

DOI:10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20221685

· 综述 ·

心力衰竭患者左心室辅助装置传动系统感染的研究进展

王雪皎¹, 朱懿珍², 谢霞³, 张玉霞¹, 樊晓辉¹, 刘雨安⁴, 李乐之¹

(1. 中南大学湘雅护理学院, 湖南长沙 410013; 2. 杭州儿童口腔医院护理部, 浙江杭州 310051; 3. 中南大学湘雅二医院心血管外科监护室, 湖南长沙 410011; 4. 湖南中医药大学护理学院, 湖南长沙 410036)

[摘要] 左心室辅助现已成为终末期心力衰竭患者的主要外科治疗策略, 在提高心力衰竭患者存活率的同时, 常导致一些严重的并发症。心室辅助装置特异性感染, 特别是传动系统感染, 是心室辅助患者术后常见并发症。生物膜的形成和迁移促进感染向泵腔和血流等更深层次组织的扩散, 为后续治疗增加难度, 甚至会危及患者生命安全。本文从心室辅助装置传动系统感染的流行病学特征、致病机制、诊断, 以及预防和治疗方面的现状进行综述。

[关键词] 左心室辅助装置; 心力衰竭; 传动系统感染; 医院感染

[中图分类号] R541 R63

Research progress on left ventricular assist device driveline infection in patients with heart failure

WANG Xue-jiao¹, ZHU Yi-zhen², XIE Xia³, ZHANG Yu-xia¹, FAN Xiao-hui¹, LIU Yu-an⁴, LI Le-zhi¹ (1. Xiangya Nursing School, Central South University, Changsha 410013, China; 2. Nursing Department, Hangzhou Children's Stomatology Hospital, Hangzhou 310051, China; 3. Intensive Care Unit of Cardiovascular Surgery, The Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410011, China; 4. School of Nursing, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410036, China)

[Abstract] Left ventricular assist is now the main surgical treatment strategy for patients with end-stage heart failure, while it improves survival in heart failure patients, it often leads to a number of serious complications. Ventricular assist device-specific infection, particularly driveline infection, is a common post-operative complication in ventricular assist patients. Biofilm formation and migration promote the infection spread to deeper tissues such as the pump cavity and blood stream, making subsequent treatment more difficult and even endangering the patient's life. This article reviews the current status of left ventricular assist device driveline infection in terms of epidemiological characteristics, pathogenic mechanisms, diagnosis, as well as prevention and treatment.

[Key words] left ventricular assist device; heart failure; driveline infection; healthcare-associated infection

心力衰竭(heart failure, HF)的发病率和患病率在全世界范围内逐渐增长, 对于终末期 HF 患者, 左心室辅助装置(left ventricular assist device, LVAD)已经超过心脏移植, 成为主要的外科治疗方法^[1]。LVAD 是一种电动植入式旋转式血泵, 通过驱动左心室血液流入主动脉, 部分或完全替代心脏泵血功能, 从而维持血液循环。胸外科医生学会在 2020 年度国际机械辅助循环协会(Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support, INTERMACS)报告中指出:2010—2019 年接受 LVAD 植入的患者达 25 551 例, 且还在不断增长^[2]。左心室辅助装置越来越多地被用作移植、短期过渡或晚期

[收稿日期] 2021-07-20

[基金项目] 护理学湖南省重点实验室(2017TP1004); 重症监护室特异性压力性损伤风险评估量表(RAPS-ICU)的汉化及实证研究(2021zzts1019)

[作者简介] 王雪皎(1995-), 女(汉族), 陕西省渭南市人, 护士, 主要从事急危重症护理研究。

[通信作者] 李乐之 E-mail:1181770407@qq.com

HF 的终末替代治疗^[3]。自 20 世纪 60 年代以来,心室辅助装置(ventricular assist device,VAD)已从第一代气动驱动设计、第二代轴向旋转泵发展到第三代水力或磁悬浮离心血泵^[4]。由于设备技术和治疗策略的持续改进,LVAD 提高了患者的存活率和生活质量。但术后患者的感染率和再入院率随着时间在逐步提高^[2-3],感染仍然是 LVAD 患者的主要不良事件,也是导致危重结局的主要并发症,以及再入院率和病死率升高的主要相关因素。本文总结目前文献中有关 LVAD 患者传动系统感染的流行病学特征、致病机制、诊断,以及预防和治疗方法。

