

- syndrome-current recommendations and future directions [J]. J Pediatr Adolesc Gynecol, 2016, 29(4): 320-325.
- [31] LANCIOTTI L, COFINI M, LEONARDI A, et al. Different clinical presentations and management in complete androgen insensitivity syndrome (CAIS) [J]. Int J Environ Res Public Health, 2019, 16(7): 1268.
- [32] GAVA G, MANCINI I, ORSILI I, et al. Bone mineral density, body composition and metabolic profiles in adult women with complete androgen insensitivity syndrome and removed gonads using oral or transdermal estrogens [J]. Eur J Endocrinol, 2019, 181(6): 711-718.
- [33] WISNIEWSKI A B, BATISTA R L, COSTA E M F, et al. Management of 46, XY differences/disorders of sex development (DSD) throughout life [J]. Endocr Rev, 2019, 40(6): 1547-1572.
- [34] LEK N, TADOKORO-CUCCARO R, WHITCHURCH J B, et al. Predicting puberty in partial androgen insensitivity syndrome: use of clinical and functional androgen receptor indices [J]. E Bio Medicine, 2018, 36: 401-409.
- [35] KOHLER B, LUMBROSO S, LEGER J, et al. Androgen insensitivity syndrome: somatic mosaicism of the androgen receptor in seven families and consequences for sex assignment and genetic counseling [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2005, 90(1): 106-111.
- [36] JOHNSON E K, FINLAYSON C, FINNEY E L, et al. Gonadal tissue cryopreservation for children with differences of sex development [J]. Horm Res Paediatr, 2019, 92(2): 84-91.
- [37] ISLAM R, LANE S, WILLIAMS S A, et al. Establishing reproductive potential and advances in fertility preservation techniques for XY individuals with differences in sex development [J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2019, 91(2): 237-244.
- (编辑:曾敏莉)  
(收稿日期:2020-08-08 修回日期:2020-10-15)

doi:10.13407/j.cnki.jpp.1672-108X.2023.04.017

• 综述 •

## 导管相关性血流感染的研究进展

熊月 综述,赵瑞秋 审校(重庆医科大学附属儿童医院,儿童发育疾病研究教育部重点实验室,国家儿童健康与疾病临床医学研究中心,儿童感染免疫重庆市重点实验室,重庆 400014)

[中图分类号]R472

[文献标识码]A

[文章编号]1672-108X(2023)04-0063-04

### Research Progress of Catheter-Related Bloodstream Infection

Xiong Yue, Zhao Ruiqiu (Children's Hospital of Chongqing Medical University, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Chongqing Key Laboratory of Children's Infection and Immunity, Chongqing 400014, China)

随着医疗技术的进一步发展以及危重症患者的病情需要,静脉导管技术在临床上的应用逐渐增加。静脉导管主要用于血流动力学监测、重复采血、胃肠外营养、血液净化以及肿瘤患者的长期化疗等,给临床工作带来了极大的方便。但静脉留置导管作为一项侵入性的操作,容易出现相关并发症,导管相关性血流感染(catheter-related bloodstream infection, CRBSI)则是其中重要的并发症。静脉留置导管破坏了皮肤的完整性,病原体(包括细菌、真菌等)可经破损的皮肤处沿导管入侵患者体内并繁殖,导致血流感染甚至全身性感染,严重危害患者的健康,延长患者住院时间,增加患者病死率,增加住院费用。因此,导管相关性血流感染是医院感染的重点防控指标,在临床工作中受到极大关注。

#### 1 导管相关性血流感染的流行病学

导管相关性血流感染目前公认的定义来自于美国国家院内感染监控系统(National Nosocomial Infection

Surveillance System, NNIS)<sup>[1]</sup>:带有血管内导管或拔除血管内导管 48 h 内出现菌血症或真菌血症,并伴有发热(>38 ℃)、寒颤或低血压等感染表现,外周静脉血培养出细菌或真菌,或从导管端和外周血培养出相同种类、相同药敏结果的致病菌。近年来随着静脉导管应用增多,CRBSI 在成人有较多研究,儿童相关研究数量较少。

