

创伤弧菌脓毒症临床诊治急诊专家共识

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 浙江省医学会灾难医学分会

通信作者: 卢中秋, Email: lzq640815@163.com; 姚咏明, Email: c_ff@sina.com; 樊毫军, Email: fanhaojun999@126.com; 张新超, Email: xinchaoz@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2025.02.006

创伤弧菌脓毒症 (*vibrio vulnificus* sepsis, Vv-S) 是由创伤弧菌 (*vibrio vulnificus*) 感染导致的急重症, 一旦出现创伤弧菌坏死性软组织感染 (*vibrio vulnificus*-necrotizing soft tissue infections, Vv-NSTIs), 病死率高达 50% 以上。而存活患者不仅要面对高昂的医疗费用, 更有较多的后遗症和较低的生活质量。2023 年 9 月美国疾病控制与预防中心 (CDC) 在 JAMA 杂志上发文警告, 对创伤弧菌感染要引起公众重视^[1]。创伤弧菌脓毒症起病急、进展凶猛、救治困难, 需快速诊断和紧急救治。自 2008 年《创伤弧菌脓毒症诊疗方案 (草案)》后,《创伤弧菌脓毒症诊疗方案 (2018)》的发布对于指导急诊医生科学化、规范化的对创伤弧菌脓毒症评估、诊断和治疗发挥重要的作用并降低了患者病死率^[2-5]。随着急诊医学专业学术理论和技术的不断进步, 在创伤弧菌脓毒症致病机理、病原学检查、预后预测等方面有了进一步的研究。特别是《坏死性软组织感染临床诊治急诊专家共识》的颁布为 Vv-NSTIs 这一核心难题提供了新的指导意见。同时, 在创伤弧菌脓毒症的急诊流程构建与管理实践中也取得新进展, 是原《方案》更新之必要。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、中国医促会急诊医学分会、浙江省医学会灾难医学分会的专家成立编写委员会, 结合国内外最新进展和临床诊疗经验, 经过反复讨论和函审修改, 制定本共识 (指南共识注册编号: PREPARE-2024CN035), 以期对临床实践有更好的指导性和操作性, 降低创伤弧菌脓毒症病死率和致残率。

本专家共识以创伤弧菌、创伤弧菌脓毒症为中文检索词, 以 "Vibrio vulnificus"、"Vibrio vulnificus sepsis" 和 "Vibrio vulnificus necrotizing infections" 为英文检索词搜索中国知网数据库、万方数据库、维普数据库、PubMed、Embase、Cochrane Library、SpringerLink、Web of Science, 检索时间截止至 2024 年 10 月。经过文献检索和筛选, 结合国内外最新研究进展和专家临床经验, 反复讨论、修改后最终定稿。专家组成员对推荐意见逐一进行了表决, 最终达成

一致。临床推荐分级和循证证据等级见表 1~2。

表 1 临床推荐分级

推荐强度	等级释义及临床建议
A 强:	循证证据肯定或者良好 (I ~ II 级); 或循证证据一般 (III ~ IV 级), 但在国内外指南中明确推荐; 能够改善健康结局, 利大于弊
B 中:	循证证据一般 (III ~ IV 级), 可以改善健康结局
C 弱:	循证证据不足或矛盾; 无法明确利弊, 但可能改善健康结局

表 2 循证证据等级

证据等级	分级释义
I	基于多个随机对照试验的荟萃分析或系统评价; 大宗随机试验
II	基于至少 1 个质量较高的随机对照试验; 设计规范、结果明确的观察性研究或横断面研究; 前瞻性队列研究
III	基于设计良好的非随机性病例对照研究; 观察性研究; 非前瞻性队列研究
IV	基于非随机性回顾性研究; 病例报告; 专家共识

1 流行病学

创伤弧菌脓毒症常年散发, 发病率呈上升趋势, 美国 CDC 统计 1996 年至 2005 年间创伤弧菌感染患者增加了 41%^[6]。一项 Meta 分析纳入 38 项研究显示, 中国发病率为 36.9% (95% CI:23.1%~53.2%)^[7]。创伤弧菌脓毒症有较高的病死率, 韩国 2001—2010 年共报道 588 例创伤弧菌脓毒症患者, 其中 285 例死亡, 病死率达 48.5%^[8]。根据美国 CDC 统计, 2013 年确诊的 95 例创伤弧菌脓毒症中 35 例死亡, 病死率为 36.8%^[9]。当出现坏死性软组织感染 (Vv-NSTIs) 时, 病死率高达 50% 以上。相比其他细菌感染所致的 NSTIs, Vv-NSTIs 有更高的住院病死率 (调整后 OR=1.52, 95%CI 1.36~1.70, P<0.01)^[10]。创伤弧菌脓毒症具有较明显的区域性和季节性, 全球范围内超过 95% 的致死性创伤弧菌感染发生在亚热带地区, 尤其是北半球的西太平洋和大西洋沿岸 (主要包括美洲、欧洲、日本、新加坡、泰国等地), 我国主

要流行于台湾、香港、大陆东南沿海地区^[3, 11-14],但也有在内陆地区如贵州发病的个案报道^[15]。

创伤弧菌脓毒症的发病主要在 3~11 月间,尤其集中在夏季或温暖水域^[3, 4, 16],温暖水域不仅影响创伤弧菌分布,还会增强其感染能力^[17],但也有少数病例发生在寒冷水域。创伤弧菌脓毒症常因食用带菌海产品或肢体破损创口接触带菌海水而感染^[11, 18],近年也有报道因食用淡水虾、昆虫叮咬或无任何伤口及海水接触的创伤弧菌感染致坏死性筋膜炎的病例报道^[19-20]。绝大多数病例发生在暴露后 7~14 d 内,男性明显多于女性,男女比(3 : 1~8 : 1)。易感人群包括慢性肝病、长期嗜酒、血色病、糖尿病等免疫功能低下人群^[21-22]。其中,肝病是患者群中最常见的基础疾病。一项 10 年回顾性研究显示,肝病占基础疾病首位,其次是糖尿病^[23]。另一项研究也表明,在 141 例创伤弧菌脓毒症中 66% 患有慢性肝病,慢性肝病中 43% 为肝硬化,75% 为酒精肝^[24]。肝脏疾病更是增加创伤弧菌脓毒症发病率和病死率的关键易感和危险因素^[25]。

推荐意见 1: 创伤弧菌脓毒症发病率呈上升趋势,病死率居高不下,需重点关注沿海地区有长期嗜酒、慢性肝病、糖尿病等免疫功能低下的易感人群。(证据等级 I 级,推荐强度 A)

2 病原学特点

创伤弧菌属弧菌属,为革兰氏阴性杆菌,1964 年首先由美国 CDC 分离获得^[26]。镜下呈逗点状、直棒状或球粒状,有鞭毛,无芽孢。需氧和厌氧均能生长。创伤弧菌嗜盐,自然生长在温暖海水中,水温低于 17℃ 或污染的海水中难以生长,菌体常寄生在贝壳类的海洋生物中(如牡蛎,蚌等)^[27]。有报道显示,欧洲 3.5%~8.0% 的海产品中含有创伤弧菌,美国 74% 的零售牡蛎中也存在^[9]。海产品中携带的创伤弧菌在室温下可以大量繁殖,处置不当可致人类感染^[28]。该菌较容易从血液及表皮泡液、坏死组织中培养到^[29]。根据其致病性不同,可将创伤弧菌分为 I, II 和 III 三种生物型,其中 I 型是人类感染的主要病原体^[30];II 型主要是感染鳗鱼;III 型是 I 型和 II 型的杂交,兼有两者特点,后两者较少有感染人类的报道^[9]。

创伤弧菌根据核心基因的系统发育分型可分为 5 个系谱,其中 L1 包含大多数临床和环境生物 I 型菌株和多数食用海鲜相关临床病例。有专家早在 2002 年就对创伤弧菌 CMCP6 进行完整的基因组序列测定,创伤弧菌平均基因组大小约 5.19 Mb,含有 4 200~4 900 个基因^[15]。通过分离 30 株临床和 39 株牡蛎创伤弧菌菌株测定基因型发现,临床菌株毒性更强,43% 的菌株基因型为 *rrnB*/*vcgC*,临床菌株可

