

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20195348

· 综述 ·

CRRT 患者导管相关血流感染的研究现状及进展

张 慧¹ 综述,宗志勇^{1,2},胡秀英³ 审校

(四川大学华西医院 1. 感染管理部; 2. 感染性疾病中心; 3. 华西护理研究中心,四川 成都 610041)

[摘要] 中央导管相关血流感染(CLABSI)是连续性肾脏替代治疗(CRRT)患者常见并发症之一,不仅增加抗菌药物使用率,延长患者住院时间,还会增加住院费用。本文对 CRRT 患者 CLABSI 发生现状、危险因素和防控措施的相关文献进行归纳总结,以期引起临床医务人员的高度重视,并为防控 CRRT 患者 CLABSI 提供依据和参考。

[关键词] 连续性肾脏替代治疗; 中央导管相关血流感染; 血流感染; 危险因素; 防控策略

[中图分类号] R197.323.4

Current situation and research progress of central line-associated bloodstream infection in patients with continuous renal replacement therapy

ZHANG Hui¹, ZONG Zhi-yong^{1,2}, HU Xiu-ying³ (1. Infection Management Department; 2. Infectious Disease Center; 3. Nursing Research Center, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China)

[Abstract] Central line-associated bloodstream infection (CLABSI) is one of the common complications of continuous renal replacement therapy (CRRT), it not only increases the usage rate of antimicrobial agents, prolongs patient's length of hospital stay, but also increases the cost of hospitalization. This paper summarized the relevant literatures in recent years on occurrence status, risk factors, as well as prevention and control measures of CLABSI in CRRT patients, aims to arouse great attention of clinical health care workers, and provide basis and reference for the prevention and control of CLABSI in CRRT patients.

[Key words] continuous renal replacement therapy; central line-associated bloodstream infection; bloodstream infection; risk factor; prevention and control strategy

连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)是指以缓慢的血流速和/或透析液流速,通过弥散和(或)对流进行溶质交换和水分清除的血液净化方法的总称,治疗时间为每日 24 h 或接近 24 h。目前,CRRT 已广泛应用于重症患者,成为继机械通气和营养支持后第三大治疗手段。随着全球急性肾功能损伤发生率不断增高,入住重症监护病房(ICU)的危重症患者不断增多,以及血液净化技术的革新与发展,CRRT 的市场不断扩大,全球 CRRT 市场预计将从 2017 年的 10.9 亿美元增至 2022 年的 15.3 亿美元^[1]。

良好的血管通路是高效、持续进行 CRRT 的必要条件。尽管 CRRT 每日有效治疗时间越长,患者的稳定性及效果越好,但长时间的 CRRT 治疗可能导致中央导管相关血流感染(central line-associated bloodstream infection, CLABSI)、血栓栓塞、血液丢失等多方面问题。Reynvoet 等^[2]研究表明,接受 CRRT 的重症患者发生血流感染,16%是因血管通路所致。患者一旦发生 CLABSI,不仅会增加抗菌药物使用率,延长患者住院时间,还会增加住院费用。近年来,如何采取有效措施降低患者 CLABSI 发生率,提高 CRRT 治疗成功率,成为广大医护人

[收稿日期] 2019-04-18

[基金项目] 四川省卫生计生资助项目(项目编号:18PJ231)

[作者简介] 张慧(1984-),女(汉族),四川省乐山市人,主管护师,主要从事医院感染管理及教学研究。

[通信作者] 宗志勇 E-mail: zongzhiyong@gmail.com; 胡秀英 E-mail: huxiuying@scu.edu.cn

员关注的焦点。因此,本文将对 CRRT 患者 CLABSI 的发生现状、危险因素和防控措施作一综述。

1 CRRT 患者 CLABSI 的发生现状

1.1 流行病学 目前,关于 CRRT 患者 CLABSI 发生率的文献较多,但国内外报道不一。经皮置入的无袖套非隧道式中心静脉导管是 CRRT 首选的血管通路^[3],其导管相关血流感染率高达 3.8%~6.6%,而隧道式中心静脉导管的感染率仅为 1.6%~5.5%^[4]。2010 年法国学者 Parienti 等^[5] 研究显示,CRRT 患者 CLABSI 发生率为 1.2%,2014 年澳大利亚学者 Chua 等^[6] 报道为 1.2%(股静脉)和 3.5%(颈内静脉或锁骨下静脉),我国文献^[7-8] 报道为 3.13%~3.7%。但国内也有文献报道 CLABSI 较高,2017 年任红旗等^[9] 报道的 CRRT 患者导管感染率为 7.19%。