1 传动系统感染的相关概念及其流行病学特征

1.1 相关概念 VAD 感染是机械循环支持(mechanical circulatory support,MCS)患者最常见的不良事件,感染率高达 60%^[5]。国际心肺移植学会(The International Society for Heart and Lung Transplantation,ISHLT)将感染主要分为三类:VAD 特异性感染、VAD 相关感染和非 VAD 感染^[3]。VAD 特异性感染是指特定于 VAD 患者,且与设备直接相关的感染,包括传动系、传动系隧道、泵袋、泵,以及流入或流出套管的感染^[6]。传动系统感染(driveline infection,DLI)是 VAD 特异性感染最常见的类型,通常累及传动系统出口(driveline exit site,DLEs)周围软组织的感染,并伴有红斑、发热和脓性分泌物,可细分为表浅层 DLI 和深层 DLI。表浅层 DLI 仅累及筋膜和肌层外的软组织,而深层 DLI 则累及筋膜和肌层下的组织,通常会导致较高的发病率和病死率^[5,7],并增加患者、照顾者的经济负担^[8]。

1.2 流行病学特征 DLI 占 VAD 特异性感染中的 82.9%左右^[7]。多所大规模的多中心 MCS 注册中心称,每年 DLI 发病率为 9%~11.2%^[2,9]。Stulak 等^[10]比较多个机构的 LVAD 不良事件发现,与时间相关的累积风险在 1、3、5 年内分别为 7%、20%、25%。此外,与其他不良事件在术后 90 d 发生风险最高相比,DLI 的发生风险则是时间越久,发生率越高^[2]。因此,DLI 属于迟发性感染,需特别关注,进行早期评估预防和及时治疗。

根据我国 HF 流行病学调查最新结果显示,35 岁以上的居民中,估计现有 HF 患者约 890 万,加之心脏移植在许多医院很难开展,因此,对于中国患者,LVAD 是一个好的选择^[11]。但 VAD 临床应用在国内外很少报道,可能由于设备的成本较高,医疗和

护理资源的短缺和不平衡等^[4]因素,有关我国 DLI 流行病学特征的统计数据较少。

2 传动系统感染的致病机制

2.1 病理生理学 微生物生物膜的形成是传动系统感染的主要致病因素^[12]。VAD 特异性感染可能涉及设备的任何部件,多个部位共存感染是常见的,经皮传动系统很容易在出口部位感染,特别是由于传动系统的牵引损伤而皮肤失去完整性时更为严重。整个装置,尤其是传动系,很容易因器官感染而形成生物膜^[12]。生物膜是不可逆地附着在表面的微生物群落具有保护性的细胞外基质和变化着的微生物代谢,导致对抗菌药物和宿主免疫攻击产生抵抗^[13]。研究^[14]发现,传动系膜中存在微间隙,且传动系中生物膜的迁移是由生物膜膨胀和分散播种机制驱动的,从而对抗菌药物和宿主免疫攻击力产生抵抗力。因此,若不取下装置,感染几乎不可能完全根除。

2.2 微生物学 VAD 感染病原菌主要是革兰阳性菌,特别是金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌,几乎占 DLI 的一半,最常见的革兰阴性菌是铜绿假单胞菌,约占 DLI 的四分之一^[7]。金黄色葡萄球菌经常发生在 VAD 植入后数月,主要影响动力传动系^[15]。对亚洲人群进行队列研究^[16]发现,LVAD 感染的微生物与对西方人群的研究^[6-7,15]基本一致,以葡萄球菌属细菌为主,金黄色葡萄球菌和凝固酶阴性葡萄球菌分别占 LVAD 感染的 31%、33%,最常见的是凝固酶阴性葡萄球菌,但革兰阴性菌较少见,约占 6%。

2.3 危险因素 VAD 特异性感染的危险因素很多研究都已报道,被广泛接受的因素包括设备支持的期限,传动系剪切牵引或扭转损伤而造成的出口部位反复创伤,患者较高的身体质量指数、较小的年龄、抑郁史、肾功能不全^[17-19],其他不确定的危险因素包括糖尿病、维生素 D 缺乏和低白蛋白症等^[20]。以上危险因素均可能会增加 LVAD 特异性感染的风险、患者的病死率和再入院率。