造成小鼠超过 40% 的病死率^[31]。宁波市第二医院从创伤弧菌感染患者中分离的 21 株菌株中有 16 株为 16S rRNA B 型,14 株对 3 种以上的抗生素具有耐药性^[32]。

3 致病机制

创伤弧菌脓毒症致病机制复杂,多种机制相互协同,主要有以下几种机制。

3.1 细胞损伤与细胞毒作用

创伤弧菌通过 T1SS、T2SS、T6SS 等多种分泌系统分泌的毒力因子造成细胞损伤和细胞毒作用^[33]。部分毒素相互协调增强毒性,同时也参与宿主防御机制。(1) 创伤弧菌溶血素(VVH)。溶血素由 *vvhA* 基因编码,可造成细胞溶血和血管通透性增加并促进细胞坏死和凋亡,诱导自噬^[34]。(2) 重复毒素 A(RtxA)。创伤弧菌含有 3 种 RtxA 毒素,其中 RtxA1 由 *rtxA1* 基因编码,通过线粒体功能障碍、氧化应激等诱导细胞死亡、组织坏死、规避吞噬并促进细菌生长增殖与侵入^[35]。(3) 多功能自动处理重复毒素(MARTX)。能破坏细胞骨架和高尔基体,紊乱细胞信号转导,引起机体炎症^[36]。MARTX 抑制免疫细胞增殖和降低巨噬细胞吞噬能力,降低宿主防御,并能与 VVH 相互协同促进细菌快速增殖和肠上皮坏死^[37-39]。(4) 创伤弧菌蛋白酶(VVP)。由 *vvp* 基因编码,能促进肠上皮细胞凋亡、破坏细胞间紧密连接,进一步导致肠壁通透性增加,毛细血管破裂,机体出血、水肿,加快细菌入血和体内传播。(5) 磷脂酶(PlpA)。PlpA 能破坏上皮细胞黏膜屏障作用,破坏红细胞磷脂酶使细胞裂解^[40]。其他如创伤弧菌脂多糖(LPS)能使炎症因子释放、激活补体途径和凝血途径^[41]。

3.2 宿主防御机制

基于酶的氢离子消耗耐酸系统如 *cadC*、*cadB*、*cadA* 的激活可增强创伤弧菌对胃酸的耐受性^[42]。外膜蛋白有助于创伤弧菌黏附。荚膜多糖(CPS)与 *wza*、*wzb* 和 *wzc* 基因有关,有增强细菌自聚、黏附、定植、避免吞噬细胞吞噬等抗宿主免疫能力^[43-44]。

3.3 铁超载

创伤弧菌通过羟基盐载体、儿茶酚载体、分泌铁吸收调节蛋白(Fur)和 TonB 系统等多种途径影响铁离子转运并主动摄取铁从而增加血清中的铁含量。血清铁超载直接促进创伤弧菌增殖从而快速达到致死浓度,降低中性粒细胞活性,抑制宿主免疫功能,提高创伤弧菌致病率^[45]。

3.4 毒力的调控

(1) HlyU 是创伤弧菌毒力调控系统中最重要的转录激活因子之一,能上调 *rtxA1*、*plpA*、*vvhA* 等基因的表达,促进 MARTX、PlpA 和 VVH 的分泌。(2) 群体感应(QS)。

QS 是在创伤弧菌达到一定密度时细菌合成和释放,其可诱导物质调节种群生物活性^[46]。创伤弧菌中 QS 系统有 LuxS/AI-2、LuxPQ、LuxU-LuxO 和 SmcR 4 种。(3) AphB 是一种转录调节子,与细菌耐酸性、黏附性和细胞毒性有关,可调控凝血素基因(FlaD)、HupA、vcbB 等。(4) cAMP-cAMP 受体蛋白系统(CRP 系统)。能调控 rtxA1、vvp、vvhA 表达和铁摄取系统^[47]。

3.5 创伤弧菌组织侵袭机制

小鼠动物实验显示,随着感染越往筋膜和肌肉的深入,炎症细胞浸润增加,会造成越严重的坏死,而血管通透性的增加是细菌更具传播性和侵入性的主要原因^[43]。另一项动物实验通过体内成像技术检测肌肉中创伤弧菌来源显示,非运动突变株仅停留在接种部位,非趋化突变株仅通过软组织缓慢传播,可见创伤弧菌趋化性是细菌侵入深处和远处的关键因素^[48]。

3.6 创伤弧菌肝病易感机制

构建酒精肝小鼠创伤弧菌感染模型发现,感染创伤弧菌后酒精肝小鼠细菌载量增加而小鼠免疫应答减弱,细胞趋化性和白细胞分化降低、中性粒细胞脱颗粒和细胞因子减少;通过转录组学测定发现实验组与肠道通透性相关的基因上调^[49]。另一项研究显示,食源性感染创伤弧菌的酒精肝小鼠回肠由于无法激活 NLRP3 炎症小体,导致肠道屏障破坏、通透性增加和炎症反应增加^[50]。

4 临床表现

创伤弧菌脓毒症临床亚型有原发性脓毒症、创伤感染、胃肠炎型和其他类型^[12, 51]。原发性脓毒症常见于生食牡蛎等贝壳类海鲜后,病原体通过胃肠道入血^[52]。创伤感染一般由身体原有创口接触带菌海水或被海生动物刺伤而感染^[53]。可出现典型的创伤弧菌坏死性软组织感染(Vv-NSTIs),严重者病情进展迅速,数小时内即可发展为脓毒性休克和 MODS,危及生命^[54]。局部表现:早期皮肤症状可不典型,随着病情进展,局部症状明显并出现斑丘疹、荨麻疹、多行性红斑和蜂窝织炎、小水泡或血泡^[54]。当组织坏死时出现大片瘀斑(图1)、张力升高、水泡或血泡(图2)、坏死破溃、皮下捻发感、皮肤发黑,病灶范围扩大蔓延可累及多个肢体^[55-58]。一项回顾性研究分析了10年共85例创伤弧菌感染患者,其中出血性大泡性皮肤病变、坏死性筋膜炎、涉及两个或多个肢体的皮肤软组织感染是影响患者预后的独立危险因素^[23]。全身表现:严重者出现多器官功能衰竭,除发热、心动过速、低血压、休克等表现外,也可出现呼吸急促、呼吸困难、少尿、无尿、黄疸等相应脏器损伤的表现。

胃肠炎型一般是服用感染细菌的海鲜食物引起,以腹痛、腹泻等消化道症状为主,症状较轻。其他类型报道少见,包括创伤弧菌性肺炎、眼内炎、脑膜炎、扁桃体炎、腹膜炎、脑膜炎、子宫内膜炎、关节炎、骨髓炎、化脓性脊柱炎、心瓣膜炎等^[59]。

推荐意见 2: 创伤弧菌坏死性软组织感染可迅速进展至脓毒性休克和多器官功能衰竭阶段,皮肤瘀斑、血泡等表现提示出现软组织感染及坏死。(证据等级 I 级,推荐强度 A)



图1 典型肢体表现(瘀斑) 图2 典型肢体表现(血泡)