Maki D 等<sup>[2]</sup>对 1966 年 1 月 1 日至 2005 年 7 月 1 日发表的 200 篇成人 CRBSI 的报告进行系统评价,显示 CRBSI 发生率为每千导管日 1.7~2.7 例次。NNIS 报告 2002-2004 年成人 ICU 的 CRBSI 发生率为每千导管日 2.7~7.4 例次<sup>[1]</sup>。Peng S 等<sup>[3]</sup>报道 2013 年中国医科大学附属盛京医院 ICU 的 174 例患者 CRBSI 发生率为每千导管日 11.0 例次。上述研究显示成人 ICU 的 CRBSI 发生率较高。

Moon H 等<sup>[4]</sup>对 2011-2015 年在首尔国立大学儿童医院接受治疗的 155 例患儿的研究显示,CRBSI 发生率为每千导管日 0.93 例次。Miliaraki M 等<sup>[5]</sup>报道 2017 年

伊拉克利翁大学附属医院儿科血液肿瘤科 91 例患儿的 CRBSI 发生率为每千导管日 2.62 例次。Richards M 等<sup>[6]</sup> 1999 年的研究显示, PICU 的 CRBSI 发生率为每千导管日 7.3 例次, 是同期美国全国成人 ICU 中的 2 倍多。在 1992-2001 年期间, NNIS 报告 PICU 的 CRBSI 发生率高达每千导管日 7.6 例次<sup>[7]</sup>。Almuneef M 等<sup>[8]</sup> 报道 2006 年沙特阿拉伯 50 例 PICU 患儿 CRBSI 发生率为每千导管日 20.06 例次。Ozsurekci Y 等<sup>[9]</sup> 对 2016 年土耳其安卡拉赫巴特特佩大学医学院儿科病房 24 例确诊的儿童 CRBSI 研究发现, 患有获得性和先天性免疫缺陷的儿童以及极度未成熟的新生儿发生 CRBSI 的风险最高。由此可见, PICU 发生 CRBSI 的风险要高于成人 ICU, PICU 的 CRBSI 的发生率比其他病房高。

## 2 导管相关性血流感染的危险因素

### 2.1 导管留置时间

程荣<sup>[10]</sup> 对 2016 年 1 月至 2017 年 12 月临汾市中心医院 ICU 发生的 252 例成人 CRBSI 的研究显示, 导管留置时间 >72 h 后, 每增加 1 d 感染率增加 1%, 5~7 d 为高峰期。徐海瑛等<sup>[11]</sup> 对 2016 年陕西省安康市妇幼保健院 34 例确诊 CRBSI 儿童进行研究, 显示导管留置时间是 CRBSI 发生的危险因素 [OR = 1.197, 95% CI (1.469, 2.342),  $P < 0.05$ ]。Hsu J 等<sup>[12]</sup> 对 2010 年台湾桃园长庚纪念医院 267 例低出生体质量新生儿的研究同样也证明导管留置时间为 CRBSI 的危险因素 ( $P < 0.01$ )。以上均显示导管留置时间是导管相关性血流感染的危险因素, 其原因可能为随着静脉置管时间延长, 导管表面可形成纤维蛋白鞘, 皮肤穿刺部位细菌可沿导管表面繁殖、迁移、粘附、定植, 并沿导管表面向体内迁移并大量生长繁殖, 然后释放入血引起菌血症及临床症状<sup>[13]</sup>。