1.2 病原菌 不明原因的葡萄球菌属(特别是凝固酶阴性葡萄球菌)血流感染,芽孢杆菌、棒状杆菌属(特别是 JK-1)或肠球菌属引起的血流感染,假丝酵母菌属、镰刀菌、毛癣菌或马拉色菌引起的真菌血症(尤其是 CVC 置管患者)均强烈提示导管相关感染。由肠杆菌属,尤其是阴沟肠杆菌、洋葱伯克霍尔德菌、嗜麦芽窄食单胞菌或柠檬酸杆菌属引起的血流感染,且患者曾接受过输液治疗,感染有流行趋势时,应及时开展流行病学调查,以排除输注药液污染的可能。

绝大多数的 CLABSI 是由定植于皮肤表面的微生物引起,如凝固酶阴性葡萄球菌和金黄色葡萄球菌、假丝酵母菌属、棒状杆菌属或芽孢杆菌,以及小部分革兰阴性需氧杆菌。血液透析患者常鼻腔定植金黄色葡萄球菌,此类患者 CLABSI 发生风险较普通患者高 4~6 倍^[10]。国内外多个研究^[11-14] 表明,透析患者 CLABSI 病原体以革兰阳性菌为主(50.9%~77.12%),且金黄色葡萄球菌是主要的致病菌,而革兰阴性菌以铜绿假单胞菌、大肠埃希菌、沙雷菌属等为主。但也有文献^[15] 报道,CLABSI 病原体以革兰阴性菌为主,占 57.66%。

2 CRRT 患者 CLABSI 的危险因素

2.1 不可控制的因素

2.1.1 年龄 高龄是接受 CRRT 重症患者死亡的独立危险因素^[16]。老年患者有严重的基础疾病,免

疫力低,更易发生 CLABSI,从而影响预后,增加死亡率。

2.1.2 糖尿病 合并糖尿病是血液透析患者发生 CLABSI 的危险因素。长期糖代谢异常,加重了微血管病变,并且糖含量较高的组织有利于病原菌的生长,容易导致感染。另外,机体长时间处于高血糖环境中,营养代谢紊乱,可能导致营养不良,吞噬细胞趋化导致吞噬及杀菌作用受损,并伴有糖尿病相关的各种慢性并发症,使机体抵抗力降低,最终导致各种感染而继发血流感染^[17]。

2.1.3 高血压 高血压为危重 CRRT 患者 CLABSI 的独立危险因素^[7]。高血压往往合并糖尿病,增加感染的风险^[18]。一些抗高血压药物可能增加感染风险^[19],高血压还可能导致皮肤软组织毛细血管稀疏,减少外周血液循环供应,增加导管细菌的定植^[20]。

2.1.4 低体温 人的正常体温为 37℃,低体温指核心温度低于 35℃。低体温的患者更容易发生感染,且低体温的感染性患者病死率高于体温正常或发热的感染患者,甚至有研究认为低体温是老年脓毒症患者住院期间死亡的独立危险因素^[21]。造成 CRRT 热量丢失的因素是多方面的,首先,大容量滤器和较长的血液回路是导致热量散失的主要原因,体外循环将患者血液暴露于室温条件下,持续 24 h 甚至连续数日,是温度降低的主要因素;其次,低于血液温度的治疗液体输入也是患者体温降低的直接原因。

2.1.5 肾性贫血 肾性贫血是血液透析患者常见的并发症之一,影响其发生的常见因素包括缺铁、红细胞生成素不足、感染、失血、继发性甲状旁腺功能亢进等^[22]。国内研究^[23-25] 发现,合并贫血是血液透析患者发生 CLABSI 的危险因素,而伴有贫血的血液透析患者 CLABSI 发生率可高达 10.75%。

2.1.6 CD4⁺ T 细胞低下 国外研究^[26] 发现,CD4⁺ T 细胞低下是 CRRT 患者发生 CLABSI 的危险因素。国内研究^[8] 也表明,HIV 患者 CD4⁺ T 细胞 < 200 个/μL 更易发生 CLABSI。

2.2 可控制的因素

2.2.1 置管时间 导管相关感染发生率与导管留置时间呈正相关。可能是静脉内膜因长期留置导管,受到机械性损伤,损伤又在血流的长期冲击下进一步加重,促使静脉血栓形成,引发静脉炎及感染并发症。导致 CRRT 患者发生 CLABSI 的置管时间不尽相同,3 d~2 周不等^[8,27-28]。