5 辅助检查

5.1 实验室检查

实验室检查可出现白细胞、C-反应蛋白、降钙素原和乳酸升高,血小板可显著降低、出凝血功能明显障碍、代谢性酸中毒及肝肾功能损害。血清肌酸激酶可明显升高,其升高的水平能反应局部病变的严重程度^[60]。LRINEC(坏死性筋膜炎实验室风险指标)评分目前仍是判断有无坏死性筋膜炎的常用评估方法,评分 ≥ 6 高度提示但缺乏敏感度^[5, 61-62],另有研究显示 LRINEC 评分 > 8 分是创伤弧菌感染患者死亡独立危险因素(调整后的 $OR=1.57, 95\%CI:1.43\sim 2.08, P<0.01$)^[63]。一项回顾性研究分析了67例创伤弧菌感染患者显示,乳酸、白蛋白、血清肌酸激酶、入院至外科手术时间是影响患者预后的独立危险因素^[64]。APACHE II 评分、快速急诊医学评分、终末期肝病模型(MELD)评分等多种评分系统也有一定的预后预测作用^[23, 65-66]。以年龄 ≥ 60 岁、肌酐 $\geq 142 \mu\text{mol/L}$ 、血清肌酸激酶 $\geq 1104 \text{ U/L}$ 、PT $\geq 24.4 \text{ s}$ 和是否有创机械通气构建新的坏死性软组织死亡预测模型预测率达94%(95%CI:0.894~0.986),相比SOFA评分和APACHE II 评分有更好的预测价值^[67]。组织病理可辅助 Vv-NSTIs 诊断,主要表现为镜下大泡、筋膜炎症和坏死,肌肉水肿,严重的肌肉炎症或坏死,以及毛细血管炎症或血栓形成^[68-70]。

5.2 影像学检查

影像学检查可以协助判断病灶局部及重要脏器的受累情况。重症患者肺部X片及计算机断层扫描(CT)检查可表现为双肺渗出性改变。Vv-NSTIs 时患肢B超可见组织水

肿、炎性暗区，CT 可见软组织肿胀和皮下积气。MRI 检测在脂肪抑制 T2 加权见深筋膜增厚（ $>3\text{ mm}$ ）是诊断坏死性筋膜炎的重要标志^[71]。对于眼眶区、颈部、会阴部等深部感染的 NSTIs，CT 或 MRI 检查更具优势，但不能为了完善检查而耽误早期复苏治疗和外科处置。

5.3 病原学检查

血液、渗出液、水泡液、脑脊液、坏死组织等培养均可分离出创伤弧菌，是临床确诊的金标准。对于培养基的改进可以明显提高创伤弧菌的培养特异性及检出率^[72-73]。基于 PCR 的创伤弧菌检测如 RT-qPCR、DPO-PCR、MPN-PCR、RAPD-PCR、环介导等温扩增技术（LAMP）等目前并未广泛用于临床^[74-77]。近年来随着宏基因组学的发展，mNGS 检测创伤弧菌具有比常规培养更加高效且更特异性的优势，已在临床上广泛应用^[78-80]。应积极送血培养、泡液培养和 mNGS，尤其是在急诊手术过程中送泡液、组织液和坏死组织培养尽快明确病原学。

推荐意见 3：尽快完善血常规、生化和 C-反应蛋白等检查，并在抗菌药物使用之前送病原学检查，有条件者推荐行宏基因组学检查。（证据等级 II 级，推荐强度 A）

6 诊断与鉴别诊断

创伤弧菌坏死性软组织感染临床诊断主要有^[60, 62]：①快速进展的局部病变：24~48 h 内出现皮肤、肌肉损害，常见下肢局部剧烈疼痛、肿胀、皮肤瘀斑、血泡、坏死等，病变数小时内加重、扩展。②不断恶化的全身情况：大多 24~48 h 出现低血压或休克，迅速出现 MODS 的症状与体征。③ 3~11 月份发病，可伴腹泻、恶心、呕吐、腹痛、呼吸困难等。④有长期嗜酒、慢性肝病、糖尿病、免疫低下等基础疾病史。凡符合①~④中的一点，可作出临床诊断。在血液、水泡液、组织液体或坏死组织等培养或 mNGS 检测出创伤弧菌可确诊。

鉴别诊断主要与深静脉血栓形成、动脉栓塞、皮炎、丹毒等的鉴别，具体见《坏死性软组织感染临床诊治急诊专家共识》。依据病原学检查或 mNGS 结果鉴别除创伤弧菌外的其他细菌或真菌导致的坏死性软组织感染。

7 评估与治疗

早期识别并多学科救治团队（MDT）抢救是创伤弧菌脓毒症救治的关键。创伤弧菌脓毒症诊治流程见图 3。

7.1 早期识别与处置

创伤弧菌脓症患者常以发热和肢体红肿疼痛就医，很多医护人员对该病没有足够的经验，容易延误诊断^[81]。早期识别采用《坏死性软组织感染临床诊治急诊专家共识》

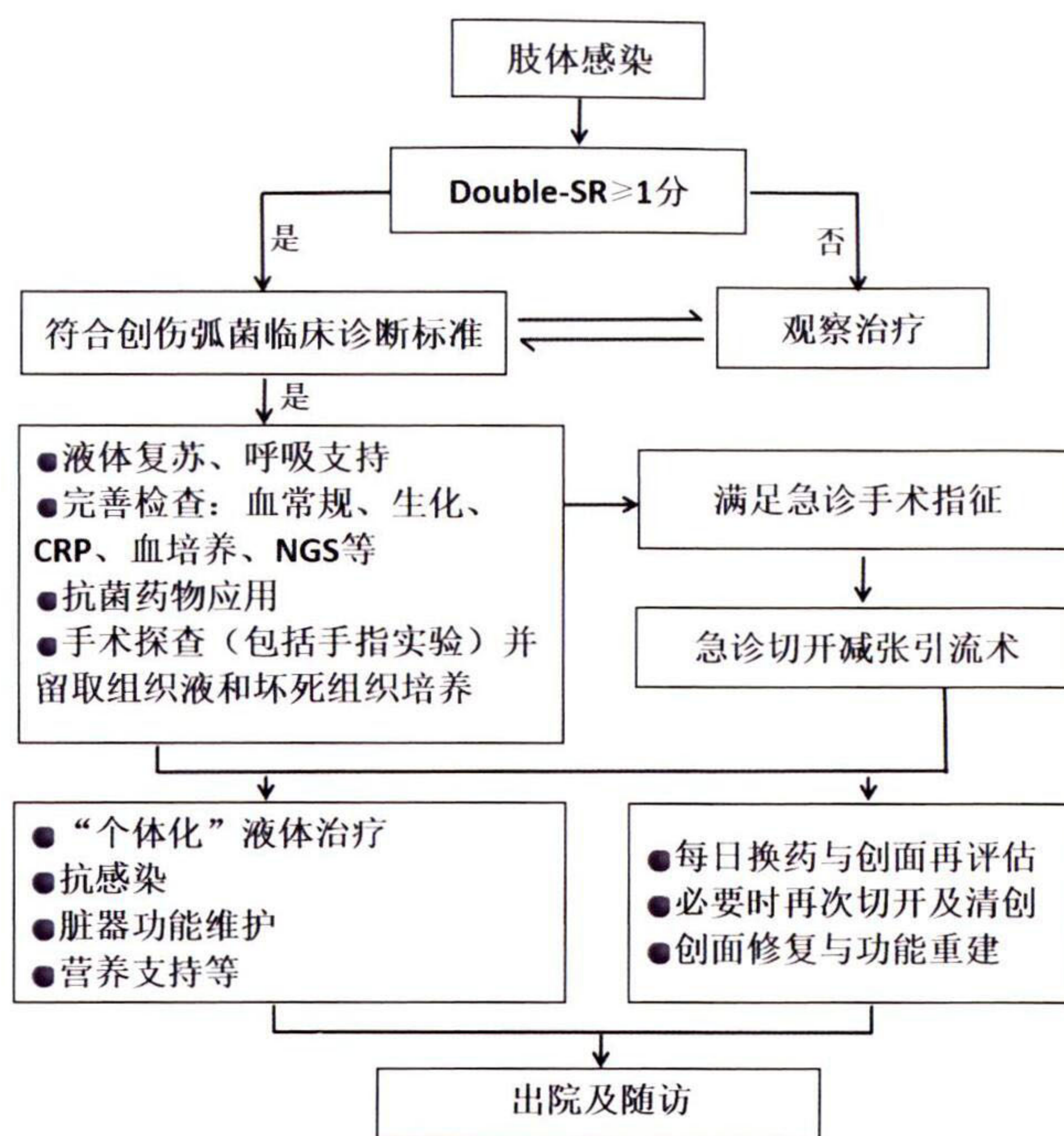


图 3 创伤弧菌脓毒症诊治流程

中“Double-SR”快速筛查评分表（表 3）：包括①易患人群、②快速生命体征评估、③严重的皮肤表现、④快速进展的症状。在以局部皮肤肿胀、红斑、疼痛或伴有发热为表现的首诊患者中出现四项中的任意一项（即 Double-SR 评分 ≥ 1 ）应进一步评估患者意识、呼吸、循环，需将患者分诊至抢救室并启动创伤弧菌脓毒症快速响应小组（Vv-NSTIs RRT）。当出现 qSOFA 评分 ≥ 2 分、器官功能衰竭和血流动力学不稳定均提示疾病严重^[82]，应遵从脓毒症和脓毒性休克相关指南给予补液、血管活性药物维持血压和组织灌注。对于出现意识障碍、呼吸衰竭的患者应予呼吸支持。

