

· 标准与规范 ·

麻醉科导管相关性血流感染预防专家共识

中国心胸血管麻醉学会围术期感染控制分会

通信作者:程灏,首都医科大学附属北京地坛医院麻醉科,北京 100015, Email: chenghaocn@yahoo.com;王古岩,首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科,北京 100730, Email: guyanwang2006@163.com

【摘要】 血管内导管在现代医学诊疗中发挥重要作用,导管相关性血流感染是留置导管过程中常见的并发症之一,严重影响患者预后。为规范我国麻醉科导管相关性血流感染的预防及诊治策略,中国心胸血管麻醉学会围术期感染控制分会基于目前的循证医学证据,经过反复论证,达成本共识。共识从导管相关性血流感染诊断、预防策略、维护与治疗等方面进行阐述,旨在为麻醉科导管相关性血流感染规范化诊治和管理提供参考。

【关键词】 导管相关性血流感染; 预防策略; 专家共识

Expert consensus on the prevention of catheter-related bloodstream infection in the department of anesthesiology

Perioperative Infection Control Branch of Chinese Society of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia

Corresponding authors: Cheng Hao, Department of Anesthesiology, Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100015, China, Email: chenghaocn@yahoo.com; Wang Guyan, Department of Anesthesiology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China, Email: guyanwang2006@163.com

【Abstract】 Endovascular catheters play an important role in modern medical diagnosis and treatment. Catheter-related bloodstream infection (CRBSI) is one of the common complications during catheter indwelling, which seriously affects the prognosis of patients. In order to standardize the prevention, diagnosis and treatment strategies of catheter-related bloodstream infections in the Department of Anesthesiology in China, the perioperative Infection Control Branch of the Chinese Society of Cardiothoracic Anesthesia reached a consensus based on the current evidence-based medicine. The consensus elaborates on the aspects of diagnosis, prevention strategy, maintenance and treatment of catheter-associated bloodstream infection, aiming to provide reference for the standardized diagnosis, treatment and management of catheter-associated bloodstream infection in the Department of Anesthesiology.

【Key words】 Catheter-related bloodstream infection; Prevention strategies; Expert consensus

血管内导管因其具有操作简便、创伤小、流量充足、保留时间长等优势,在急救、大手术中的监测与输液、肠外营养以及危重患者护理等方面发挥着重要作用,已成为临床不可或缺的医疗手段^[1]。导管相关性血流感染(catheter-related bloodstream

infections, CRBSI)是其重要并发症之一,也是导致重症监护病房院内感染的常见原因。在我国,CRBSI已经被列为国家重点监控护理专业医疗质量指标之一^[2]。如何进一步减少CRBSI的发生率仍是目前亟待解决的问题之一。目前,医院病房和

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20221129-02531

收稿日期 2022-11-29 本文编辑 张媛

引用本文:中国心胸血管麻醉学会围术期感染控制分会. 麻醉科导管相关性血流感染预防专家共识[J].

中华医学杂志, 2023, 103(23): 1733-1738. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20221129-02531.



重症监护室相关的 CRBSI 预防方案已基本完善,并建立了中心静脉导管置入和维护过程中预防感染的国家最佳标准做法^[3]。这些规范的建立和实施大大减少了院内 CRBSI 的发生。然而麻醉科作为承担抢救重任和围术期管理的重要科室,血管内导管置管亦是麻醉科医生日常工作的重要部分,其相关 CRBSI 预防的相关规范尚未建立,麻醉科医生在进行血管内导管穿刺与置管的操作过程中仍存在可能导致感染的风险和隐患。中国心胸血管麻醉学会围术期感染控制分会组织相关领域专家共同撰写此版《麻醉科导管相关性血流感染预防专家共识》(以下简称共识)。

一、CRBSI 临床表现及诊断标准

CRBSI 是指留置血管内导管期间或拔除血管内导管 48 h 内发生的,可伴有发热($>38^{\circ}\text{C}$)、寒颤或低血压等临床表现,除血管导管外没有其他明确的感染源^[3]。近十年研究结果显示,我国 CRBSI 发生率为每千导管日 0.62~16.96 例^[4]。

CRBSI 一般缺乏特征性的临床表现,常见临床表现为插管部位出现红、肿、热、痛、渗出等炎症表现,可伴有发热(体温 $>38^{\circ}\text{C}$)、寒颤等全身感染症状。部分患者可出现低血压、心动过速、化脓性血栓性静脉炎、持续性菌血症、感染性休克等危及生命的并发症^[5]。