2.2.2 置管部位 股静脉置管是行 CRRT 的肾脏

ICU患者发生CLABSI的重要危险因素^[26]。股静脉置管因其操作方便、风险小,是CRRT常用置管部位^[29],但患者的下肢活动常导致导管变形,敷料难以稳妥固定;同时,股静脉位于腹股沟处,与会阴相邻,易受排泄物污染,不易保持清洁。若大小便处理不当,不注重皮肤清洁,很容易受到患者的粪便、尿液、腹股沟处污垢的污染,易引发导管出口处感染和导管感染。而颈内静脉置管常因患者出汗、颈部活动、气管切开系带通过、口水污染敷料等原因,增加CLABSI的概率^[30]。

2.2.3 置管次数 置管人员对静脉的解剖结构掌握不牢,缺乏临床经验,穿刺技术较差,导致在同一部位和静脉中反复穿刺,易造成患者血管壁受损、局部出血、肿胀和感染等。因导管置入困难而引发的感染,与置管过程中尝试的次数呈正相关,原因主要为反复穿刺造成血管内壁及皮下组织的损伤,增加细菌入侵的风险。研究^[31]报道,置管次数大于2次是导致深静脉导管发生CLABSI的主要原因之一。

2.2.4 皮肤和接头的消毒 对于短期留置的导管,穿刺部位周围的皮肤细菌易沿着导管的外壁移动,导管表面被纤维蛋白和其他凝血因子黏附形成生物膜或鞘,导致细菌黏附或定植于导管尖端,从而引起感染^[32]。对于长期置管而言,细菌可从导管接头处沿导管内壁进入循环血流,最终导致CLABSI。

2.2.5 敷料 常用的敷料可分为传统敷料和合成敷料,其中合成敷料包括普通纱布和3M无纺布,合成敷料包括普通透明敷料、高潮气通透性敷料(3M HP Tegaderm透明敷料和IV3000透明敷料)和氯己定凝胶敷料。高潮气通透性敷料是普通透明敷料潮气通透率的8倍,3M HP Tegaderm透明敷料透气,且边缘有无纺布黏胶,利于固定;IV3000透明敷料的材料为聚亚安酯薄膜,黏胶致敏性低,不易残留,防水,透气,有高度的延展性和顺应性,固定牢固,不易卷边,能有效减少导管滑脱或导管机械性刺激,有效防止导管暴露于空气中,减少导管感染,让患者更舒适、更安全^[33]。氯己定凝胶敷料由透明的黏性敷料和2%的葡萄糖酸氯己定构成,透气,易固定,可吸收渗液,且在导管穿刺部位持续释放氯己定成分,具有抗菌作用,但换药成本较高。

CRRT患者需长时间留置深静脉导管,其所用的敷料不仅可因材质不良或患者频繁活动而移位或者脱落,还可能被患者的血液、体液或分泌物等污染,导致导管暴露的概率升高。单独使用纱布作为敷料,不易固定稳妥,置管处更易暴露于空气环境

中。透明敷贴是颈内静脉置管换药的首选敷料,具有密闭性好、粘贴牢、防水等优点,且具有超薄、透明、透气、无菌屏障的特点,可大大降低导管暴露于环境中的机会。但透明敷贴不能吸收渗血,渗血在局部聚集形成积血,一方面血液是微生物生长良好的培养基,另一方面降低敷贴黏度,使敷贴卷边甚至自行脱落,导致管路暴露于空气中。特别是股静脉置管,因其相比外周静脉通道管径大,所以局部渗血、渗液较多。研究^[34]发现,单独采用透明敷贴换药,置管处积血发生率达29.6%,积血患者导管感染率(45.0%)高于无积血患者(1.8%)。因此,CRRT患者到底选择纱布敷料还是透明敷料,是否联合使用纱布和透明敷料,尚需要随机大样本的试验进行探索和验证。