### 2.2 导管留置部位

程荣<sup>[10]</sup> 的成人研究还显示股静脉、颈内静脉较锁骨下静脉更易发生 CRBSI, 建议首选锁骨下静脉, 其次为颈内静脉, 建议应避免股静脉作为中心静脉穿刺部位。Goede M 等<sup>[14]</sup> 关于导管相关性血流感染的危险因素的综述研究显示, 当使用股静脉置管时 CRBSI 增加了 2~3 倍。Hsu J 等<sup>[12]</sup> 在 2010 年针对中国台湾桃园长庚纪念医院 267 例发生 CRBSI 的低出生体质量新生儿的研究显示, 在股静脉处留置导管的风险高于大隐静脉、小隐静脉、正中静脉等非股静脉处 [OR = 1.76, 95% CI (1.01, 3.07),  $P = 0.045$ ]。

来自儿童的研究也得出类似的结论。王文超等<sup>[15]</sup> 对 2000 年 1 月至 2020 年 6 月发表的关于儿童发生 CRBSI 的 16 篇文献进行的系统评价分析显示, 在 PICU 及 NICU 股静脉置管均为 CRBSI 危险因素 [OR = 2.32, 95% CI (1.84, 2.94)]、[OR = 1.71, 95% CI (1.08, 2.70)]。分析原因可能为股静脉接近会阴部, 易被细菌污染, 同时皮肤褶皱多, 容易产生大量细菌定植, 故在有其他部位可选择时, 不建议选择股静脉作为穿刺点。

### 2.3 全胃肠外营养(TPN)

Viviane R 等<sup>[16]</sup> 2018 年对 14 篇新生儿 CRBSI 的危险因素的系统评价显示, 胃肠外营养是新生儿发生导管相关性血流感染的重要危险因素。王文超等<sup>[15]</sup> 的系统评价显示, 在 PICU 及 NICU 肠外营养均为 CRBSI 发生的危险因素, 合并 OR (95% CI) 分别为 10.60 (6.44, 17.47)、2.60 (1.25, 5.41)。其原因可能为肠外营养液中含有大量糖、脂质、蛋白质, 是病原微生物良好的培养基, 微生物可在其中大量繁殖, 营养液中的营养物质还有利于病原微生物形成生物膜, 抵抗宿主的免疫系统及抗菌药物的攻击<sup>[13]</sup>。

### 2.4 低出生体质量儿

Ozsurekci Y 等<sup>[9]</sup> 对 2016 年土耳其安卡拉赫巴特特佩大学医学院儿科病房 24 例确诊的儿童 CRBSI 的研究显示, 极度未成熟的新生儿 CRBSI 的风险最高。Perlman S 等<sup>[17]</sup> 对 2007 年哥伦比亚大学梅尔曼公共卫生学院儿科的 NICU 中 2 935 例新生儿 CRBSI 的危险因素研究中显示, 低出生体质量是其重要危险因素 [RR = 1.60, 95% CI (1.14, 2.24)]。这可能与低出生体质量儿、尤其是极低乃至超低出生体质量儿各器官系统尚未发育成熟, 免疫器官及免疫屏障不完善, 患儿发生感染的风险高。

另外, 在一些成人的研究中还报道了导管相关性血流感染与患者年龄<sup>[18]</sup>、患者是否合并糖尿病<sup>[13,18]</sup> 以及导管材料<sup>[19]</sup> 相关。