明确诊断 CRBSI 需要微生物学证据。美国感染病学会临床实践指南建议诊断依据为患者至少有 1 处外周静脉血培养阳性,有感染的临床表现[如发热、寒颤和(或)低血压],且除导管外无明显的感染来源。此外,还需满足以下至少 1 个条件^[6]:(1)经导管尖端培养和经皮获得的外周血培养为同一微生物,用半定量培养法菌落计数 >15 个菌落/板或定量肉汤培养时菌落计数 $>10^3$ /单位;(2)外周静脉穿刺所取标本和经导管所取标本定量血培养细菌浓度比例超过 1:5,或导管腔和外周血标本培养报阳性时间差达到 2 h 以上;(3)在不能进行外周血培养或导管尖端培养的情况下,通过对导管的 2 个不同管腔进行定量血液培养,至少有 3 倍的菌落计数差异。

推荐意见 1:置管操作完成后需严密监测患者生命体征,当患者出现 CRBSI 相关临床表现时,需及时进行实验室检查以明确诊断。

二、CRBSI 发病机制

CRBSI 是重症监护室常见的院内感染,主要由革兰阳性葡萄球菌和肠球菌引起,在我国重症监护

室中 CRBSI 最常见的致病菌为金黄色葡萄球菌^[7],其次为革兰阴性细菌,如大肠杆菌、克雷伯菌^[8-9]。

血管内导管包括外周静脉导管、经皮下隧道或非隧道中心静脉导管、经外周插入中心静脉导管和动脉导管等。引发感染的途径包括:(1)细菌沿深静脉导管外表面,经过皮下段生长至血管内引起管周组织感染;(2)体内其他感染灶引起的血流感染通过血行播散到深静脉导管血管内段黏附定植;(3)细菌污染深静脉导管端口和内腔经深静脉导管内腔播散引起。对于短期置管患者(<10 d),最常见的感染来源是沿着导管外表面的皮肤微生物。而对于长期置管患者(>10 d),导管的腔内扩散是发生感染的主要机制^[10]。

CRBSI 常见危险因素包括:(1)患者基础情况:年龄、合并症、营养状况、机体免疫力、肠外营养、伴发其他部位感染等;(2)导管因素:导管材质、类型、管腔数量、与导管连接的辅助装置等;(3)临床操作因素:置管技术、手卫生实施、无菌条件、置管部位、置管时间、封管方法、置管与导管维护等^[11]。

推荐意见 2:医务人员需了解 CRBSI 的相关发病机制和危险因素,进行有效预防,降低感染发生率。

三、CRBSI 的预防策略

1. 人员管理要求:置管操作应由经过相应技术培训的麻醉医师进行,并由训练有素的护士辅助进行导管维护与使用;相关医务人员需接受导管感染相关的教育和培训,定期参加考核,建立规范的操作和维护流程,完善相关反馈、监督机制以及核查制度;对患者及家属进行相关知识的宣教,鼓励患者及家属向医护人员报告导管位置的变化以及出现的不适症状^[12-13]。

推荐意见 3:麻醉科医护人员需接受导管感染相关知识培训,麻醉科应建立规范操作与维护流程,完善相关反馈监督与核查机制。

2. 环境评估:置管操作环境应当至少符合《医院消毒卫生标准》中医疗机构 II 类环境要求,对于特殊感染患者应在无菌负压层流环境下进行;若为急诊手术,操作医师应在专用的独立房间内进行穿刺操作,如果患者病情不允许移动,可使用拉帘使操作区域形成相对封闭环境;推荐麻醉科安排专业人员定期清理麻醉机和麻醉药品车,在麻醉药品车或者手术室合适的地方准备手卫生物品^[14];减少输液管路和麻醉工作环境的污染;清洁用药,在进行呼吸道操作后需更加注意手卫生^[15]。