3 CRRT患者CLABSI的防控措施

3.1 手卫生和无菌操作 在置管和导管维护过程中,严格遵循手卫生制度和无菌操作原则是防止导管相关感染的关键^[35]。插管部位触诊前后、置管前后、更换导管前后、消毒接头前后、更换敷料前后均应进行手卫生;插管部位消毒后,除非遵循无菌技术,否则不应触诊该部位^[36]。

3.2 正确选择置管部位 改善全球肾脏病预后组织(Kidney disease: improving global outcomes, KDIGO)制定的指南^[37]建议右侧颈内静脉置管作为首选,但该指南并不适用于严重急性肾损伤(AKI)患者,也不适用于接受CRRT治疗的AKI患者。根据中国血液透析用血管通路专家共识^[38],心力衰竭患者可首选右股静脉置管,而通常情况下应优先选择右颈内静脉置管,置管部位选择次序为:右侧颈内静脉>左侧颈内静脉>右侧股静脉>左侧股静脉>锁骨下静脉。由于股静脉是下肢最大的静脉,位置固定、形状笔直、管腔较粗、血流量大,且周围无组织结构,安全系数大,穿刺成功率高,可节省穿刺置管时间,利于抢救,因此,大多数重症患者接受CRRT时选择股静脉。国外学者^[39]研究表明,血管通路对CRRT的作用至关重要,ICU患者建议使用临时透析导管,优先选择股静脉置管,而需要长时间行CRRT的患者建议使用隧道式中心静脉导管,优先选择颈内静脉置管。原因为一些危重症患者可能处于烦躁、昏迷状态,无法耐受平卧位,且常需人工辅助通气,气管切开/插管的护理可能不当,导致颈内静脉置管的感染风险相对增加^[40],而且还可能

与用于输液治疗的中心静脉置管相冲突。

3.3 最大化无菌屏障 置入中央导管或通过导丝引导更换中央导管时,应使用最大无菌屏障预防措施,包括操作者戴无菌手套、外科口罩和帽子,穿无菌手术衣,患者全身覆盖大无菌巾;超声引导下的深静脉置管应使用无菌保护套^[41]。

3.4 患者戴口罩 目前缺乏足够的证据表明戴口罩能够减少 CLABSI 的风险,且 CRRT 患者多为 ICU 重症患者,通常伴有机械通气或气管切开/插管,戴口罩在临床难以实施。尽管如此,2000 年 KDOQI 指南和美国医疗保险和医疗补助服务中心(CMS)终末期肾病患者项目仍然推荐患者戴口罩^[42]。

3.5 正确执行皮肤消毒 规范执行穿刺部位皮肤的清洁和消毒,是预防导管相关感染的重要环节。每次进行 CRRT 前,均应对导管及周围皮肤进行检查和消毒。指南^[35-36,41,43]推荐,采用 $>0.5\%$ 的葡萄糖酸氯己定醇制剂进行穿刺部位皮肤的消毒和维护,如患者禁忌,也可以使用碘伏、碘酊或 70%乙醇。传统环形消毒方法是借助腕部的力量,手持棉球由一个中心点进行点状小范围螺旋式消毒,因棉签不易把持稳定,无法保证彻底消毒,已消毒过的地方容易被污染;且若消毒剂蘸取不当,在消毒时也会造成涂沫不均匀。而“Z”形摩擦消毒法可以通过机械性摩擦力使消毒剂充分接触消毒区皮肤,网状结构的消毒方式,不留空隙不留白,无菌区域分界清晰,而且护士直接使用手臂力量,操作稳定性更好。

3.6 敷料的选择及更换 在导管插入术后和 CRRT 后,应使用无菌纱布或无菌透明敷料覆盖导管穿刺位置。无菌纱布应至少每 2 天更换一次,无菌透明敷料应至少每 5~7 天更换一次,敷料潮湿、松动或被污染时应及时更换^[35-36,41]。若在无无菌透明敷料下使用纱布,应将其视为纱布敷料,至少每 2 天更换一次^[35]。

来自皮肤的微生物等致病菌是重要的感染源,因为敷料与置管部位的皮肤贴合紧密,微生物迁移是导致导管感染的重要因素。尽管指南认为敷料与导管感染无关,但研究^[44]认为,敷料的类型仍然会对导管感染的风险有影响。国外研究^[45-46]证明,使用洗必泰敷料能有效减少血液透析患者 CLABSI 的发生。而 Pivkina 等^[47]评估 3M 丙烯酸三元共聚物薄膜覆盖穿刺部位并联合使用洗必泰敷料的效果,结果发现,除能更好地保护皮肤完整性外,并不能减少感染等并发症。研究^[48]发现,与传统的透明