推荐意见 4：推荐应用“Double-SR”评分以快速筛查创伤弧菌坏死性软组织感染风险，Double-SR 评分 ≥ 1 分的患者需立即分诊至抢救室救治并启动 Vv-NSTI RRT。（证据等级 II 级，推荐强度 B）

表 3 Double-SR 快速筛查评分表

项目	内容	分值
易患人群 (susceptible person)	高龄 ≥ 60 岁、酗酒、糖尿病、慢性肝病、免疫功能低下使用免疫抑制剂或免疫功能低下使用免疫抑制剂或免疫功能低下	1
快速生命体征评估 (rapid vital sign assessment)	收缩压 $\leq 100\text{ mmHg}$ 或 $\text{SpO}_2 < 93\%$	1
严重的皮肤表现 (severe skin signs)	水泡或血泡增多/融合、大片红斑或瘀斑、皮肤坏死破溃、皮下捻发音、皮肤发黑或呈暗红色	1
快速进展的症状 (rapid progress clinic signs)	快速进展、加重的肿胀、疼痛或皮肤症状等	1

7.2 抗菌药物选择

抗菌药物应用应遵循早期、联合、足量的用药原则，应在临床诊断成立 1 h 内尽快静脉使用敏感抗菌药物治疗^[4]。应在抗菌药物使用前留取血液、局部泡液等标本送培养，标本留取不延迟启动抗菌药物治疗^[83]。创伤弧菌脓毒症抗菌药物选择有不同的推荐意见。美国 CDC 推荐以三代头孢菌素联合四环素类或单独使用氟喹诺酮类药物的方案。2014 年美国传染病学会（IDSA）指南和 2020 年外科感染学会（SIS）指南均建议以头孢噻肟联合四环素类为首选。台湾学者提出以多西环素或米诺环素联合头孢他啶的治疗方案^[84]。研究表明，全球范围内创伤弧菌对多种抗菌药物存在不同程度的耐药性^[85]，且不同海域创伤弧菌的耐药性具有明显差异^[86]。美国南卡罗来纳州的一项研究筛选 151 株沿海创伤弧菌菌株和 10 株临床脓毒症患者创伤弧菌菌株发现，沿海菌株中 45% 对三种以上抗菌药物耐药，临床菌株中 70% 对三种及以上抗菌药物耐药^[87]。本共识推荐首选三代头孢菌素联合喹诺酮类药物，治疗 7~10 d 的方案在临床实践中有较好的效果^[88-89]。不论是美国 CDC，或是 Tang 和 Trinh 等的研究均表明喹诺酮类药物更具疗效^[90-92]。其后可根据药敏调整抗菌药物，根据病情变化亦可延长抗菌药物使用。喹诺酮类抗菌药物会导致肝功能损伤，肝病患者慎用或不用，出现肝功能不全时应调整或停用喹诺酮类抗菌药物。

推荐意见 5：推荐在临床诊断成立 1 h 内静脉使用抗菌药物，遵循早期、联合、足量的原则。首选方案为第三代头孢菌素联合喹诺酮类抗生素，治疗 7~10 d。（证据等级 II 级，推荐强度 A）

7.3 急诊手术

急诊手术是 Vv-NSTIs 治疗的关键，6 h 内的手术干预与患者预后密切相关^[58, 93]。手指实验阳性或满足急诊手术指征的应立即行急诊切开减张术或清创术^[93-94]。在此期间应留取泡液、组织液或坏死组织做病理或培养。手指实验阳性：在可疑区域切开 2 cm 左右深达筋膜的切口，若切口未见明显出血，各层软组织脆弱且阻力小，手指沿组织间隙可轻易将皮肤与筋膜组织分离及渗出恶臭液体。急诊手术指征：①局部症状及体征：张力性水泡或血泡；肿胀伴皮肤瘀斑或皮肤坏死；皮下组织木质硬结（触诊不能分辨筋膜平面和肌肉群）；皮下捻发音。②全身症状体征：严重的中毒症状、脓毒性休克；全身情况进行性恶化难以纠正。③实验室检查：血清肌酸激酶明显升高；LIRNEC 评分 ≥ 6 分。满足①中的任意一项则需立即急诊手术，建议在抢救室 Vv-NSTIs 专病急救病床行急诊床旁手术。除此之外，局部症状及体征不典型但伴有②或③中的任意一项，也应急诊手术。

对于血流动力学不稳定、血小板低、出凝血严重障碍

的重症患者更应及早手术^[5, 62]。研究显示，Vv-NSTIs 合并感染性休克患者早期进行简单切口引流再在 24 h 后行完全清创的缓期策略对比早期积极手术治疗，患者手术时间缩短，升压药剂量减少，病死率减少^[5, 95]。手术要点：在局部麻醉或静脉镇痛下，切开病变肢体皮肤，钝性分离皮下组织，打开筋膜直到肌膜并延伸直至未浸润的组织。所有坏死部位都应该切除，术中根据组织色泽、弹性、出血情况和肌肉收缩性判断组织活性。根据病灶局部情况及术后肢体张力情况采用不同手术方式（图 4、图 5）：①单一大切口：用于肢体病变较为局限，凝血功能良好、张力不十分高的患者；②多个小切口：用于病变范围广、凝血功能差、需要尽量避开出血健康皮肤组织、肢体张力较高的患者。术后以 3% 双氧水、生理盐水、2.5% 碘伏冲洗创面，以 2.5% 碘伏及 10% 磺胺米隆液浸泡后的纱布外敷^[60, 96]，并用含有磺胺嘧啶银乳膏混合莫匹罗星软膏的纱布外敷^[93]，简单外包扎棉垫保护创面，方便更换敷料和及时评估创面。应尽早将患者转入监护室，每 12~24 h 内需对创面重新评估并换药，必要时再次清创，为后续皮肤移植、修复创面及功能重建做准备^[97-98]。对于病情严重者，肢体周围血管严重闭塞，肌肉广泛且迅速坏死，多次清创后感染部位仍快速进展者，需考虑截肢^[99-100]。



图 4 单一大切口



图 5 多个小切口

负压治疗技术（NPWT）或负压封闭引流技术（VSD）能增加局部血流量、较少组织水肿、促进肉芽组织生长，在烧伤、软组织损伤、挤压伤、急性感染创面、糖尿病足等的治疗上有广泛应用。但其本身存在引流管堵塞、创面出血、创面感染、皮肤过敏等并发症^[101-102]。一项回顾性研究显示 NPWT 治疗厌氧菌感染的 NSTIs 清创次数和再入院率增加^[103]。虽然有前瞻性和回顾性研究显示在 NSTIs 中应用负压治疗能促进创面愈合、改善严重程度等优势，但上述研究中患者使用 NPWT 时机是在创口初步清创后厌氧菌培养阴性患者或坏死组织彻底清除且感染灶充分开放的前提下^[104-105]。因此，并不推荐 Vv-NSTIs 早期应用 NPWT。