推荐意见 4:置管操作环境应至少符合最低环境要求,对于特殊患者和紧急手术应尽量满足相关环境要求,定期清洁、消毒麻醉科相关工作环境。

四、置管前预防措施

1. 患者评估:操作者应严格掌握置管适应证,减少不必要的导管置入,对于危重患者应加强全身评估,更加慎重地进行操作^[16]。

2. 穿刺部位的选择:导管类型和穿刺部位应根据预期目的和使用时间进行选择。若静脉治疗时间>6 d,推荐选择中心静脉导管或经外周置入中心静脉导管。中心静脉置管部位可选择锁骨下静脉、右颈内静脉以及股静脉,推荐优先选择锁骨下静脉和右颈内静脉^[17-18]。用于血液透析的导管置入部位应选择颈静脉或股静脉,不推荐锁骨下静脉,以避免发生静脉狭窄。在需要快速获得血管通路的紧急情况下,可以选择股静脉置管^[19],但如需长期置管仍应谨慎考虑。外周动脉置管部位选择:成人宜选择桡动脉、肱动脉、足背动脉,儿童宜选择桡动脉、股动脉。

3. 中心静脉导管的选择:原则上应使用“满足患者管理所需的最少管腔数量以及管径最小”的导管^[20-21]。预计留置导管>5 d 的患者建议使用抗菌中心静脉导管^[17, 22-24]。需警惕抗菌导管药物释放导致的过敏反应以及耐药性的增加,可使用无药物释放抗菌导管。确保使用的所有组件相互兼容;减少组件衔接部位的泄漏和破损。

4. 血液透析导管的选择:长期使用的患者建议放置隧道式中心静脉置管装置,维持性血液透析患者宜采用动静脉内瘘。

推荐意见 5:操作人员应严格掌握置管适应证,谨慎选择穿刺部位;在综合考虑患者临床需求的情况下,优先选择锁骨下静脉和右颈内静脉穿刺置管,同时选择合适的血管内导管的型号,导管留置时间较长的患者建议使用抗菌静脉导管。

五、辅助措施的使用

推荐在超声引导下导管穿刺并置管。规范超声在导管穿刺中的应用,进一步加强相关教育、培训和认证工作;在血管穿刺过程中保持无菌操作,操作者需穿无菌衣,戴无菌手套、帽子和口罩,严格执行手卫生,推荐使用覆盖患者全身的无菌单,更需注意在操作过程中保持超声探头和电缆无菌^[25-26]。

可选用静脉心电图引导中心静脉置管新技术进行导管尖端实时定位,提高置管成功率,减少

并发症^[27]。

可用X线进行导管定位。

推荐意见 6:推荐使用超声、静脉心电图等相关辅助措施,提高操作的成功率和安全性,减少相关并发症的发生。

六、置管操作要点

严格执行无菌操作,按照穿刺要求准备穿刺物品,穿刺前严格执行核查制度。遵守最大无菌屏障要求,戴医用外科口罩、帽子,按《医务人员手卫生规范》有关要求执行手卫生,并戴无菌手套,穿无菌手术衣或无菌隔离衣,推荐使用覆盖患者全身的无菌单^[28],操作过程中手套有污染或破损时应立即更换。严格执行外科无菌消毒原则,保证使用的仪器和设备均要达到无菌要求。选择符合标准的皮肤消毒剂,推荐使用含浓度>0.5% 氯己定的消毒液或者碘制剂消毒液^[29],待皮肤消毒剂完全干燥后,方可置入导管。除透析导管外,不推荐在穿刺点周围使用局部抗生素软膏或药膏,警惕真菌感染的发生和微生物耐药性的增加。

推荐意见 7:按要求做好相关物品准备,严格遵守无菌操作规范进行置管操作。

七、置管后预防要点

置管操作结束后需及时记录相关信息,包括置管日期、穿刺部位、置管长度、导管名称和类型、尖端位置等信息,并需操作者签名。宜使用无菌透明、透气性好的敷料覆盖穿刺点。高热、出汗、穿刺点渗血、出血的患者可使用无菌纱布包扎,若敷料潮湿、松动或被液体污染,应立即更换。在置管后可使用生理盐水或肝素盐水进行常规冲封管,预防导管堵塞。推荐使用无针系统连接静脉输液管,以分隔膜接头最为理想^[30-31]。应减少使用三通接头,同时在给药和更换过程中,使用适当的消毒剂擦拭导管及接头,时间不少于 15 s^[32-33]。患者带管沐浴时,慎防导管被液体污染。若采取相关预防措施后感染发生率仍未下降,则可使用浸渍过氯己定的海绵敷料。