敷料相比,使用 3M 新一代透明敷贴导管感染、定植等并发症并无差异。近年来,国内有研究^[49]表明,IV3000 的通透性比 3M HP Tegaderm 透明敷料更高,可减少穿刺点局部感染和过敏的发生,是高温及高湿环境条件下的最佳选择。国内研究探讨无菌纱布、透明敷贴及无菌纱布联合透明敷贴换药在 CRRT 患者股静脉置管中的应用,使用无菌纱布联合透明敷贴换药可以降低感染率,是值得推广应用的方法^[34]。CRRT 患者敷料的选择存在争议,有待进一步研究。

3.7 导管接头的消毒 有指南^[50]提出要求,在连接或断开血液净化的导管时,应使用 $>0.5\%$ 的葡萄糖酸氯己定醇对接头、接头与管路连接处的外表面进行消毒,并彻底待干。美国疾病控制与预防中心(CDC)针对血液透析导管的维护,专门制定了血液透析中心静脉导管机械性摩擦消毒接头草案(hemodialysis central venous catheter scrub-the-hub protocol)^[42],涵盖了断开和连接导管的标准维护流程。该方案规定了导管接头的消毒可选用 $>0.5\%$ 的葡萄糖酸氯己定醇、70%的乙醇或 10%的碘酊,且消毒后须待干,以确保消毒效果。若选用葡萄糖酸氯己定醇,应彻底清除接头上的血痂,确保最大化的消毒效果;若选用 70%的乙醇,需使用无菌消毒棉片,不能使用无法确保是否无菌的棉片;推荐使用棉片代替棉签等产品,因其具有延展性,可以对细小的部位进行彻底地清洁消毒。

由于导管接头的表面有螺纹、不光滑,CRRT 结束后常有血液残留而形成血痂,因此往往不能进行彻底、有效地清洁和消毒。另外,CRRT 上机前,需取下肝素帽,不仅破坏了血管通路的密闭性,而且增加了导管接头被污染的概率。国外多个指南^[35,41,43,50]指出,导管接头应机械性摩擦消毒至少 15 s,降低细菌从接头潜行入血的风险,防止导管相关血流感染的发生。美国 CDC 制定的透析机构血流感染核心防控措施^[51]提出,在每次连接和断开导管时,应对导管接头进行机械性摩擦消毒。国内一些学者^[52]认为,既往中心静脉导管接头消毒的主要方法是以碘伏棉签或棉球环形擦拭,但棉签和镊子不易拿稳和用力,且消毒过程中棉花与接头的接触面积小,难以彻底清洁接头的凹槽处,易导致细菌定植;而导管接头采用消毒棉片消毒,护士用手指直接揉搓消毒接头,既提高了擦拭力度,又能有效清洁接头的凹槽,降低微生物残留和感染的风险,提高安全性。沈丽娟等^[53]分别采用碘伏棉片、碘伏棉签、

碘伏棉球用于血液透析患者导管接头的消毒,结果表明,碘伏棉片采用正反揉搓法消毒导管接头,操作简单、便捷,应用高效,不影响护士工作效率,具有临床可行性,可有效降低 CLABSI 的发生率。

3.8 使用护理车或护理包 使用护理车或护理包有利于置管和维护所需的物品能够一次性拿到患者的床旁^[50]。研究^[54]发现,当所需物品被操作者遗漏而未携至操作地点时,41.7%的操作者会让别人帮忙拿取,37%会自己去拿取,16%会继续操作而不采取任何补救;使用运用人类因素工程学(human factor engineering)原则制作的导管维护护理包,遗漏率从 41%降至 23%,有助于减少 CLABSI 的发生。

3.9 局部使用抗菌药膏 更换敷料时,在导管穿刺部位局部使用抗菌药膏或聚维酮碘药膏,可减少 CLABSI 的发生^{〔35,51〕}。

3.10 减少导管留置时间 减少导管的留置时间是控制 CLABSI 的关键。国外一些学者^[4]认为,对于 CRRT 患者的导管,置管部位为股静脉者留置时间不应超过 7 d,颈内静脉和锁骨下静脉者留置时间不应超过 3 周。

