.367

### 2.2 影响手部创伤弧菌感染预后不良的危险因素分析

将单因素分析结果中具有统计学意义的因素作为自变量,将是否发生预后不良作为因变量,然后进

入 Logistic 回归分析模型。发现合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)、受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术的时间增加均是手部创伤弧菌感染预后不良的危险因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 影响手部创伤弧菌感染预后不良的多因素 Logistic 回归分析

特征	$\beta$ 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR(95% CI)
合并基础疾病 (肝功能损伤、糖尿病)	1.223	0.536	5.200	0.023	3.396(1.187~9.712)
受伤至首次应用抗生素的时间	0.166	0.079	4.413	0.036	1.180(1.011~1.378)
就诊至手术的时间	0.155	0.059	6.895	0.009	1.168(1.040~1.311)

### 2.3 手部创伤弧菌感染预后不良的风险预测模型建立与验证

基于 Logistic 回归分析结果建立手部创伤弧菌感染的风险预测列线图模型。见图 1。运用 Bootstrap 法对列线图模型进行验证, C-index 值为 0.782, 一致性指数为 0.757(95% CI: 0.728 ~ 0.786), 说明校正曲线与标准曲线拟合度良好。见图 2。ROC 曲线分析显示, 列线图模型预测手部创伤弧菌感染预后不良的曲线下面积(AUC)为 0.782(95% CI: 0.675 ~ 0.800,  $P < 0.05$ ), 敏感度为 0.750, 特异度为 0.812。见图 3。