推荐意见 8:置管后需及时记录相关信息,注意穿刺部位维护和患者日常护理,常规冲封管,注意导管连接物品的选择和维护。

八、管路维护要点

1. 敷料更换:应定期更换置管穿刺点覆盖的敷料,无菌纱布至少 1 次/2 d,无菌透明敷料至少 1 次/周,在更换敷料时应在操作区域使用消毒剂进行皮肤局部消毒,同时佩戴无菌手套^[34]。



2. 输液管路的维护:在进行导管穿刺部位周围触诊及维护、更换导管等相关操作时,均应执行手卫生^[18, 23]。应减少与静脉输液管相连的表面和阀塞的接触^[35]。停止输液后应及时更换输液管路,输液管路使用时限最长不应超过 96 h;肠外营养管路应每 24 小时更换 1 次,如单独输注静脉内脂肪剂时,应每 12 小时更换输液管路;输注异丙酚的管路应每 6~12 小时更换 1 次;输注血液制品时,应在每个单位血液制品输完后或每 4 小时更换给药装置和过滤器^[36]。

3. 动脉导管的维护:动脉导管宜使用密闭式的连续冲洗系统,保持使用中压力监测装置无菌,包括校准装置和冲洗装置,尽量减少对压力监测装置的操作,压力传感器使用时限应当遵循产品说明书规定,或每 4 天更换 1 次。

4. 完全植入式静脉输液港的维护:输液港置入应在手术室内进行,使用无菌非接触技术进行,输液港专用留置针(无损伤针头)应每 7 天更换 1 次^[37],输液港血管通路在治疗间歇期应每 4 周维护 1 次^[38]。

5. 预防性用药:不推荐常规预防性使用抗生素^[39-40]。不推荐常规全身抗凝,置管后可用肝素水或生理盐水冲封管^[41]。

推荐意见 9:注意不同的输液管路和导管有不同的维护与更换要求,严格按照相关规定执行,定期更换输液管路和穿刺部位敷料。

九、导管更换与拔除

对置管患者应每日评估导管周围病变以及导管长度,患者不再需要血管内导管时应尽快拔除^[42-43]。伴有局部感染、全身炎症和免疫缺陷的患者,在满足患者治疗需求的情况下,建议尽早拔除导管^[44-45]。应避免常规的导管更换,没有证据支持定期更换导管可以预防 CRBSI^[46-47]。对于血液透析导管,可在无菌环境下经导丝引导更换导管^[48],更换导管前应佩戴新的无菌手套。紧急状态下置管,若不能保证遵循无菌原则,则应当在 2 d 内尽快拔除导管,病情需要时更换穿刺部位重新置管。当患者有感染症状时,不能仅以发热为依据拔除导管,宜结合临床多方面评估,排除其他感染来源以及非感染性因素。

推荐意见 10:应由临床医师对置管患者进行评估,尽可能早拔管。不推荐常规更换导管,对于紧急置管,应当在 2 d 内尽快拔除导管,如病情需要可更换穿刺部位重新置管。

十、抗生素治疗

CRBSI 的抗生素治疗通常应根据疾病严重程度和病原微生物的流行病学选用抗生素治疗,之后根据培养的病原体结果进行目标抗菌治疗^[49]。

1. 非复杂感染患者:可经验性给予覆盖革兰阳性菌和革兰阴性菌的万古霉素联合头孢他啶;危重患者及股静脉置管患者的治疗应覆盖念珠菌^[50],可加用棘白菌素类抗菌药物。

2. 无并发症患者:拔除导管或经导丝更换导管并开始抗生素治疗后血培养的结果呈阴性,则治疗持续时间通常为 10~14 d(从获取阴性血培养结果第 1 日开始计算)。

3. 发生菌血症相关并发症(如化脓性血栓性静脉炎、心内膜炎、骨髓炎、转移性感染)患者:治疗应持续至少 4~6 周^[51],具体应根据感染的性质进行相应调整。金黄色葡萄球菌感染的患者应排除感染性心内膜炎的发生。反复发生感染的患者,可使用抗菌锁定疗法^[52],并积极寻找其他病因。

推荐意见 11:抗生素治疗应首先结合所处医疗单位病原微生物的流行病学特点进行经验性治疗,然后根据实验室结果采取不同的治疗方案以及治疗周期。

本共识根据现有证据和最佳临床实践,对 CRBSI 的综合管理提出了上述指导意见。随着循证医学证据增加,本共识将会不断修改和完善,共识建立后仍需积极推动综合管理的实践,加强主要领域的多学科协作,逐步完善中国麻醉科相关 CRBSI 系统化、规范化管理模式。