推荐意见 6：急诊手术是 Vv-NSTIs 治疗的关键，需严格把握急诊手术指征并制订合理的手术方案，尽早手术干预有助于改善患者预后。推荐至重症监护室进行加强治疗，每 12~24 h 评估一次创面，必要时予以多次清创。（证据等

级 I 级, 推荐强度 A)

7.4 器官支持治疗

全面评估患者各器官功能损伤情况, 积极实施无创、有创血流动力学监测(如超声、PiCCO等)容量评估, 实现精细管理液体与复苏。若患者合并急性肺损伤或 ARDS, 应及早予无创正压通气或有创呼吸机辅助治疗。预防性应用护肝、护胃药物并监测患者凝血系统及肝肾功能, 防治 DIC 等。对于具有多脏器功能不全倾向患者可行连续性血液净化(CRRT)治疗^[106], 可通过循环对流和吸附作用清除部分炎症介质, 改善患者预后。

8 多学科联合救治

创伤弧菌坏死性软组织感染的诊治涉及多个学科。以急诊为救治主体的多学科救治模式可较好的保证患者救治的时效性和整体性, 由急诊科、监护室、烧伤或创伤外科、创面修复科、感染科、整形科、护理等组成多学科救治团队(MDT)为创伤弧菌脓毒症提供包括预检分诊、快速诊断、急救、脏器功能支持、手术治疗、创面修复与功能重建、出院判断、院外随访等高效的诊疗流程和标准化的管理体系^[93, 107]。

推荐意见 7: 多学科联合救治模式有助于提高创伤弧菌脓毒症合并坏死性软组织感染患者的救治成功率, 推荐采用以急诊科为主体的多学科联合救治模式。(证据等级 III 级, 推荐强度 B)

9 预防

对于易感人群如酗酒、慢性肝病、糖尿病等患者需纠正生活习惯, 控制基础疾病。避免生食海鲜, 减少海水暴露。职业暴露人群应穿戴防护服。近期接触海水或食用海产品后出现发热、肢体感染等表现应及时就医, 避免延误病情。目前重组蛋白或减毒活疫苗用于预防创伤弧菌感染仅局限于实验动物研究, 并未应用于临床。

执笔人: 陈潇荣 陈隆望 连洁 唐虎

共识专家组:(按姓名汉语拼音为序): 陈晨松(象山县第一人民医院医疗健康集团) 蔡旗旗(台州市第一人民医院) 曹钰(四川大学华西医院) 柴艳芬(天津医科大学总医院) 丁邦晗(广东省中医院) 杜力文(宁波市第二医院) 樊毫军(天津大学卫生应急学院) 方建江(宁波市医疗中心李惠利医院) 郭海雷(温州医科大学附属第一医院) 高艳霞(郑州大学第一附属医院) 何飞(南京鼓楼医院) 贺鹤群(宁波大学附属第一医院) 黄亮(南昌大学第一附属医院) 何小军(中华急诊医学杂志编辑部) 兰超(郑州大学第一附属医院) 吕传柱(四川省医

学科学院·四川省人民医院) 梁欢(西安交通大学第一附属医院) 刘继海(北京协和医院) 李湘民(中南大学湘雅医院) 林志鸿(福建医科大学附属第一医院) 卢中秋(温州医科大学附属第一医院) 毛恩强(上海交通大学医学院附属瑞金医院) 马青变(北京大学第三医院) 马岳峰(浙江大学医学院附属第二医院) 聂时南(东部战区总医院) 司君利(青岛市市立医院集团) 宋振举(复旦大学附属中山医院) 吴斌(温州医科大学附属第一医院) 吴国平(海南医科大学第一附属医院) 吴海鹰(昆明医科大学附属第一医院) 魏捷(武汉大学人民医院) 吴利东(南昌大学第二附属医院) 王振杰(蚌埠医科大学第一附属医院) 徐峰(山东大学齐鲁医院) 邢吉红(吉林大学第一医院) 杨立山(宁夏医科大学总医院) 姚咏明(中国人民解放军总医院第四医学中心) 赵光举(温州医科大学附属第一医院) 朱华栋(北京协和医院) 曾红科(广东省人民医院) 张剑锋(广西医科大学第二附属医院) 周荣斌(解放军总医院第七医学中心) 张新超(北京医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Harris E. CDC issues warning amid *vibrio vulnificus* infections[J]. JAMA, 2023, 330(14): 1318. DOI:10.1001/jama.2023.17816.
- [2] 卢中秋, 邹长林, 李秉熙, 等. 12 例创伤弧菌败血症的流行病学特点[J]. 中华流行病学杂志, 2003, 24(10):900. DOI:10.3760/j.ssn:0254-6480.2003.10.031
- [3] 卢中秋, 李秉熙, 黄唯佳, 等. 创伤弧菌败血症的临床和流行病学特点[J]. 中华预防医学杂志, 2003, 37(5): 378. DOI:10.3760/j.issn:0253-9624.2003.05.041.
- [4] 洪广亮, 卢才教, 赵光举, 等. 创伤弧菌脓毒症诊疗方案(2018)[J]. 中国急救医学, 2018, 38(7): 575-580. DOI:10.3969/j.issn.1002-1949.2018.07.003.
- [5] Hong GL, Dai XQ, Lu CJ, et al. Temporizing surgical management improves outcome in patients with *vibrio* necrotizing fasciitis complicated with septic shock on admission[J]. Burns, 2014, 40(3): 446-454. DOI:10.1016/j.burns.2013.08.012.
- [6] Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta (GA): CDC; 2004. Summary of human *vibrio* isolates reported to CDC, 2004 [Internet][cited 2018 May 21]. Available from: <https://www.cdc.gov/national-surveillance/pdfs/vibrio2004.pdf>.
- [7] Tanveer M, Ntakiyisumba E, Won G. Prevalence and risk factors of seafood-borne *vibrio vulnificus* in Asia: a systematic review with meta-analysis and meta-regression[J]. Front Microbiol, 2024, 15: 1363560.