## 3 导管相关性血流感染的病原分布

### 3.1 细菌

3.1.1 PICU 及 NICU 2006 年沙特阿拉伯 50 例 PICU 发生的 CRBSI 中<sup>[8]</sup>, 检出的病原体以革兰阴性菌 (44/73, 60.3%) 为多; 检出率排名前 3 位的病原菌分别是肺炎克雷伯菌 (12/73, 16.4%)、凝固酶阴性葡萄球菌 (10/73, 13.7%)、铜绿假单胞菌 (8/73, 11.0%)。2019 年谢淑霞等<sup>[20]</sup> 对高州市人民医院 NICU 收治的 225 例留置中心静脉导管的早产儿研究显示, CRBSI 的病原以革兰阴性菌为主 (23/33, 69.70%); 检出率最高的为肺炎克雷伯菌 (12/33, 36.36%), 其次为真菌 (8/33, 24.24%), 均为念珠菌属, 革兰阳性菌检出率仅 6.06% (2/33)。曹云<sup>[21]</sup> 对中国 25 家 NICU 中早产儿置管的 CRBSI 患儿的病原学分析显示: CRBSI 以革兰阴性菌 (265/573, 46.2%) 为主, 其中肺炎克雷伯菌占 49.8% (132/265); 其次为革兰阳性菌 (194/573, 33.9%), 其中凝固酶阴性葡萄占 66.5% (129/194); 真菌占 19.9% (114/573), 其中念珠菌占 78.9% (90/114)。因此, 在儿童 ICU 病房中常见的 CRBSI 病原主要为革兰阴性菌, 包括肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌等, 可能与其广泛分布在重症监护室等病房环境中以及输液材料的污染有关<sup>[13]</sup>。

3.1.2 其他病房 Ozsurekci Y 等<sup>[9]</sup> 对 2016 年土耳其安卡拉赫巴特特佩大学医学院儿科病房 24 例确诊的儿童 CRBSI 的研究显示, 检出的病原体以革兰阳性菌 (12/24,

50.0%)为主。检出率最高的病原菌为表皮葡萄球菌(7/24, 29.2%),其次为肺炎克雷伯菌(4/24, 16.7%)、大肠埃希菌(3/24, 12.5%)。Kara T 等<sup>[22]</sup>对 2010 年 1 月至 2015 年 11 月土耳其安卡拉大学医学院儿科病房 CRBSI 患儿的研究显示,最常检测到的病原体是耐甲氧西林凝固酶阴性葡萄球菌(15/81, 18.5%),其次为铜绿假单胞菌(12/81, 14.8%)、肺炎克雷伯菌(10/81, 12.3%)。Zakhour R 等<sup>[23]</sup>对 2017 年安德森癌症中心接受治疗的 92 例 CRBSI 儿童研究显示,病原菌以革兰阳性菌(58/92, 63.04%)为主,其中凝固酶阴性葡萄球菌(CoNS)是主要病原微生物(34/92, 37%)。以上显示在非 ICU 的其他儿科病房中,CRBSI 病原中最常见的病原菌为凝固酶阴性葡萄球菌,该菌为寄居于皮肤表面的正常菌群,可附着于导管表面,并经穿刺点沿导管表面向患者体内入侵、繁殖,引起血流感染<sup>[24]</sup>。

### 3.2 真菌

2006 年沙特阿拉伯 50 例 PICU 的 CRBSI 中<sup>[8]</sup>,检出 6 株真菌均为念珠菌属。Kara T 等<sup>[22]</sup>报道土耳其安卡拉大学医学院儿科病房 60 例 CRBSI 患儿中,6 例患儿检测到真菌,均为念珠菌属。曹云<sup>[21]</sup>对中国 25 家 NICU 中早产儿置管的 CRBSI 患儿的病原学分析显示,真菌占 19.9%(114/573),念珠菌占其中 78.9%(90/114)。Hajjej Z 等<sup>[13]</sup>对 2013 年突尼斯军事医院 ICU 260 例成人患者 CRBSI 的病原分析显示,念珠菌占 7.5%。故真菌也是 CRBSI 的重要病原,以念珠菌属为主,其为条件致病菌,在机体免疫力低下时体内定植的菌株繁殖可造成局部或者全身感染。

## 4 导管相关性血流感染的预防

预防 CRBSI 发生的建议:手卫生、导管插入时的无菌屏障预防措施、2%氯己定用于皮肤消毒、使用无菌半透明敷料以方便日常检查、导管出口护理、避免在股静脉插入中心静脉导管、不再需要时立即取出导管、留置 3 d 后常规取出外周静脉导管、管道和给药装置的常规更换等,另外如果放置预计超过 21 d,应使用隧道双腔导管<sup>[25-26]</sup>。