目前,我国关于 VAD 特异性感染的病理生理学以及致病机制的研究相对较少,尚需要研究人员进行大样本的研究,以填补目前研究的空白。

3 感染的诊断方法

3.1 临床诊断 DLI 的典型临床症状包括出口处脓性引流、周围组织变色/硬化和过度红斑、局部组

织疼痛,以及脓肿形成^[21]。根据临床表现和疾病严重程度,Sharp Memorial 组织将 DLI 分为 5 个阶段,包括局部愈合障碍(阶段 1)、局部感染(阶段 2)、系统感染(阶段 3)、高度严重的系统感染(阶段 4)和进行性全身感染合并深层 DLI 或上行性感染(阶段 5)^[22]。2020 年传动系统分期和护理研究专家小组对此分期进行了改进,在第一阶段之前加入了无症状阶段 0,并将阶段 0、1 和 2 分别细分为两个子阶段 a、b,以便及早识别 DLI^[23]。

3.2 射线检测诊断 18F-FDG PET/CT 可作为早期检测 LVAD 感染和监测抗菌药物治疗反应的重要无创性检查手段^[24],但目前此技术对于 LVAD 感染的评估是主观的。Friedman 等^[25]对 PET/CT 数据进行定性和半定量分析,结果发现所有病例在 18F-FDG PET/CT 上均被正确识别,无假阳性和假阴性病例,灵敏度和特异度均为 100%,故认为 18F-FDG PET/CT 是评价 LVAD 感染和定位的有效辅助工具,对临床治疗具有重要意义。研究^[26]回顾 5 例接受 Ga-SPECT-CT 检查的 LVAD 患者的图表和图像发现,Ga-SPECT-CT 是诊断 LVAD 感染及感染范围的一种有用的无创性工具,这种成像方式可以更早地发现 LVAD 特异性感染,便于医护人员迅速启动适当的管理措施,从而改善患者的临床结局,但目前尚不清楚 Ga-SPECT-CT 在诊断 LVAD 感染方面是否优于其他核成像手段。且有研究^[27]显示,Ga-SPECT-CT 检测传动系感染的灵敏度不高,不能作为 DLI 的筛查工具。因此,Ga-SPECT-CT 是否能成为诊断 DLI 的有效工具,还需后续的研究验证。

3.3 微生物学诊断 在临床中,有疑似感染的情况下,采取微生物拭子进行培养是最直接获取病原体的方法,但分离和鉴定传动系统以外的病原体仍然是一个挑战^[7]。传统的微生物培养无法辨别 LVAD 设备的细菌定植和皮肤菌群的微生物感染,确定靶向治疗通常是复杂的。荧光原位杂交(fluorescence in situ hybridization,FISH)是一种可有效实现定位和鉴定生长在不同表面的细菌和真菌的可视化技术。FISH 结合 16S rRNA 基因聚合酶链反应(polymerase chain reaction,PCR)和测序,可以检测到不同的病原体。传统微生物学检测不到的生物膜,FISH/PCR 的优势——绘图和可视化,可能成为诊断 LVAD 特异性感染和抗感染治疗策略个体化的有价值的工具,为未来的治疗决策提供支持^[28]。

Hannan 等^[29]认为可以通过一系列循序渐进的非侵入性检查措施和微生物学方法确定 VAD 特异

性感染,但手术探查和泵交换仍然是确定诊断和明确治疗方法非常必要的手段。

4 预防

对于感染,最重要且关键的是预防。术后积极预防感染,可以降低感染的发生率,增加患者 24 个月的存活率^[30]。2019 年发表的一篇专家共识^[31]中提到,如果时间和临床情况允许,建议在植入 MCS 装置前取出或更换所有中心静脉导管、肺静脉导管和导尿管;并进行牙科评估和治疗;建议对患者鼻部和腹股沟进行耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)筛查,如果阳性,在植入前局部使用抗菌药物治疗。除此之外,在植入 MCS 装置后,立即稳定传动系统,并且建议术后 24 h 内即换药,并在患者出院前,与家属一起接受有关 DLI 预防的健康教育,出院后,患者及其照顾者应坚持正确的无菌观念以预防 DLI。