- DOI:10.3389/fmicb.2024.1363560.
- [8] Lee SH, Chung BH, Lee WC. Retrospective analysis of epidemiological aspects of *vibrio vulnificus* infections in Korea in 2001-2010[J]. Jpn J Infect Dis, 2013, 66(4): 331-333. DOI:10.7883/yoken.66.331.
- [9] Heng SP, Letchumanan V, Deng CY, et al. *Vibrio vulnificus*: an environmental and clinical burden[J]. Front Microbiol, 2017, 8: 997. DOI:10.3389/fmicb.2017.00997.
- [10] Chang CY, Wu KH, Wu PH, et al. In-hospital mortality associated with necrotizing soft tissue infection due to *vibrio vulnificus*: a matched-pair cohort study[J]. World J Emerg Surg, 2022, 17(1): 28. DOI:10.1186/s13017-022-00433-z.
- [11] Huang KC, Weng HH, Yang T, et al. Distribution of fatal *vibrio vulnificus* necrotizing skin and soft-tissue infections: a systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(5): e2627. DOI:10.1097/MD.0000000000002627.
- [12] Shapiro RL, Altekruze S, Hutwagner L, et al. The role of Gulf Coast oysters harvested in warmer months in *vibrio vulnificus* infections in the United States, 1988-1996. Vibrio Working Group[J]. J Infect Dis, 1998, 178(3): 752-759. DOI:10.1086/515367.
- [13] Oishi H, Ura Y, Mitsumizo S, et al. A collective review of *vibrio vulnificus* infection in Japan[J]. Kansenshogaku Zasshi, 2006, 80(6): 680-689. DOI:10.11150/kansenshogakuzasshi1970.80.680.
- [14] Hsueh PR, Lin CY, Tang HJ, et al. *Vibrio vulnificus* in Taiwan[J]. Emerg Infect Dis, 2004, 10(8): 1363-1368. DOI:10.3201/eid1008.040047.
- [15] 代大华, 付豹, 张玮, 等. 内陆山区务农人员创伤弧菌感染报告 1 例 [J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(5): 601-603. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20233600.
- [16] Zhao H, Xu LC, Dong HH, et al. Correlations between clinical features and mortality in patients with *vibrio vulnificus* infection[J]. PLoS One, 2015, 10(8): e0136019. DOI:10.1371/journal.pone.0136019.
- [17] Hernández-Cabanyero C, Sanjuán E, Fouz B, et al. The effect of the environmental temperature on the adaptation to host in the zoonotic pathogen *vibrio vulnificus*[J]. Front Microbiol, 2020, 11: 489. DOI:10.3389/fmicb.2020.00489.
- [18] Baker-Austin C, Oliver JD. *Vibrio vulnificus*: new insights into a deadly opportunistic pathogen[J]. Environ Microbiol, 2018, 20(2): 423-430. DOI:10.1111/1462-2920.13955.
- [19] Wong RMY, Chau LT, Mak MC, et al. Necrotizing fasciitis induced by *vibrio vulnificus* in patients without marine contact in Hong Kong [J]. J Orthop Translat, 2019, 19: 151-154. DOI:10.1016/j.jot.2019.03.004.
- [20] Hu XJ, Que HF. *Vibrio vulnificus* infection from insect bites in Shanghai: a case report[J]. Front Med, 2024, 11: 1419074. DOI:10.3389/fmed.2024.1419074.
- [21] Bross MH, Soch K, Morales R, et al. *Vibrio vulnificus* infection: diagnosis and treatment[J]. Am Fam Physician, 2007, 76(4): 539-544.
- [22] Nazir S, Brown K, Shin AK, et al. *Vibrio vulnificus* infection and liver cirrhosis: a potentially lethal combination[J]. BMJ Case Rep, 2016, 2016: bcr2016214772. DOI:10.1136/bcr-2016-214772.
- [23] Chen SC, Chan KS, Chao WN, et al. Clinical outcomes and prognostic factors for patients with *vibrio vulnificus* infections requiring intensive care: a 10-yr retrospective study[J]. Crit Care Med, 2010, 38(10): 1984-1990. DOI:10.1097/CCM.0b013e3181eeda2c.
- [24] Park SD, Lee JY, Kim HD, et al. Clinical study of *vibrio vulnificus* sepsis[J]. Korean J Dermatol, 2006, 44: 696-707.
- [25] Chuang PY, Yang T, Huang TW, et al. Hepatic disease and the risk of mortality of *vibrio vulnificus* necrotizing skin and soft tissue infections: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2019, 14(10): e0223513. DOI:10.1371/journal.pone.0223513.
- [26] Hollis DG, Weaver RE, Baker CN, et al. Halophilic *vibrio* species isolated from blood cultures[J]. J Clin Microbiol, 1976, 3(4): 425-431. DOI:10.1128/jcm.3.4.425-431.1976.
- [27] Pei JH, Wang HJ, Wu LM, et al. Biochemical characterization of a catalase from *vibrio vulnificus*, a pathogen that causes gastroenteritis[J]. Acta Biochim Pol, 2017, 64(3): 543-549. DOI:10.18388/abp.2017_1530.
- [28] Sheer AJ, Kline KP, Lo MC. From sea to bloodstream: *vibrio vulnificus* sepsis[J]. Am J Med, 2017, 130(10): 1167-1169. DOI:10.1016/j.amjmed.2017.07.001.
- [29] 卢中秋, 洪广亮. 创伤弧菌脓毒症诊治进展 [J]. 临床外科杂志, 2011, 19(3): 159-163. DOI:10.3969/j.issn.1005-6483.2011.03.008.
- [30] Oliver JD. The biology of *vibrio vulnificus*[J]. Microbiol Spectr, 2015, 3(3): 3.3.01. DOI:10.1128/microbiolspec.ve-0001-2014.
- [31] Lydon KA, Kinsey T, Le C, et al. Biochemical and virulence characterization of *vibrio vulnificus* isolates from clinical and environmental sources[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2021, 11: 637019. DOI:10.3389/fcimb.2021.637019.
- [32] Xu XM, Liang SY, Li X, et al. Antibiotic resistance and virulence characteristics of *vibrio vulnificus* isolated from Ningbo, China[J]. Front Microbiol, 2024, 15: 1459466. DOI:10.3389/fmicb.2024.1459466.
- [33] Hubert CL, Michell SL. A universal oyster infection model demonstrates that *vibrio vulnificus* Type 6 secretion systems have antibacterial activity in vivo[J]. Environ Microbiol, 2020, 22(10): 4381-4393. DOI:10.1111/1462-2920.15123.
- [34] Yuan Y, Feng ZH, Wang JL. *Vibrio vulnificus* hemolysin: biological activity, regulation of *vvhA* expression, and role in