3.11 集束化策略(Bundle) Bundle 是一系列有循证基础的、最有效的护理操作和护理措施的整合,目的在于指导医护人员为患者提供更全面、系统、可靠和优质的护理服务^[55]。其不仅能够使已经被临床证实、具有显著成效的护理措施充分实施,还能相互弥补不同策略间的不足,有助于提高临床护理质量和安全^[56]。CRRT 患者使用 Bundle,有利于简化导管护理的关注点,提高临床的可操作性和依从性,有效预防和控制 CLABSI 的发生。

美国感染控制者协会(APIC)制定了 CVC 置管和维护的 Bundle^[43]。置管的 Bundle 包括:透析患者和急性肾脏疾病患者应避免锁骨下静脉置管,手卫生,最大化无菌屏障,置管时采用葡萄糖酸氯己定消毒皮肤,正确选择置管部位,使用无针系统等。维护的 Bundle 包括:手卫生、敷料更换、机械性摩擦导管接头至少 15 s、及时拔除不必要的导管等。采取不同的 Bundle 用于 CRRT 患者 CLABSI 的防控,能降低 CLABSI 发生率。

4 小结

CRRT 在危重症患者的救治中发挥了极为重要的优势作用,但由于接受 CRRT 的患者常伴有免

疫力低下、多器官功能衰竭等,是导管感染的高危人群。因此,临床医务人员应重视置管和导管的维护,积极采取相应的防控措施,有效降低导管感染率。同时,在有条件的情况下,医务人员还可以通过回顾分析已有的感染数据,结合文献总结 CLABSI 的危险因素,建立风险预测模型评估可能的感染概率,及时发现高感染风险患者,帮助早期诊断和治疗,最终减少患者的感染和死亡。

〔参考文献〕

- [1] Newswire P. Continuous renal replacement therapy market by product, & dialysate, modality, adoption & procedures, and region-forecast to 2022[R]. PR Newswire US, 2017.
- [2] Reynvoet E, Vandijck DM, Blot SI, et al. Epidemiology of infection in critically ill patients with acute renal failure[J]. Crit Care Med, 2009, 37(7): 2203 - 2209.
- [3] Parienti JJ, Mongardon N, Mègarbane B, et al. Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site [J]. N Engl J Med, 2015, 373(13): 1220 - 1229.
- [4] Vijayan A. Vascular access for continuous renal replacement therapy[J]. Semin Dial, 2009, 22(2): 133 - 136.
- [5] Parienti JJ, Dugué AE, Daurel C, et al. Continuous renal replacement therapy may increase the risk of catheter infection [J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2010, 5(8): 1489 - 1496.
- [6] Chua HR, Schneider AG, Sherry NL, et al. Initial and extended use of femoral versus nonfemoral double-lumen vascular catheters and catheter-related infection during continuous renal replacement therapy[J]. Am J Kidney Dis, 2014, 64(6): 909 - 917.
- [7] 梁华般, 梁馨苓, 王文健, 等. 1028 例危重血液净化患者血管通路相关感染回顾分析[J]. 中国血液净化, 2012, 11(10): 523 - 525.
- [8] 成水芹, 许书添, 郭锦洲, 等. 肾脏科重症监护室患者中心静脉导管相关血流感染的临床特征与危险因素[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2016, 25(5): 431 - 436.
- [9] 任红旗, 龚德华, 徐斌, 等. 连续性肾脏替代治疗患者的血管通路[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2017, 26(6): 501 - 506.
- [10] Zacharioudakis IM, Zervou FN, Ziakas PD, et al. Meta-analysis of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization and risk of infection in dialysis patients[J]. J Am Soc Nephrol, 2014, 25(9): 2131 - 2141.
- [11] 李月婷, 车丽双, 黄荣桂. 血液透析导管相关性血流感染的病原学分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(12): 2707 - 2708, 2711.
- [12] 柳晓明. 血液透析患者导管相关感染及其致病菌[J]. 国际移植与血液净化杂志, 2018, 16(4): 20 - 22.
- [13] Chu C, Wong MY, Tseng YH, et al. Vascular access infection by *Staphylococcus aureus* from removed dialysis accesses [J]. Microbiologyopen, 2019; e800.