目前关于抗菌剂浸渍处理后的导管在预防 CRBSI 方面的研究也较多,抗菌剂浸渍后可确保沿导管全长有适当浓度的抗微生物剂,以防止菌落形成<sup>[27]</sup>。目前有两种常用的导管:氯己定-磺胺嘧啶银(防腐剂浸渍)和米诺环素-克林霉素-利福平(抗生素浸渍)。Veenstra D 等<sup>[28]</sup>对已发表的 11 项研究进行 Meta 分析,比较了氯己定-磺胺嘧啶银静脉导管和未涂层导管,结果显示有 0.56 的优势比倾向于使用防腐涂层导管。Darouiche R 等<sup>[29]</sup>的一项单次前瞻性随机试验比较了浸渍有防腐剂的导管和浸渍有米诺环素-利福平的导管,结果显示后者的 CRBSI 显著降低(米诺环素-利福平导管为 0.3%,氯己定-磺胺嘧啶银导管为 3.4%)。然而,关于抗菌剂浸渍导管,在英国和日本已经报道了与含有氯己定的浸渍导管相关的超敏反应,尽管这种反应并不常见,但可能

与遗传倾向或以前接触过含有氯己定的产品有关<sup>[25]</sup>。说明抗菌剂浸渍处理的导管在预防导管相关性血流感染中有一定作用,但仍需注意超敏反应等不良反应,尚需进一步探索。

## 5 导管相关性血流感染的治疗

如何处理导管应视为治疗导管相关性血流感染的第一步。Rafael S 等<sup>[30]</sup>建议在大多数 CoNS CRBSI 患者中,拔管本身应被视为一种治疗措施。Goede M 等<sup>[14]</sup>、Furuichi M 等<sup>[31]</sup>研究也提出 CRBSI 的主要治疗方法是移除受感染的导管,虽然辅助抗菌药物治疗很重要,但导管移除代表了源头控制。若考虑导管为最可能的感染源,在患者病情允许情况下,通常采取拔除感染的导管,留取导管尖端培养。

全身系统的抗感染治疗同样重要。在抗菌药物的选择上,血培养和药敏结果尚未回示前通常经验性的选择抗菌药物。随着抗菌药物的广泛应用,院内多重耐药菌株增加,多重耐药所致 CRBSI 发生率随之增加,革兰阴性菌中以克雷伯菌属和假单胞菌属尤为明显,革兰阳性菌中为耐甲氧西林的凝固酶阴性葡萄球菌和金黄色葡萄球菌<sup>[3]</sup>。故在临床中,若考虑革兰阴性菌感染,通常选择第三代头孢菌素/ $\beta$ 内酰胺酶抑制剂、氨基糖苷类或碳青霉烯类抗菌药物;若考虑革兰阳性菌感染通常选择万古霉素、利奈唑胺或替考拉宁;若考虑念珠菌属感染通常选择两性霉素 B 或伏立康唑<sup>[13,32-34]</sup>。当药敏结果回示后,应根据药敏试验结果及时调整抗菌方案。一般来说,选单一抗菌药物,但在铜绿假单胞菌感染患者、中性粒细胞减少症患者或金黄色葡萄球菌败血症患者中,当导管不能安全移除时,可以考虑联合抗感染;对于无基础疾病、无混合感染及没有并发症的单纯细菌或真菌 CRBSI 应接受 10~14 d 的治疗,凝固酶阴性葡萄球菌感染可治疗 5~7 d,不能安全取出的静脉导管且存在基础疾病或混合感染或其他并发症的复杂感染应至少治疗 2 周,感染性心内膜炎患者需要至少 6 周的治疗<sup>[14]</sup>。另外,除了拔除导管及系统的抗感染以外,一般的支持及营养治疗也必不可少。