为有效预防 DLI,研究人员创建了新的方法——三通道法,即将传导线延长,减轻张力以预防 DLI,结果显示可能有助于预防 DLI,但由于只追踪了 6 个月,所以研究人员建议后期继续跟踪随访^[32],且无其他相关实验验证此种方法是否可行,故需要进一步的研究。

护士在预防患者的感染、传动系统的住院管理、患者和护理人员的教育,以及持续的教学/监测方面发挥着关键作用^[33]。目前预防措施几乎都是从医疗技术层面出发,关于后期护理的相关研究略显不足。2019 年,德国和奥地利的 VAD 协调员与具有丰富的治疗 MCS 系统患者经验的心脏外科医生联合制定了 VAD 患者的标准护理程序,以预防 DLI。具体包括:①预防感染。关闭门窗,移除手部饰物,洗手并进行消毒。②患者及护理人员的安全。要求护理人员穿戴工作服、口罩、工作帽和非无菌一次性手套;患者和房间内的其他人也应戴口罩和帽子。③保持敷料无菌。按照无菌原则打开敷料包装和所需器械。④移除旧的伤口敷料。建议使用非无菌一次性手套,在不影响 DLEs 的前提下,小心地去除旧的伤口敷料,评估并记录伤口状态(如红斑、分泌物)。⑤进一步无菌操作。脱下非无菌手套,消毒手并按照无菌原则戴无菌手套。⑥伤口消毒。使用至少 3 块消毒剂润湿的纱布敷料(或者至少用 3 支拭子和镊子)进行大范围的伤口清洁;呈星形消毒,且远离穿刺部位。⑦清洁传动系统。至少使用 3 块消毒剂润湿的纱布敷料,彻底清洁传动系统;消毒应远

离穿刺部位(每次纱布仅使用一次)。^⑧覆盖 DLEs。在 DLEs 周围应用引流纱布,同时使用额外的纱布进行填充和伤口引流,保证外部传动系统路线无任何张力。^⑨覆盖伤口敷料。应用黏性伤口敷料,以确保伤口覆盖牢固;根据需要使用其他膏药;固定无张力的外部传动系统路线。^⑩固定传动系统。将匹配的安装/固定板应用于外部传动系统路线(离 DLEs 最近的位置,但不要覆盖伤口敷料),避免对传动系统进行大量操作^[23]。

5 治疗

ISHLT 就 MCS 感染预防和管理策略发表共识^[9],针对不同的传动系统感染给出了不同的建议及意见。^①表浅层 DLI:建议药物治疗。使用静脉或口服抗菌药物治疗至少 2 周,或直到感染消退,且加强对患者和护理人员关于传动系统固定技术的相关知识教育。^②深层 DLI:建议使用药物或手术治疗。静脉使用抗菌药物,直到状态稳定和感染好转(通常为 6~8 周),然后进行长期口服抗菌药物抑制治疗,具体期限由医生决定。严重的情况下,需进行无或有创伤性真空辅助闭合的外科清创。^③不确定深度的 DLI:根据临床情况,可能需要深层 DLI 治疗。此外,研究^[34-37]表明,机械动力便携式负压创伤治疗系统、可吸收硫酸钙抗生素微珠、次氯酸盐与冷大气等离子体结合治疗,局部应用噬菌体等新式的治疗方案也对 DLI 有一定的辅助疗效。但由于样本量太小,还不足以成为治疗 DLI 的有力证据,未来还需要研究人员进行大样本的验证,提出 DLI 相关治疗的国际标准。

6 小结

LVAD 提高终末期 HF 患者的生存率及生活质量,与此同时,也给患者带来了一些并发症,感染就是其中之一,其中 DLI 是最常见的 VAD 特异性感染。目前,国际上普遍认为微生物生物膜的迁移导致了 DLI 的形成,其中最常见的病原体微生物是金黄色葡萄球菌。临床上,对于 DLI 的诊断方法很多,但大多都需要继续进行大样本的验证。一般情况下,采用抗菌药物和手术干预治疗 VAD 感染患者。由于还未确定围手术期后 DLI 预防、早期治疗的国际标准,因此许多医院仍然使用自行的治疗方案处理 DLI。此外,在 2020 年 INTERMACS 报告

中提到,护理疏忽是该患者群体死亡的主要原因,此发现值得进一步的科学调查和澄清^[2]。未来还需要更多的干预性研究探究 DLI 的预防与治疗,研究人员还需要提供更多专科性的意见及建议。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

[1] Mancini D, Colombo PC. Left ventricular assist devices: a rapidly evolving alternative to transplant[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(23): 2542-2555.