共识制定专家组成员

执笔者:王古岩(首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科);杜英杰(首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科);白亚璠(首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科);张悦(首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科)

专家组成员(按姓氏笔画排序):马骏(首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科);王古岩(首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科);王强(西安交通大学第一附属医院麻醉科);王雷(北京市海淀区妇幼保健院麻醉科);冯霞(中山大学附属第一医院麻醉科);朱涛(四川大学华西医院麻醉科);刘克玄(南方医科大学南方医院麻醉科);孙同文(郑州大学第一附属医院综合 ICU);严敏(浙江大学医学院附属第二医院麻醉科);李军(解放军总医院第六医学中心麻醉科);肖昭扬(大连医科大学附属第二医院麻醉科);张加强(河南省人民医院麻醉科);邵建林(昆明医科大学第一附属医院麻醉科);罗爱林(华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉科);赵庆华(重庆医科大学附属第一医院护理



部);俞卫锋(上海交通大学医学院附属仁济医院麻醉科);

程灏(首都医科大学附属北京地坛医院麻醉科)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Hollenbeak CS. The cost of catheter-related bloodstream infections: implications for the value of prevention[J]. J Infus Nurs, 2011, 34(5): 309-313. DOI: 10.1097/NAN.0b013e3182285e43.
- [2] 国家卫生健康委医政医管局. 2021 年国家医疗质量安全改进目标[J]. 中国卫生质量管理, 2021, 28(4):15.
- [3] 国家卫生和计划生育委员会. WS/T 509—2016 重症监护病房医院感染预防与控制规范[S]. 北京:中国标准出版社, 2017.
- [4] 蔡源益. 中心静脉导管相关性血流感染现状和住院费用负担研究[D]. 沈阳:中国医科大学, 2018.
- [5] Lü Y, Guo P, Ye YJ, et al. Clinical and microbiological features of community-acquired and nosocomial bloodstream infections in the surgical department of a tertiary-care hospital in Beijing[J]. Chin Med J, 2013, 126(22): 4242-4246. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20131302.
- [6] Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America[J]. Clin Infect Dis, 2009, 49(1):1-45. DOI: 10.1086/599376.
- [7] 王淑颖, 聂世姣, 费莹, 等. 患者导管相关性血流感染的病原学变化研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(11): 2510-2512, 2580. DOI: 10.11816/cn.ni.2016-161329.
- [8] National Reference Center for the Surveillance of Nosocomial Infections. Reference data set-hospital infection surveillance system-healthcare-associated infections surveillance on ICUs(2017-2019). <https://www.nrz-hygie ne.de/surve illan ce/kiss/its-kiss/infek tion e n/>.
- [9] European center for disease prevention and control (2019) healthcare-associated infections acquired in intensive care units in ECDC. Annual epidemiological report for 2017. <https://www.ecdc.europ a.eu/en/publi catio ns-data/health care-assoc iated-infec tions-inten sive-care-units-annua l-epide miolo gical-1>.
- [10] Mermel LA. What is the predominant source of intravascular catheter infections?[J]. Clin Infect Dis, 2011, 52(2):211-212. DOI: 10.1093/cid/ciq108.
- [11] Zingg W, Cartier-Fässler V, Walder B. Central venous catheter-associated infections[J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2008, 22(3): 407-421. DOI: 10.1016/j.bpa.2008.05.007.
- [12] Gorski LA. The 2016 infusion therapy standards of practice[J]. Home Healthc Now, 2017, 35(1):10-18. DOI: 10.1097/NHH.0000000000000481.