综上所述,CRBSI 在临床工作中越来越受到重视。无论是在成人或是儿童重症监护室,CRBSI 发生率相对其他病房都较高,而且儿童重症监护室发生 CRBSI 的风险高于成人。在儿童重症监护室 CRBSI 病原以革兰阴性菌为主,包括肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌等;在儿科其他病房 CRBSI 病原主要为凝固酶阴性葡萄球菌。CRBSI 的治疗首先考虑拔除感染的导管,同时系统抗感染治疗及营养支持治疗。最后,期待有更多儿科大样本 CRBSI 的研究,对未来儿童导管相关性血流感染的防治做出积极地指导作用。

## 参考文献:

- [1] National Nosocomial Infections Surveillance System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) system report, data

- summary from January 1992 through June 2004, issued October 2004 [J]. *Am J Infect Control*, 2004, 32(8): 470-485.
- [2] MAKI D, KLUGER D, CRNICH C. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies [J]. *Mayo Clin Proc*, 2006, 81(9): 1159-1171.
- [3] PENG S, LU Y. Clinical epidemiology of central venous catheter-related bloodstream infections in an intensive care unit in China [J]. *J Crit Care*, 2013, 28(3): 277-283.
- [4] MOON H, KIM S, YUN K, et al. Clinical characteristics and risk factors of long-term central venous catheter-associated bloodstream infections in children [J]. *The pediatric infectious disease journal*, 2018, 37(5): 401-406.
- [5] MILLARAKI M, KATZILAKIS N, CHRANIOTI L, et al. Central line-associated bloodstream infection in childhood malignancy: single-center experience [J]. *Pediatric Int*, 2017, 59(7): 769-775.
- [6] RICHARDS M, EDWARDS J, CULVER D, et al. Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System [J]. *Pediatrics*, 1999(103): e39.
- [7] National Nosocomial Infections Surveillance System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) system report, data summary from January 1992-June 2001, issued August 2001 [J]. *Am J Infect Control*, 2001(6): 404-421.
- [8] ALMUNEEF M, MEMISH Z, BALKHY H, et al. Rate, risk factors and outcomes of catheter-related bloodstream infection in a paediatric intensive care unit in Saudi Arabia [J]. *J Hosp Infect*, 2006, 62(2): 207-213.
- [9] OZSUREKCI Y, OKTAY A, BAYHAN C, et al. Can procalcitonin be a diagnostic marker for catheter-related blood stream infection in children? [J]. *J Pediatr*, 2016, 92(4): 414-420.
- [10] 程荣. ICU 导管相关血流感染危险因素分析及护理[J]. *医学食疗与健康*, 2019(18): 209-210.
- [11] 徐海瑛, 王健, 张礼梅, 等. 儿童中心静脉导管相关 CRBSI 的危险因素及护理策略[J]. *实用临床医药杂志*, 2017, 21(6): 204-205.
- [12] HSU J, TSAI M, HUANG H, et al. Risk factors of catheter-related bloodstream infection with percutaneously inserted central venous catheters in very low birth weight infants: a center's experience in Taiwan [J]. *Pediatr Neonatol*, 2010, 51(6): 336-342.
- [13] HAJJEJ Z, NASRI M, SELLAMI W, et al. Incidence, risk factors and microbiology of central vascular catheter-related bloodstream infection in an intensive care unit [J]. *J Infect Chemother*, 2014, 20(3): 163-168.
- [14] GOEDE M, COOPERSMITH C. Catheter-related bloodstream infection [J]. *Surg Clin N Am*, 2009, 89(2): 463-474.
- [15] 王文超, 王颖雯, 康琼芳, 等. 儿科中心静脉通路装置发生导管相关性血流感染危险因素的系统评价[J]. *中国循证儿科杂志*, 2020, 15(4): 261-268.
- [16] VIVIANE R, PAULO A, CAMARGOS C, et al. Risk factors for central venous catheter-related infections in a neonatal population-systematic review [J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2018, 94(1): 3-14.