[2] Molina EJ, Shah P, Kiernan MS, et al. The Society of Thoracic Surgeons Intermacs 2020 Annual Report[J]. Ann Thorac Surg, 2021, 111(3): 778-792.

[3] Schlöglhofer T, Michalovics P, Riebandt J, et al. Left ventricular assist device driveline infections in three contemporary devices[J]. Artif Organs, 2021, 45(5): 464-472.

[4] Wu Y, Zhu LF, Luo Y. Development and current clinical application of ventricular assist devices in China[J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2017, 18(11): 934-945.

[5] Hannan MM, Xie RB, Cowger J, et al. Epidemiology of infection in mechanical circulatory support: a global analysis from the ISHLT mechanically assisted circulatory support registry [J]. J Heart Lung Transplant, 2019, 38(4): 364-373.

[6] Aslam S. Ventricular assist device infections[J]. Cardiol Clin, 2018, 36(4): 507-517.

[7] Qu Y, Peleg AY, McGiffin D. Ventricular assist device-specific infections[J]. J Clin Med, 2021, 10(3): 453.

[8] Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, et al. Seventh INTERMACS annual report: 15,000 patients and counting [J]. J Heart Lung Transplant, 2015, 34(12): 1495-1504.

[9] Kusne S, Mooney M, Danziger-Isakov L, et al. An ISHLT consensus document for prevention and management strategies for mechanical circulatory support infection[J]. J Heart Lung Transplant, 2017, 36(10): 1137-1153.

[10] Stulak JM, Davis ME, Haglund N, et al. Adverse events in contemporary continuous-flow left ventricular assist devices: a multi-institutional comparison shows significant differences [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2016, 151(1): 177-189.

[11] 国家心血管病医疗质量控制中心专家委员会心力衰竭专家工作组. 2020 中国心力衰竭医疗质量控制报告[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(3): 221-238.

Working Group on Heart Failure National Center for Cardiovascular Quality Improvement (NCCQI). 2020 clinical performance and quality measures for heart failure in China[J]. Chinese Circulation Journal, 2021, 36(3): 221-238.

[12] Koval CE, Stosor V, Practice AICO. Ventricular assist device-related infections and solid organ transplantation-guidelines from the American Society of Transplantation Infectious