- [13] Nailon R, Rupp ME. A community collaborative to develop consensus guidelines to standardize out-of-hospital maintenance care of central venous catheters[J]. J Infus Nurs, 2015, 38(2): 115-121. DOI: 10.1097/NAN.0000000000000092.
- [14] Loftus RW, Koff MD, Burchman CC, et al. Transmission of pathogenic bacterial organisms in the anesthesia work area[J]. Anesthesiology, 2008, 109(3): 399-407. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318182c855.
- [15] Yagaraj JS, Elward AM, Fraser VJ. Rate, risk factors, and outcomes of nosocomial primary bloodstream infection in pediatric intensive care unit patients[J]. Pediatrics, 2002, 110(3):481-485. DOI: 10.1542/peds.110.3.481.
- [16] Polkinghorne KR, Chin GK, MacGinley RJ, et al. KHA-CARI guideline: vascular access-central venous catheters, arteriovenous fistulae and arteriovenous grafts[J]. Nephrology (Carlton), 2013, 18(11): 701-705. DOI: 10.1111/nep.12132.
- [17] Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, et al. Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site[J]. N Engl J Med, 2015, 373(13):1220-1229. DOI: 10.1056/NEJMoa1500964.
- [18] Parienti JJ, Thirion M, Mégarbane B, et al. Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial[J]. JAMA, 2008, 299(20):2413-2422. DOI: 10.1001/jama.299.20.2413.
- [19] Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial[J]. JAMA, 2001, 286(6): 700-707. DOI: 10.1001/jama.286.6.700.
- [20] O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections [J]. Clin Infect Dis, 2011, 52(9):e162-e193. DOI: 10.1093/cid/cir257.
- [21] Dezfoulian C, Lavelle J, Nallamothu BK, et al. Rates of infection for single-lumen versus multilumen central venous catheters: a meta-analysis[J]. Crit Care Med, 2003, 31(9): 2385-2390. DOI: 10.1097/01.CCM.0000084843.31852.01.
- [22] Marshall 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. DOI: 10.1086/676533.
- [23] Gorski LA. A look at 2021 infusion therapy standards of practice[J]. Home Healthc Now, 2021, 39(2): 62-71. DOI: 10.1097/NHH.0000000000000972.
- [24] Rupp ME, Yu S, Huerta T, et al. Adequate disinfection of a split-septum needleless intravascular connector with a 5-second alcohol scrub[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2012, 33(7):661-665. DOI: 10.1086/666337.
- [25] Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 1(1): CD011447. DOI: 10.1002/14651858.CD011447.
- [26] Cartier V, Haenny A, Inan C, et al. No association between ultrasound-guided insertion of central venous catheters and bloodstream infection: a prospective observational study[J]. J Hosp Infect, 2014, 87(2): 103-108. DOI: 10.1016/j.jhin.2014.03.009.
- [27] Rossetti F, Pittiruti M, Lamperti M, et al. The intracavitary ECG method for positioning the tip of central venous access devices in pediatric patients: results of an Italian multicenter study[J]. J Vasc Access, 2015, 16(2):137-143. DOI: 10.5301/jva.5000281.
- [28] Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice



- guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 update by the Infectious Diseases Society of America[J]. *Clin Infect Dis*, 2009, 49(1):1-45. DOI: 10.1086/599376.
- [29] Tabak YP, Jarvis WR, Sun X, et al. Meta-analysis on central line-associated bloodstream infections associated with a needleless intravenous connector with a new engineering design[J]. *Am J Infect Control*, 2014, 42(12): 1278-1284. DOI: 10.1016/j.ajic.2014.08.018.
- [30] Wright MO, Tropp J, Schora DM, et al. Continuous passive disinfection of catheter hubs prevents contamination and bloodstream infection[J]. *Am J Infect Control*, 2013, 41(1): 33-38. DOI: 10.1016/j.ajic.2012.05.030.
- [31] Kamboj M, Blair R, Bell N, et al. Use of disinfection cap to reduce central-line-associated bloodstream infection and blood culture contamination among hematology-oncology patients[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2015, 36(12):1401-1408. DOI: 10.1017/ice.2015.219.
- [32] Ema Y, Nishiwaki K. [Prevention of catheter-related bloodstream infections in the operation room] [J]. *Masui*, 2010, 59(5):577-584.
- [33] Loftus RW, Muffy MK, Brown JR, et al. Hand contamination of anesthesia providers is an important risk factor for intraoperative bacterial transmission[J]. *Anesth Analg*, 2011, 112(1): 98-105. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181e7ce18.
- [34] Sandoe JA, Kumar B, Stoddart B, et al. Effect of extended perioperative antibiotic prophylaxis on intravascular catheter colonization and infection in cardiothoracic surgery patients[J]. *J Antimicrob Chemother*, 2003, 52(5): 877-879. DOI: 10.1093/jac/dkg442.
- [35] Koff MD, Loftus RW, Burchman CC, et al. Reduction in intraoperative bacterial contamination of peripheral intravenous tubing through the use of a novel device[J]. *Anesthesiology*, 2009, 110(5): 978-985. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181a06ec3.
- [36] Jardine LA, Inglis GD, Davies MW. Prophylactic systemic antibiotics to reduce morbidity and mortality in neonates with central venous catheters[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2008, 2008(1): CD006179. DOI: 10.1002/14651858.CD006179.pub2.
- [37] Gorski LA. The 2016 infusion therapy standards of practice[J]. *Home Healthc Now*, 2017, 35(1): 10-18. DOI: 10.1097/NHH.0000000000000481.
- [38] Zhang Y, Zhao R, Jiang N, et al. A retrospective observational study on maintenance and complications of totally implantable venous access ports in 563 patients: prolonged versus short flushing intervals[J]. *Int J Nurs Sci*, 2021, 8(3):252-256. DOI: 10.1016/j.ijnss.2021.05.005.
- [39] Bruyère R, Soudry-Faure A, Capellier G, et al. Comparison of heparin to citrate as a catheter locking solution for non-tunneled central venous hemodialysis catheters in patients requiring renal replacement therapy for acute renal failure (VERROU-REA study): study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2014, 15:449. DOI: 10.1186/1745-6215-15-449.
- [40] Timsit JF, Rupp M, Bouza E, et al. A state of the art review on optimal practices to prevent, recognize, and manage complications associated with intravascular devices in the critically ill[J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(6): 742-759. DOI: 10.1007/s00134-018-5212-y.
- [41] Berenholtz SM, Pronovost PJ, Lipsett PA, et al. Eliminating catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit[J]. *Crit Care Med*, 2004, 32(10):2014-2020. DOI: 10.1097/01.ccm.0000142399.70913.2f.
- [42] Casey J, Davies J, Balshaw-Greer A, et al. Inserting tunnelled hemodialysis catheters using elective guidewire exchange from nontunnelled catheters: is there a greater risk of infection when compared with new-site replacement? [J]. *Hemodial Int*, 2008, 12(1): 52-54. DOI: 10.1111/j.1542-4758.2008.00240.x.
- [43] Cook D, Randolph A, Kernerman P, et al. Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature[J]. *Crit Care Med*, 1997, 25(8): 1417-1424. DOI: 10.1097/00003246-199708000-00033.
- [44] Panse J, Tölle D, Fiegle E, et al. Scheduled removal of central venous catheters (CVC) to prevent CVC-related bloodstream infections in patients with hematological disease or autologous stem cell transplantation: a registry-based randomized simulation-study[J]. *Ann Hematol*, 2022, 101(10): 2317-2324. DOI: 10.1007/s00277-022-04958-w.
- [45] Chaftari AM, El Zakhem A, Jamal MA, et al. The use of minocycline-rifampin coated central venous catheters for exchange of catheters in the setting of staphylococcus aureus central line associated bloodstream infections[J]. *BMC Infect Dis*, 2014, 14: 518. DOI: 10.1186/1471-2334-14-518.
- [46] Hou SM, Chou PC, Huang CH, et al. Is guidewire exchange a better approach for subclavian vein re-catheterization for chronic hemodialysis patients? [J]. *Thromb Res*, 2006, 118(4):439-445. DOI: 10.1016/j.thromres.2005.08.010.
- [47] Maraolo AE, Cascella M, Corcione S, et al. Management of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* in the intensive care unit: state of the art[J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2017, 15(9):861-871. DOI: 10.1080/14787210.2017.1367666.
- [48] Akova M, Daikos GL, Tzouveleakis L, et al. Interventional strategies and current clinical experience with carbapenemase-producing Gram-negative bacteria[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2012, 18(5):439-448. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2012.03823.x.
- [49] Bell T, O'Grady NP. Prevention of central line-associated bloodstream infections[J]. *Infect Dis Clin North Am*, 2017, 31(3):551-559. DOI: 10.1016/j.idc.2017.05.007.
- [50] Fowler VG Jr, Boucher HW, Corey GR, et al. Daptomycin versus standard therapy for bacteremia and endocarditis caused by *Staphylococcus aureus*[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355(7):653-665. DOI: 10.1056/NEJMoa053783.
- [51] Holland TL, Arnold C, Fowler VG Jr. Clinical management of staphylococcus aureus bacteremia: a review[J]. *JAMA*, 2014, 312(13):1330-1341. DOI: 10.1001/jama.2014.9743.
- [52] Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355(26): 2725-2732. DOI: 10.1056/NEJMoa061115.