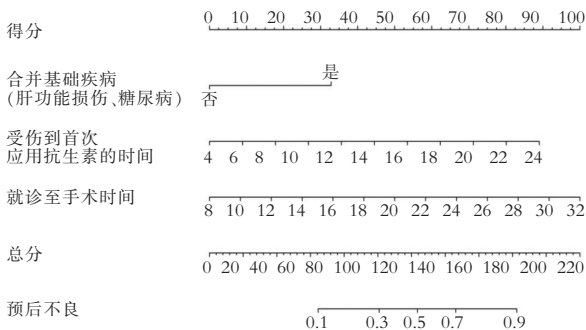


图 1 手部创伤弧菌感染预后不良的风险预测列线图模型

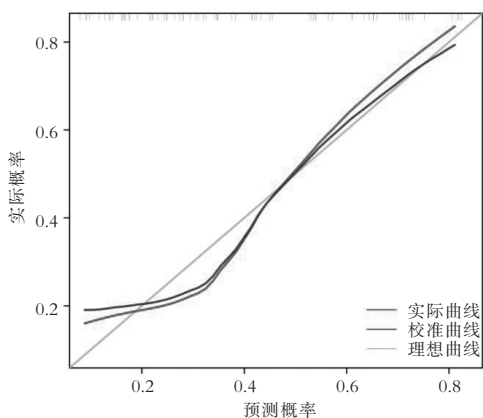


图 2 列线图模型对手部创伤弧菌感染预后不良的预测效能验证

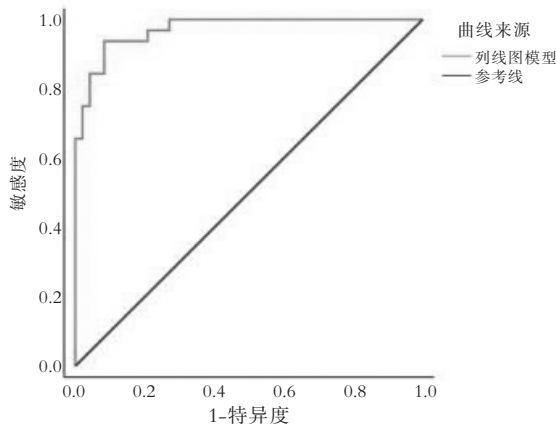


图 3 风险预测模型预测手部创伤弧菌感染预后不良的 ROC 曲线

### 3 讨论

创伤弧菌是一种条件致病菌, 其感染具有一定的地域及季节分布性, 常见于沿海地区, 夏季高发, 主要通过食用未煮熟的受污染海产品、被海产品扎伤或开放性伤口暴露于含病菌的海水等感染<sup>[14]</sup>。虽然感染率低, 但主要易感人群为慢性肝病、糖尿病、长期嗜酒等免疫功能低下的人群<sup>[15]</sup>。创伤弧菌感染病情进展快速, 50%~70%患者死于脓毒性休克和多器官衰竭<sup>[16]</sup>。因此, 早期的快速诊断和治疗对于提高患者的生存率具有十分重要的意义。

创伤弧菌感染的临床表现包括高热、局部疼痛红肿、蜂窝织炎、坏死性筋膜炎等。本研究经多因素 Logistic 回归分析确认 3 个独立危险因素, 包括合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)、受伤至首次应用抗生素、就诊至手术时间。其中, 合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)的 OR 值为 3.396(95% CI: 1.187~9.712), 高于其他两个因素, 提示预后较差。这可能是因为肝功能损伤患者对创伤弧菌和内毒素的清除能力下降, 并且伴有肠粘膜屏障功能障碍, 以迅速诱发脓毒症休克及多器官功能衰竭, 导致最终预后较差<sup>[17-19]</sup>。另外, 糖尿病患者因其高血糖的组织环境为创伤弧菌的生长提供了丰富碳源, 并且高血糖会损害中性粒细胞等免疫细胞的杀菌能力, 这可能是糖尿病患者手部创伤弧菌感染预后不良的原因。此外, 针对合并肝功能异常的患者, 早期应用护肝药物可能通过减轻氧化应激与炎症反应, 改善肝脏代谢功能, 对控制病情进展具有积极意义。

本研究也发现, 两组患者在受伤至首次应用抗生素的时间比较具有统计学差异, 预后不良组患者受伤至首次应用抗生素的时间高于预后良好组。在临床诊断成立 1 h 后应遵循早期、联合、足量的用药原则尽快静脉使用敏感抗菌药物治疗。目前, 随着

抗菌药物的广泛使用,创伤弧菌对多种抗菌药物存在不同程度的耐药性。因此,在抗菌药物的选择上,应选择第三代头孢菌素联合喹诺酮类抗生素,并根据药敏试验以及病情变化调整抗菌药物及其使用时间,而肝功能损伤患者出现肝功能不全时应调整或停用喹诺酮类抗菌药物。此外,在外科干预方面,早期、彻底的清创切开是阻断感染与毒素扩散的关键。《创伤弧菌脓毒症临床诊治急诊专家共识(2025)》明确指出,一旦临床诊断高度怀疑坏死性筋膜炎,应在入院后 6 h 内实施急诊手术,必要时进行多次清创<sup>[14]</sup>,这与本研究中“就诊至手术时间”是独立危险因素结论相互印证,且与瓮成杰等<sup>[20]</sup>研究一致。最后,本研究绘制列线图与 ROC 无序发现列线图模型预测能力较好,其 AUC 为 0.782,敏感度为 0.750,特异度为 0.812,进一步证实合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)、受伤至首次应用抗生素的时间、就诊至手术的时间对患者预后不良的预测价值。

综上,手部创伤弧菌感染患者受合并基础疾病(肝功能损伤、糖尿病)、受伤至首次应用抗生素的影响,由此绘制列线图与 ROC 曲线,其预测效能与准确性较高,对早期识别高风险患者群体有指导作用。