- Diseases Community of Practice[J]. Clin Transplant, 2019, 33(9): e13552.
- [13] Qu Y, Daley AJ, Istivan TS, et al. Antibiotic susceptibility of coagulase-negative staphylococci isolated from very low birth weight babies: comprehensive comparisons of bacteria at different stages of biofilm formation[J]. Ann Clin Microbiol Antimicrob, 2010, 9: 16.
 - [14] Qu Y, McGiffin D, Kure C, et al. Biofilm formation and migration on ventricular assist device drivelines[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 159(2): 491–502. e2.
 - [15] Nurjadi D, Last K, Klein S, et al. Nasal colonization with *Staphylococcus aureus* is a risk factor for ventricular assist device infection in the first year after implantation: a prospective, single-centre, cohort study[J]. J Infect, 2020, 80(5): 511–518.
 - [16] Teh YE, Lim CP, Teo LLY, et al. Staphylococcal driveline infections are the predominant type of left ventricular assist device associated infections in Singapore[J]. Infect Dis (Lond), 2019, 51(6): 417–424.
 - [17] Akay MH, Nathan SS, Radovancevic R, et al. Obesity is associated with driveline infection of left ventricular assist devices[J]. ASAIO J, 2019, 65(7): 678–682.
 - [18] Tattevin P, Flécher E, Auffret V, et al. Risk factors and prognostic impact of left ventricular assist device-associated infections[J]. Am Heart J, 2019, 214: 69–76.
 - [19] John R, Holley CT, Eckman P, et al. A decade of experience with continuous-flow left ventricular assist devices[J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2016, 28(2): 363–375.
 - [20] Zinoviev R, Lippincott CK, Keller SC, et al. In full flow: left ventricular assist device infections in the modern era[J]. Open Forum Infect Dis, 2020, 7(5): ofaa124.
 - [21] Martin BJ, Luc JGY, Maruyama M, et al. Driveline site is not a predictor of infection after ventricular assist device implantation[J]. ASAIO J, 2018, 64(5): 616–622.
 - [22] Toda K, Sawa Y. Clinical management for complications related to implantable LVAD use[J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 63(1): 1–7.
 - [23] Bernhardt AM, Schlöglhofer T, Lauenroth V, et al. Prevention and early treatment of driveline infections in ventricular assist device patients – the DESTINE staging proposal and the first standard of care protocol[J]. J Crit Care, 2020, 56: 106–112.
 - [24] Dejust S, Guedec-Ghelfi R, Blanc-Autrant E, et al. Infection of ventricular assist device detected and monitored by 18F-FDG PET/CT[J]. Clin Nucl Med, 2017, 42(9): 695–696.
 - [25] Friedman SN, Mahmood M, Geske JR, et al. Positron emission tomography objective parameters for assessment of left ventricular assist device infection using 18F-FDG PET/CT[J]. Am J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 10(6): 301–311.
 - [26] Levy DT, Minamoto GY, Da Silva R, et al. Role of gallium SPECT-CT in the diagnosis of left ventricular assist device infections[J]. ASAIO J, 2015, 61(1): e5–e10.
 - [27] Kimura Y, Seguchi O, Mochizuki H, et al. Role of gallium-SPECT-CT in the management of patients with ventricular assist device-specific percutaneous driveline infection[J]. J Card Fail, 2019, 25(10): 795–802.
 - [28] Schoenrath F, Kursawe L, Nersesian G, et al. Fluorescence in situ hybridization and polymerase chain reaction to detect infections in patients with left ventricular assist devices[J]. ASAIO J, 2021, 67(5): 536–545.
 - [29] Hannan MM, Husain S, Mattner F, et al. Working formulation for the standardization of definitions of infections in patients using ventricular assist devices[J]. J Heart Lung Transplant, 2011, 30(4): 375–384.
 - [30] Aslam S, Xie RB, Cowger J, et al. Bloodstream infections in mechanical circulatory support device recipients in the International Society of Heart and Lung Transplantation mechanically assisted circulation support registry: epidemiology, risk factors, and mortality[J]. J Heart Lung Transplant, 2018, 37(8): 1013–1020.
 - [31] Potapov EV, Antonides C, Crespo-Leiro MG, et al. 2019 EACTS expert consensus on long-term mechanical circulatory support[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2019, 56(2): 230–270.
 - [32] Yoshitake S, Kinoshita O, Nawata K, et al. Novel driveline route for prevention from driveline infection: triple tunnel method[J]. J Cardiol, 2018, 72(4): 363–366.
 - [33] Pavlovic NV, Randell T, Madeira T, et al. Risk of left ventricular assist device driveline infection: a systematic literature review[J]. Heart Lung, 2019, 48(2): 90–104.
 - [34] Rotering H, Al Shakaki M, Welp H, et al. Preliminary results of a new treatment strategy for relapsed left ventricular assist device – specific infections[J]. Ann Thorac Surg, 2020, 110(4): 1302–1307.
 - [35] Haddad O, Pham AN, Thomas M, et al. Absorbable antibiotic beads as an adjuvant therapy in treating ventricular assist devices driveline infection: a case report[J]. J Card Surg, 2020, 35(8): 2073–2076.
 - [36] Mulzer J, Trampuz A, Potapov EV. Treatment of chronic left ventricular assist device infection with local application of bacteriophages[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2020, 57(5): 1003–1004.
 - [37] Sezai A, Unosawa S, Taoka M, et al. New treatment for driveline infection following implantation of a ventricular assist device[J]. Heart Surg Forum, 2020, 23(2): E132–E134.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:王雪皎,朱懿珍,谢霞,等.心力衰竭患者左心室辅助装置传动系统感染的研究进展[J].中国感染控制杂志,2022,21(4):404–408. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20221685.

Cite this article as: WANG Xue-jiao, ZHU Yi-zhen, XIE Xia, et al. Research progress on left ventricular assist device driveline infection in patients with heart failure[J]. Chin J Infect Control, 2022, 21(4): 404–408. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20221685.