- [17] PERLMAN S, SAIMAN L, LARSON E. Risk factors for late onset health care-associated bloodstream infections in patients in neonatal intensive care units [J]. *Am J Infect Control*, 2007(35): 177-182.
- [18] 罗杏英, 李佩球. 血液透析中心静脉导管相关性血流感染患者医院感染特点及影响因素[J]. *中华医院感染学杂志*, 2019, 29(22): 3431-3434.
- [19] 张泓. 导管相关血流感染的急诊临床诊治[J]. *临床急诊杂志*, 2019, 20(9): 672-675.
- [20] 谢淑霞, 杨汉华, 凌卫滨, 等. NICU 早产儿 PICC 相关血流感染的病原学调查及临床研究[J]. *中外医疗*, 2019, 38(18): 132-136.
- [21] 曹云. 2015 至 2018 年中国 25 家医院新生儿重症监护室早产儿中心导管相关性血流感染发生率的横断面调查[J]. *中国循证儿科杂志*, 2019, 14(4): 241-246.
- [22] KARA T, TURAL O, HALIL E, et al. Is antibiotic lock therapy effective for the implantable long-term catheter-related bloodstream infections in children? [J] *The Turkish journal of pediatrics*, 2019, 61(6): 895.
- [23] ZAKHOUR R, HACHEM R, ALAWAMI H, et al. Comparing catheter-related bloodstream infections in pediatric and adult cancer patients [J]. *Pediatric blood & cancer*, 2017, 64(10): e26537.
- [24] EDGEWORTH J. Intravascular catheter infections [J]. *J Hosp Infect*, 2009, 73(4): 323-330.
- [25] MARIK P, FLEMMER M, HARRISON W, et al. 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.
- [26] OSAMU I, MAMI S, YUKKIKO O, et al. Effect of ultrasound-guided central venous catheter insertion on the incidence of catheter-related bloodstream infections and mechanical complications [J]. *BMC Infect Dis*, 2019, 19(1): 857.
- [27] CASEY A, MERMEL L, NIGHTINGALE P, et al. Antimicrobial central venous catheters in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Infect Dis*, 2008, 8(12): 763-776.
- [28] VEENSTRA D S, SAINT S, SAHA S, et al. Efficacy of antiseptic-impregnated central venous catheters in preventing catheter-related bloodstream infection: a meta-analysis [J]. *JAMA*, 1999, 281(3): 261-267.
- [29] DAROUICHE R, RAAD I, HEARD S, et al. A comparison of two antimicrobial-impregnated central venous catheters [J]. *N Engl J Med*, 1999, 340(1): 1-8.
- [30] RAFAEL S, IVAN M, MARIO F, et al. A short course of antibiotic treatment is safe after catheter withdrawal in catheter-related bloodstream infections due to coagulase-negative *Staphylococci* [J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2019, 38(5): 977-983.
- [31] FURUICHI M, MIYAIRI I. Risk factors for persistent bacteremia in infants with catheter-related bloodstream infection due to coagulase-negative *Staphylococcus* in the neonatal intensive care unit [J]. *J Infect Chemother*, 2016, 22(12): 785-789.
- [32] SAURABH Z, PUNIT J, ANANT G, et al. Antibiotic lock therapy for salvage of tunneled central venous catheters with catheter colonization and catheter-related bloodstream infection [J]. *Transpl Infect Dis*, 2019, 21(1): e13017.
- [33] GAHLOT R, NIGAM C, KUMAR V, et al. Catheter-related bloodstream infections [J]. *International journal of critical illness and injury science*, 2014, 4(2): 162-167.
- [34] WU M, XU W, AI S, et al. Analysis on bacterial culture and drug sensitivity of catheter-related bloodstream infection in hemodialysis patients with uremia [J]. *China medical equipment*. 2020, 17(4): 110-113.

(编辑:杨丹)

(收稿日期:2020-10-18 修回日期:2021-03-01)