#### 参考文献

- [1] Li C, Li G, Li M. It's time to act: Understanding and combating *Vibrio vulnificus*[J]. *Virulence*, 2025, 16(1): 2569998.
- [2] Archer EJ, Baker-Austin C, Osborn TJ, et al. Climate warming and increasing *Vibrio vulnificus* infections in North America [J]. *Scientific Reports*, 2023, 13: 3893.
- [3] 邹贤典, 陈梓锋, 王永胜, 等. 分批次清创联合负压封闭引流治疗创伤弧菌感染致坏死性筋膜炎 2 例报告[J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2024, 36(4): 268—271.
- [4] 陈龙, 洪建军, 陈星隆, 等. 以骨筋膜室综合征首发的创伤弧菌败血症 1 例[J]. *浙江创伤外科*, 2004, 9(6): 418.
- [5] Hast M, Baker-Austin C, Lake IR, et al. *Vibrio vulnificus* epidemiology and risk factors for mortality in the United States, 2000–2022[J]. *Infectious Diseases*, 2026, 58(2): 209—220.
- [6] Kim JS, Lee EG, Chun BC. Epidemiologic characteristics and case fatality rate of *Vibrio vulnificus* infection: analysis of 761 cases from 2003 to 2016 in Korea[J]. *Journal of Korean Medical Science*, 2022, 37(9): e79.
- [7] Ma JY, Zhu XK, Hu RG, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the global prevalence of food-borne *Vibrio* spp. infection in fishes: a persistent public health concern[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2023, 187: 114521.
- [8] Wang J, Weng X, Weng Y, et al. Clinical features and treatment outcomes of *Vibrio vulnificus* infection in the coastal city of Ningbo, China [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2023, 14: 1220526.
- [9] 林伟鹏, 穆旭, 陈胜华, 等. 11 例创伤弧菌感染患者的临床特征及该病快速诊断流程的建立[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2024, 40(3): 266—272.
- [10] Ma D, Wang J, Fan B, et al. The clinical characteristics and diagnostic and treatment protocol for 14 acute *Vibrio vulnificus* infections caused by aquatic products [J]. *Medicine*, 2025, 104(34): e43942.
- [11] Kim SE, Shin SU, Oh TH, et al. Outcomes of third-generation cephalosporin plus ciprofloxacin or doxycycline therapy in patients with *Vibrio vulnificus* septicemia: a propensity score-matched analysis[J]. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2019, 13(6): e0007478.
- [12] 郑小庆, 盛吉芳. 创伤弧菌感染 13 例临床特点及预后分析[J]. *中国微生态学杂志*, 2016, 28(2): 213—217.
- [13] 卢才教, 郭海雷, 洪光亮, 等. 早期外科手术治疗对肢体感染脓毒症的预后影响[J]. *中华创伤杂志*, 2012, 28(4): 321—323.
- [14] 中国医师协会急救复苏和灾难医学专业委员会, 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会, 中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会, 等. 创伤弧菌脓毒症临床诊治急诊专家共识 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2025, 34(2): 163—172.
- [15] Duane TM, Huston JM, Collom M, et al. Surgical infection society 2020 updated guidelines on the management of complicated skin and soft tissue infections [J]. *Surgical Infections*, 2021, 22(4): 383—399.
- [16] Heng SP, Letchumanan V, Deng CY, et al. *Vibrio vulnificus*: an environmental and clinical burden [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2017, 8: 997.
- [17] Wang T, Huang Q. *Vibrio vulnificus* infection complicated by acute-on-chronic liver failure: a case report [J]. *Medicine*, 2024, 103(40): e39980.
- [18] Borges A, Bento L. Organ crosstalk and dysfunction in sepsis [J]. *Annals of Intensive Care*, 2024, 14(1): 1—11.
- [19] Brandes-Leibovitz R, Riza A, Yankovitz G, et al. Sepsis pathogenesis and outcome are shaped by the balance between the transcriptional states of systemic inflammation and antimicrobial response [J]. *Cell Reports Medicine*, 2024, 5(11): 101829.
- [20] 翁成杰, 王玉萍, 施若霖, 等. 创伤弧菌脓毒症患者的预后影响因素分析[J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(5): 612—616.

(收稿日期: 2025-10-18)

修回日期: 2025-12-19)