- [14] Katsuragawa F, Nagahama K, Naito S, et al. Ruptured infected aneurysm of the thoracic aorta associated with tunneled dialysis catheter-related methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia in a hemodialysis patient[J]. CEN Case Rep, 2018, 7(2): 325-329.
- [15] 周雅虹, 赵惠芬, 肖妮珠, 等. 血液透析患者临时中心静脉置管相关感染的因素分析与护理对策[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(15): 3585-3587.
- [16] Estupiñán-Jiménez JC, Castro-Rincón JM, González O, et al. Mortality risk factors in critical post-surgical patients treated using continuous renal replacement techniques[J]. Rev Esp Anesthesiol Reanim, 2015, 62(4): 184-190.
- [17] McKane CK, Marmarelis M, Mendu ML, et al. Diabetes mellitus and community-acquired bloodstream infections in the critically ill[J]. J Crit Care, 2014, 29(1): 70-76.
- [18] Cryer MJ, Horani T, DiPette DJ. Diabetes and hypertension; a comparative review of current guidelines[J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2016, 18(2): 95-100.
- [19] Starr JB, Tirschwell DL, Becker KJ. Labetalol use is associated with increased in-hospital infection compared with nicardipine use in intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 2017, 48(10): 2693-2698.
- [20] Bosch AJ, Harazny JM, Kistner I, et al. Retinal capillary rarefaction in patients with untreated mild-moderate hypertension[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2017, 17(1): 300.
- [21] Tiruvoipati R, Ong K, Gangopadhyay H, et al. Hypothermia predicts mortality in critically ill elderly patients with sepsis[J]. BMC Geriatr, 2010, 10: 70.
- [22] 王莉君, 袁伟杰. 关于肾性贫血治疗相关指南与共识回顾[J]. 中国血液净化, 2018, 17(1): 1-5.
- [23] 刘蓉芝. 血液透析置管患者发生导管相关血行感染的影响因素分析[J]. 蚌埠医学院学报, 2016, 41(12): 1629-1631.
- [24] 李凯宇. 维持性血液透析患者并发感染的影响因素分析[J]. 中国保健营养, 2016, 26(26): 120-121.
- [25] 邹丽丽, 张红, 于蓉, 等. 血液透析患者发生导管相关血流感染的临床特点分析[J]. 中国临床新医学, 2017, 10(10): 1008-1011.
- [26] Cheng S, Xu S, Guo J, et al. Risk factors of central venous catheter-related bloodstream infection for continuous renal replacement therapy in kidney intensive care unit patients[J]. Blood Purif, 2018: 1-8.
- [27] Santiago MJ, López-Herce J, Vierge E, et al. Infection in critically ill pediatric patients on continuous renal replacement therapy[J]. Int J Artif Organs, 2017, 40(5): 224-229.
- [28] Ren H, Ge Y, He X, et al. Vascular access in patients treated with continuous renal replacement therapy: a report from a single center in China[J]. Ther Apher Dial, 2019, doi: 10.1111/1744-9987.12799. [Epub ahead of print].
- [29] Bellomo R, Martensson J, Lo S, et al. Femoral access and delivery of continuous renal replacement therapy dose[J]. Blood Purif, 2016, 41(1-3): 11-17.
- [30] Dugue AE, Levesque SP, Fischer MO, et al. Vascular access sites for acute renal replacement in intensive care units[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2012, 7(1): 70-77.
- [31] 庄江兰, 张琴华. 探讨深静脉置管(CVC)导管相关性感染的因素及护理干预对策[J]. 中国卫生标准管理, 2016, 7(15): 261-262.
- [32] Marik PE, Flemmer M, Harrison W. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis[J]. Crit Care Med, 2012, 40(8): 2479-2485.
- [33] 杨国芳. 皮肤保护膜联合 IV3000 透明敷料治疗中心静脉置管相关性皮肤过敏效果观察[J]. 护士进修杂志, 2015, 30(6): 561-563.
- [34] 杨洛, 张颖君, 刁永书, 等. 三种换药方式在连续性肾脏替代治疗中股静置管处的应用[J]. 华西医学, 2014, 29(3): 529-531.
- [35] Gorski LA, Hadaway L, Hagle ME, et al. Infusion therapy standards of practice[J]. J Infusion Nurs, 2016, 39(Suppl 1): S1-S159.
- [36] O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections[J]. Am J Infect Control, 2011, 39(4 Suppl 1): S1-S34.
- [37] Kidney Disease Improving Global Outcomes. Clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. Kidney International Suppl, 2012, 2: 8-12.
- [38] 中国医院协会血液净化中心管理分会血液净化通路学组. 中国血液透析用血管通路专家共识(第1版)[J]. 中国血液净化, 2014, 13(8): 549-558.
- [39] Crosswell A, Brain MJ, Roodenburg O. Vascular access site influences circuit life in continuous renal replacement therapy[J]. Crit Care Resusc, 2014, 16(2): 127-130.
- [40] Lorente L, Jiménez A, Naranjo C, et al. Higher incidence of catheter-related bacteremia in jugular site with tracheostomy than in femoral site[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2010, 31(3): 311-313.
- [41] Marschall J, Mermel LA, Fakih M, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals: 2014 update[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2014, 35(7): 753-771.
- [42] Centers for Disease Control and Prevention. Hemodialysis central venous catheter scrub-the-hub protocol[EB/OL]. [2019-03-01]. <https://www.cdc.gov/dialysis/PDFs/collaborative/Hemodialysis-Central-Venous-Catheter-STH-Protocol.pdf>.
- [43] Association for professional in Infection Control and Epidemiology. Guide to preventing central line-associated bloodstream infections[S]. APIC Implementation Guide, 2015.
- [44] Webster J, Gillies D, O'Riordan E, et al. WITHDRAWN: Gauze and tape and transparent polyurethane dressings for central venous catheters[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016, (5): CD003827.
- [45] Apata IW, Hanfelt J, Bailey JL, et al. Chlorhexidine-impregnated transparent dressings decrease catheter-related infections