- pathogenesis[J]. Front Immunol, 2020, 11: 599439. DOI:10.3389/fimmu.2020.599439.
- [35] Kuo SY, Chou MC, Lee SL, et al. *Vibrio vulnificus* RtxA1 modulated calcium flux contributes reduced internalization in phagocytes[J]. Life Sci, 2015, 132: 55-60. DOI:10.1016/j.lfs.2015.03.027.
- [36] Herrera A, Muroski J, Sengupta R, et al. N-terminal autoprocessing and acetylation of multifunctional-autoprocessing repeats-in-toxins (MARTX) Makes Caterpillars Floppy-like effector is stimulated by adenosine diphosphate (ADP)-Ribosylation Factor 1 in advance of Golgi fragmentation[J]. Cell Microbiol, 2020, 22(2): e13133. DOI:10.1111/cmi.13133.
- [37] Gavin HE, Satchell KJF. RRSP and RID effector domains dominate the virulence impact of *vibrio vulnificus* MARTX toxin[J]. J Infect Dis, 2019, 219(6): 889-897. DOI:10.1093/infdis/jiy590.
- [38] Imdad S, Chaurasia AK, Kim KK. Identification and validation of an antivirulence agent targeting HlyU-regulated virulence in *vibrio vulnificus*[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2018, 8: 152. DOI:10.3389/fcimb.2018.00152.
- [39] Yamazaki K, Kashimoto T, Kado T, et al. Increased vascular permeability due to spread and invasion of *vibrio vulnificus* in the wound infection exacerbates potentially fatal necrotizing disease[J]. Front Microbiol, 2022, 13: 849600. DOI:10.3389/fmicb.2022.849600.
- [40] Jang KK, Lee ZW, Kim B, et al. Identification and characterization of *vibrio vulnificus* plpA encoding a phospholipase A2 essential for pathogenesis[J]. J Biol Chem, 2017, 292(41): 17129-17143. DOI:10.1074/jbc.M117.791657.
- [41] Mayer AMS, Hall ML, Holland M, et al. *Vibrio vulnificus* MO6-24/O lipopolysaccharide stimulates superoxide anion, thromboxane B₂, matrix metalloproteinase-9, cytokine and chemokine release by rat brain microglia in vitro[J]. Mar Drugs, 2014, 12(4): 1732-1756. DOI:10.3390/md12041732.
- [42] Gulig PA, Bourdage KL, Starks AM. Molecular pathogenesis of *vibrio vulnificus*[J]. J Microbiol, 2005, 43: 118-131.
- [43] Pettis GS, Mukerji AS. Structure, function, and regulation of the essential virulence factor capsular polysaccharide of *vibrio vulnificus*[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(9): 3259. DOI:10.3390/ijms21093259.
- [44] Phippen BL, Oliver JD. Role of anaerobiosis in capsule production and biofilm formation in *vibrio vulnificus*[J]. Infect Immun, 2015, 83(2): 551-559. DOI:10.1128/IAI.02559-14.
- [45] Kawano H, Miyamoto K, Yasunobe M, et al. Identification of the heme acquisition system in *vibrio vulnificus* M2799[J]. Microb Pathog, 2018, 117: 100-108. DOI:10.1016/j.micpath.2018.02.022.
- [46] Sun H, Zhu CL, Fu XD, et al. Effects of intestinal microbiota on physiological metabolism and pathogenicity of *vibrio*[J]. Front Microbiol, 2022, 13: 947767. DOI:10.3389/fmicb.2022.947767.
- [47] Kim JA, Lee MA, Jung YC, et al. Repression of VvpM protease expression by quorum sensing and the cAMP-cAMP receptor protein complex in *vibrio vulnificus*[J]. J Bacteriol, 2018, 200(7): e00526-17. DOI:10.1128/JB.00526-17.
- [48] Yamazaki K, Kashimoto T, Kado T, et al. Chemotactic invasion in deep soft tissue by *vibrio vulnificus* is essential for the progression of necrotic lesions[J]. Virulence, 2020, 11(1): 840-848. DOI:10.1080/21505594.2020.1782707.
- [49] Humphrey J, Richey L. A case series of *vibrio vulnificus* infections in New Orleans, Louisiana[J]. J La State Med Soc, 2012, 164(4): 197-201, 203-204.
- [50] Feng ZH, Li SQ, Zhang JX, et al. Analysis of gene expression profiles, cytokines, and bacterial loads relevant to alcoholic liver disease mice infected with *V. vulnificus*[J]. Front Immunol, 2021, 12: 695491. DOI:10.3389/fimmu.2021.695491.
- [51] 李世青. 创伤弧菌感染引发 NLRP3 炎性小体的激活在宿主防御中的作用和机制研究 [D]. 北京: 军事科学院, 2024. DOI:10.27193/d.cnki.gjsky.2024.000010.
- [52] Chen YX, Satoh T, Tokunaga O. *Vibrio vulnificus* infection in patients with liver disease: report of five autopsy cases[J]. Virchows Arch, 2002, 441(1): 88-92. DOI:10.1007/s00428-002-0613-1.
- [53] Majere RA, Cortina S. Necrotizing wound infection from a *Tilapia* fish injury[J]. CMAJ, 2017, 189(14): E539-E541. DOI:10.1503/cmaj.160663.
- [54] 卢中秋, 卢才教, 洪广亮, 等. 34 例创伤弧菌脓毒症患者的流行病学特点及临床诊治 [J]. 中华急诊医学杂志, 2009, 18(7): 732-736. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2009.07.017.
- [55] Sarani B, Strong M, Pascual J, et al. Necrotizing fasciitis: current concepts and review of the literature[J]. J Am Coll Surg, 2009, 208(2): 279-288. DOI:10.1016/j.jamcollsurg.2008.10.032.
- [56] Goh T, Goh LG, Ang CH, et al. Early diagnosis of necrotizing fasciitis[J]. Br J Surg, 2014, 101(1): e119-25. DOI:10.1002/bjs.9371.
- [57] McHenry CR, Piotrowski JJ, Petrinic D, et al. Determinants of mortality for necrotizing soft-tissue infections[J]. Ann Surg, 1995, 221(5): 558-563;discussion 563-565. DOI:10.1097/00000658-199505000-00013.
- [58] Stevens DL, Bryant AE, Goldstein EJ. Necrotizing soft tissue infections[J]. Infect Dis Clin North Am, 2021, 35(1): 135-155. DOI:10.1016/j.idc.2020.10.004.
- [59] Penland RL, Boniuk M, Wilhelmus KR. *Vibrio* ocular infections on the U.S. gulf coast[J]. Cornea, 2000, 19(1): 26-29. DOI:10.1097/00003226-200001000-00006.
- [60] 卢中秋, 卢才教, 程俊彦, 等. 弧菌感染性脓毒症的早期外

- 科治疗[J]. 中华创伤杂志, 2005, 21(3): 229-230. DOI:10.3760/j.issn:1001-8050.2005.03.030.
- [61] Wong CH, Khin LW, Heng KS, et al. The LRINEC (laboratory risk indicator for necrotizing fasciitis) score: a tool for distinguishing necrotizing fasciitis from other soft tissue infections[J]. Crit Care Med, 2004, 32(7): 1535-1541. DOI:10.1097/01.ccm.0000129486.35458.7d.
- [62] Hong G L, Lu C J, Lu Z Q, et al. Surgical treatment of 19 cases with vibrio necrotising fasciitis [J]. Burns, 2012, 38(2): 290-5.doi:10.1016/j.burns.2011.04.013.
- [63] Chang CP, Hsiao CT. Unreliable diagnostic accuracy of laboratory risk indicator for necrotizing fasciitis (LRINEC) score but good outcome predictor in necrotizing fasciitis due to *vibrio vulnificus*: a retrospective and matched-pair study[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(27): e34207. DOI:10.1097/MD.00000000000034207.
- [64] 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. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.05.018.
- [65] Kuo SH, Tsai CF, Li CR, et al. Rapid Emergency Medicine Score as a main predictor of mortality in *vibrio vulnificus*-related patients[J]. Am J Emerg Med, 2013, 31(7): 1037-1041. DOI:10.1016/j.ajem.2013.03.030.
- [66] Elnahla A, Attia AS, Toraih E, et al. Prognostic factors of mortality in *vibrio vulnificus* sepsis and soft tissue infections: meta-analysis[J]. Surg Infect (Larchmt), 2021, 22(9): 928-939. DOI:10.1089/sur.2020.243.
- [67] Zhang LY, Zheng WJ, Li K, et al. Risk model for predicting mortality in patients with necrotizing soft tissue infections in the intensive care unit[J]. Burns, 2024, 50(3): 578-584. DOI:10.1016/j.burns.2023.11.008.
- [68] Nawijn F, Hietbrink F, van Dijk MR. Getting it right the first time: frozen sections for diagnosing necrotizing soft tissue infections[J]. World J Surg, 2021, 45(1): 148-159. DOI:10.1007/s00268-020-05786-7.
- [69] Solomon IH, Borscheid R, Laga AC, et al. Frozen sections are unreliable for the diagnosis of necrotizing soft tissue infections[J]. Mod Pathol, 2018, 31(4): 546-552. DOI:10.1038/modpathol.2017.173.
- [70] Bellapianta JM, Ljungquist K, Tobin E, et al. Necrotizing fasciitis[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2009, 17(3): 174-182. DOI:10.5435/00124635-200903000-00006.
- [71] Ali SZ, Srinivasan S, Peh WG. MRI in necrotizing fasciitis of the extremities[J]. Br J Radiol, 2014, 87(1033): 20130560. DOI:10.1259/bjr.20130560.
- [72] Froelich BA, Weiss MJ, Noble RT. The evaluation of four recent culture-based methods for the isolation and enumeration of *vibrio vulnificus* bacteria from oyster meat[J]. J Microbiol Methods, 2014, 97: 1-5. DOI:10.1016/j.mimet.2013.12.004.
- [73] 卢中秋, 李海啸, 洪广亮, 等. 用于创伤弧菌临床检测的前增菌液体培养基及应用, CN105087749A [P/OL]. <https://d.wanfangdata.com.cn/patent/ChJQYXRlbhROZXdTmJyMzA5MDESEENOMjAxNTEwNDkwMTUyLjkaCDRidGZnaW95>.
- [74] 陈肖, 卢中秋. 创伤弧菌病原学快速检测技术的研究[J]. 医学研究杂志, 2013, 42(5): 195-197. DOI:10.3969/j.issn.1673-548X.2013.05.058.
- [75] Bonny SQ, Hossain MAM, Uddin SMK, et al. Current trends in polymerase chain reaction based detection of three major human pathogenic vibrios[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2022, 62(5): 1317-1335. DOI:10.1080/10408398.2020.1841728.
- [76] D'Souza C, Kumar BK, Kapinakadu S, et al. PCR-based evidence showing the presence of *vibrio vulnificus* in wound infection cases in Mangaluru, India[J]. Int J Infect Dis, 2018, 68: 74-76. DOI:10.1016/j.ijid.2018.01.018.
- [77] Yin JF, Wang MY, Chen YJ, et al. Direct detection of *vibrio vulnificus*, *vibrio parahaemolyticus*, and *vibrio alginolyticus* from clinical and environmental samples by a multiplex touchdown polymerase chain reaction assay[J]. Surg Infect (Larchmt), 2018, 19(1): 48-53. DOI:10.1089/sur.2017.203.
- [78] Li XH, Wang CZ, Guo ZW, et al. Enhancing *vibrio vulnificus* infection diagnosis for negative culture patients with metagenomic next-generation sequencing[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2023, 13: 1210919. DOI:10.3389/fcimb.2023.1210919.
- [79] Wang QQ, Miao Q, Pan J, et al. The clinical value of metagenomic next-generation sequencing in the microbiological diagnosis of skin and soft tissue infections[J]. Int J Infect Dis, 2020, 100: 414-420. DOI:10.1016/j.ijid.2020.09.007.
- [80] Jones JL, Lydon KA, Walton WC. Effect of ploidy on *vibrio parahaemolyticus* and *vibrio vulnificus* levels in cultured oysters[J]. J Food Prot, 2020, 83(11): 2014-2017. DOI:10.4315/JFP-20-202.
- [81] 骆月琴, 王柏磊, 周石连, 等. 急诊创伤弧菌脓毒症的误诊分析及防范[J]. 中华急诊医学杂志, 2011, 20(12): 1334-1335. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2011.12.029.
- [82] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. JAMA, 2016, 315(8): 801-810. DOI:10.1001/jama.2016.0287.
- [83] Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016[J]. Intensive Care Med, 2017, 43(3): 304-377. DOI:10.1007/s00134-017-4683-6.