- in hemodialysis patients: a quality improvement project[J]. *J Vasc Access*, 2017, 18(2): 103 - 108.
- [46] Righetti M, Palmieri N, Bracchi O, et al. Tegaderm™ CHG dressing significantly improves catheter-related infection rate in hemodialysis patients[J]. *J Vasc Access*, 2016, 17(5): 417 - 422.
- [47] Pivkina AI, Gusarov VG, Blot SI, et al. Effect of an acrylic terpolymer barrier film beneath transparent catheter dressings on skin integrity, risk of dressing disruption, catheter colonisation and infection[J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2018, 46: 17 - 23.
- [48] Günther SC, Schwebel C, Hamidfar-Roy R, et al. Complications of intravascular catheters in ICU: definitions, incidence and severity. A randomized controlled trial comparing usual transparent dressings versus new-generation dressings (the ADVANCED study) [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(11): 1753 - 1765.
- [49] 巫浣玲, 王昕. 两种贴膜方法固定儿童 PICC 导管及对穿刺点周围皮肤保护的效果研究[J]. *中国医药指南*, 2018, 16(34): 141 - 142.
- [50] Australian Commission on Safety and Quality in Health Care. Central line insertion and maintenance guideline[S]. ANZICS, 2012.
- [51] Centers for Disease Control and Prevention. CDC approach to BSI prevention in dialysis facilities[EB/OL]. [2018 - 03]. [https:// www. cdc. gov/ dialysis](https://www.cdc.gov/dialysis).
- [52] 周莉. 可来福接头不同消毒方法对中心静脉导管感染的影响[J]. *中外医疗*, 2014, (13): 107 - 108.
- [53] 沈丽娟, 蔡文琴, 徐琳. 三种消毒方法对血液透析患者导管相关性感染的研究[J]. *医药前沿*, 2017, 7(32): 106 - 107.
- [54] Drews FA, Bakdash JZ, Gleed JR. Improving central line maintenance to reduce central line-associated bloodstream infections[J]. *Am J Infect Control*, 2017, 45(11): 1224 - 1230.
- [55] Salmund SW, Echevarria M, Allread V. Care bundles: increasing consistency of care[J]. *Orthop Nurs*, 2017, 36(1): 45 - 48.
- [56] 翁薇娜. 集束化策略对清醒患者行连续性肾脏替代治疗依从性的影响[J]. *中国实用护理杂志*, 2016, 32(29): 2272 - 2274.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式:张慧,宗志勇,胡秀英. CRRT 患者导管相关血流感染的研究现状及进展[J]. *中国感染控制杂志*, 2019, 18(6): 593 - 599. DOI:10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20195348.

Cite this article as: ZHANG Hui, ZONG Zhi-yong, HU Xiu-ying. Current situation and research progress of central line-associated bloodstream infection in patients with continuous renal replacement therapy [J]. *Chin J Infect Control*, 2019, 18(6): 593 - 599. DOI:10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20195348.