- [84] Lee YC, Hor LI, Chiu HY, et al. Prognostic factor of mortality and its clinical implications in patients with necrotizing fasciitis caused by *vibrio vulnificus*[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2014, 33(6): 1011-1018. DOI:10.1007/s10096-013-2039-x.
- [85] Elmahdi S, DaSilva LV, Parveen S. Antibiotic resistance of *vibrio parahaemolyticus* and *vibrio vulnificus* in various countries: a review[J]. Food Microbiol, 2016, 57: 128-134. DOI:10.1016/j.fm.2016.02.008.
- [86] Serratore P, Zavatta E, Fiocchi E, et al. Preliminary study on the antimicrobial susceptibility pattern related to the genotype of *vibrio vulnificus* strains isolated in the north-western Adriatic Sea coastal area[J]. Ital J Food Saf, 2017, 6(4): 6843. DOI:10.4081/ijfs.2017.6843.
- [87] Baker-Austin C, McArthur JV, Lindell AH, et al. Multi-site analysis reveals widespread antibiotic resistance in the marine pathogen *vibrio vulnificus*[J]. Microb Ecol, 2009, 57(1): 151-159. DOI:10.1007/s00248-008-9413-8.
- [88] 卢中秋, 张秀华, 周铁丽, 等. 联合应用抗菌药物治疗创伤弧菌感染的实验研究 [J]. 中华传染病杂志, 2003, 21(5): 312-315. DOI:10.3760/j.issn:1000-6680.2003.05.002.
- [89] 李景荣, 卢中秋, 赵初环, 等. 抗菌药物联合乌司他丁治疗致病性弧菌感染性脓毒血症 [J]. 中国危重病急救医学, 2004, 16(6): 373-374. DOI:10.3760/j.issn:1003-0603.2004.06.018
- [90] Wong KC, Brown AM, Luscombe GM, et al. Antibiotic use for *vibrio infections*: important insights from surveillance data[J]. BMC Infect Dis, 2015, 15: 226. DOI:10.1186/s12879-015-0959-z.
- [91] Tang HJ, Chang MC, Ko WC, et al. *In vitro* and *in vivo* activities of newer fluoroquinolones against *vibrio vulnificus*[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2002, 46(11): 3580-3584. DOI:10.1128/AAC.46.11.3580-3584.2002.
- [92] Trinh SA, Gavin HE, Satchell KJF. Efficacy of ceftriaxone, cefepime, doxycycline, ciprofloxacin, and combination therapy for *vibrio vulnificus* foodborne septicemia[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2017, 61(12): e01106-17. DOI:10.1128/AAC.01106-17.
- [93] Gelbard RB, Ferrada P, Dante Yeh D, et al. Optimal timing of initial debridement for necrotizing soft tissue infection: a Practice Management Guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2018, 85(1): 208-214. DOI:10.1097/TA.0000000000001857.
- [94] 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国医师协会急救复苏和灾难医学专业委员会, 等. 坏死性软组织感染临床诊治急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(11): 1465-1475. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.11.007.
- [95] Chao WN, Tsai CF, Chang HR, et al. Impact of timing of surgery on outcome of *vibrio vulnificus*-related necrotizing fasciitis[J]. Am J Surg, 2013, 206(1): 32-39. DOI:10.1016/j.amjsurg.2012.08.008.
- [96] 吴莉莉, 邱俏檬, 金小慧, 等. 创伤弧菌脓毒症患者的抢救与护理 [J]. 中华急诊医学杂志, 2004, 13(11): 787. DOI:10.3760/j.issn:1671-0282.2004.11.027.
- [97] Sartelli M, Coccolini F, Kluger Y, et al. WSES/GAIS/WSIS/SIS-E/AAST global clinical pathways for patients with skin and soft tissue infections[J]. World J Emerg Surg, 2022, 17(1): 3. DOI:10.1186/s13017-022-00406-2.
- [98] 陈泽群, 褚万立, 申传安, 等. 坏死性软组织感染的临床特征及应用综合序贯诊疗策略的临床效果 [J/OL]. 中华损伤与修复杂志 (电子版), 2022, 17(4): 300-307. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2022.04.004.
- [99] Choueka J, De Tolla JE. Necrotizing infections of the hand and wrist: diagnosis and treatment options[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2020, 28(2): e55-e63. DOI:10.5435/JAAOS-D-17-00716.
- [100] Anaya DA, McMahon K, Nathens AB, et al. Predictors of mortality and limb loss in necrotizing soft tissue infections[J]. Arch Surg, 2005, 140(2): 151-157;discussion158. DOI:10.1001/archsurg.140.2.151.
- [101] 陈波, 贲道锋, 夏照帆. 负压创面治疗技术的研究应用进展 [J/OL]. 中华损伤与修复杂志 (电子版), 2014, 9(2): 198-202. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2014.02.020.
- [102] Liu ZM, Dumville JC, Hinchliffe RJ, et al. Negative pressure wound therapy for treating foot wounds in people with diabetes mellitus[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 10(10): CD010318. DOI:10.1002/14651858.CD010318.pub3.
- [103] Afzal H, Dawson E, Fonseca R, et al. Does negative pressure wound therapy impact the outcome for patients with necrotizing soft tissue infection infected with anaerobic bacteria?[J]. Surg Infect (Larchmt), 2024, 25(3): 179-184. DOI:10.1089/sur.2023.300.
- [104] Tanwar S, Paruthy SB, Singh A, et al. Evaluation of negative pressure wound therapy in the management of fournier's gangrene[J]. Cureus, 2023, 15(11): e48300. DOI:10.7759/cureus.48300.
- [105] Duan HJ, He YQ, Zhang HB, et al. Vacuum sealing drainage with instillation in the treatment of necrotising soft-tissue infection: a retrospective analysis[J]. J Wound Care, 2020, 29(9): 510-517. DOI:10.12968/jowc.2020.29.9.510.
- [106] Akoh CC, Singh G, Lederhandler M, et al. Purpura fulminans induced by *vibrio vulnificus*[J]. Cutis, 2021, 108(5): E7-E8. DOI:10.12788/cutis.0395.
- [107] Gatti M, Gasparini LE, Laratta M, et al. Intensive multidisciplinary management in critical care patients affected by severe necrotizing soft tissue infections: a cooperative method to improve the efficacy of treatment[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2019, 38(6): 1153-1162. DOI:10.1007/s10096-019-03521-2.

(收稿日期: 2025-01-14)

(本文编辑: 何小军)