

· 指南与共识 ·

严重烧伤患者深静脉置管操作和管理的 全国专家共识 (2020 版)

中华医学会烧伤外科学分会

通信作者: 郇京宁, 深圳大学第一附属医院 (深圳市第二人民医院) 烧伤整形科 518035, 上海交通大学医学院附属瑞金医院烧伤整形科 200025, Email: jnhuan@sina.com; 陈昭宏, 福建医科大学附属协和医院烧伤科, 福州 350001, Email: doctorczh@163.com; 吴军, 深圳大学第一附属医院 (深圳市第二人民医院) 烧伤整形科 518035, Email: junwupro@126.com

【摘要】 严重烧伤患者深静脉置管是预防烧伤休克、监测血流动力学变化和进行静脉营养支持的重要途径和手段。虽然深静脉置管已经被广泛应用, 但目前尚无标准和规范化的操作和管理流程。为更科学、规范地指导严重烧伤患者深静脉置管的操作和管理, 本共识编写组组织以中华医学会烧伤外科学分会第十届委员为主的国内烧伤界专家, 主要从深静脉导管类型及置管部位的选择、置管操作方法、导管维护、导管相关性并发症的预防和处理等方面进行讨论, 形成本共识, 以期严重烧伤患者深静脉置管的操作和管理提供实践依据和指导。

【关键词】 烧伤; 感染; 深静脉置管; 共识

National expert consensus on the operation and management of deep vein catheterization in severe burn patients (2020 version)

Chinese Burn Association

Corresponding authors: Huan Jingning, Department of Burns and Plastic Surgery, the First Affiliated Hospital of Shenzhen University, Shenzhen Second People's Hospital, Shenzhen 518035, China, Department of Burn, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China, Email: jnhuan@sina.com; Chen Zhaohong, Department of Burns, Fujian Medical University Union Hospital, Fuzhou 350001, China, Email: doctorczh@163.com; Wu Jun, Department of Burns and Plastic Surgery, the First Affiliated Hospital of Shenzhen University, Shenzhen Second People's Hospital, Shenzhen 518035, China, Email: junwupro@126.com

【Abstract】 Deep vein catheterization is an important method to prevent and treat burn shock in severe burn patients,

monitor hemodynamic changes and provide venous nutritional support. Although deep vein catheterization has been applied widely, there is no standard operation and management process. In order to guide the operation and management of deep vein catheterization in severe burn patients in a more scientific and standard manner, the consensus writing group organized domestic experts in burn field, most of whom are members of the 10th Committee of Chinese Burn Association to discuss and reach a consensus mainly in selection of deep vein catheter and the catheterization site, the method of catheterization operation, catheter maintenance, and prevention and treatment of catheter-related complications. This consensus aims to provide practical basis and guidance for the operation and management of deep vein catheterization in severe burn patients.

【Key words】 Burns; Infection; Deep vein catheterization; Consensus

严重烧伤患者常因体液丢失引起有效循环血量锐减从而导致低血容量性休克, 迅速建立补液通道, 为患者提供“及时、快速、足量”的补液是防治烧伤休克的重要原则。深静脉置管既可以为烧伤患者补液, 又可以进行血流动力学监测和静脉营养支持。随着医学的发展, 经外周静脉穿刺的中心静脉导管 (PICC) 因操作简单、安全性较高且成本较低已被用于烧伤患者的临床救治。

随着深静脉导管的广泛使用, 导管相关性感染 (CRI) 已经成为深静脉置管的主要并发症和院内获得性感染的常见原因之一^[1]。美国 ICU 每年约有 80 000 例患者发生深静脉 CRI, 每千导管日感染发生率可达 1.8‰~5.2‰^[2], 感染所导致的病死率高达 12%~25%^[3]。国内每千导管日感染发生率为 11‰, 其中呼吸科 ICU 为 2.1‰, 外科 ICU 为 5.1‰, 创伤科 ICU 为 5.5‰, 而烧伤科 ICU 高达 30.2‰^[4-5]。国内 ICU 导管使用率已经达到 72.8%, CRI 的发生率更高。烧伤患者每千导管日 CRI 发生率可达 50.14‰, 每千导管日导管相关性血流感染 (CRBSI)

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201122-00487

本文引用格式: 中华医学会烧伤外科学分会. 严重烧伤患者深静脉置管操作和管理的全国专家共识 (2020 版) [J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37 (2): 101-112. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201122-00487.

Chinese Burn Association. National expert consensus on the operation and management of deep vein catheterization in severe burn patients (2020 version) [J]. Chin J Burns, 2021, 37 (2): 101-112. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201122-00487.

的发生率为 18.7%^[6],表明严重烧伤患者是 CRI 的高危人群,预防 CRI 对严重烧伤的救治至关重要^[5]。但是针对烧伤患者静脉导管置管部位选择、操作方法、导管维护、导管相关性并发症的预防和处理,目前尚无标准和规范的流程。因此,本共识编写组通过查阅文献、专家讨论等方式,根据 Delphi 分级标准(表 1),组织以中华医学会烧伤外科学分会第十届委员为主的国内部分烧伤界专家编写《严重烧伤患者深静脉置管操作和管理的全国专家共识(2020 版)》,以期临床实践提供依据和指导。

表 1 Delphi 分级标准

推荐强度	各推荐强度标准	研究分级	各级研究分级标准
A	至少 2 项 I 级研究结果支持	I	大样本、随机研究,结论确定,假阳性或假阴性错误的风险较低
B	仅有 1 项 I 级研究结果支持	II	小样本、随机研究,结论不确定,假阳性或假阴性错误的风险较高
C	仅有 II 级研究结果支持	III	非随机,同期对照研究
D	至少有 1 项 III 级研究结果支持	IV	非随机,历史对照研究和专家意见
E	仅有 IV 级或 V 级研究结果支持	V	系列病例报道,非对照研究和专家意见

注:A 表示强烈推荐,B 表示推荐,C、D、E 表示建议,但建议强度递减

1 严重烧伤患者深静脉置管适应证

严重烧伤患者需要大量、快速地输入晶体溶液、胶体溶液以实施液体复苏,需要输入抗生素、高能营养液、生命支持药物等以维持临床治疗,需要密切监测血流动力学指标以了解病情变化,需要血液净化治疗以维护内环境稳定。因此,严重烧伤患者建立人工静脉通道具有其必要性。

20 世纪 90 年代以前,国内大面积烧伤患者通常选择外周静脉置管或静脉切开的方式建立人工静脉通道。由于大面积严重烧伤患者输液持续时间长、外周表浅静脉常常损伤,因此建立和维护静脉通道曾经是烧伤救治的棘手问题。近 20 年来,随着深静脉置管技术日益成熟、血流动力学监测技术被广泛使用,深静脉置管已成为烧伤患者临床治疗的常规手段。深静脉置管属于机体侵入性操作,伴有感染、血管机械性损伤、深静脉血栓等并发症发生的风险,且深静脉导管是血流感染和 CRBSI 的潜在感染源^[7-9]。与建立外周静脉通道相比,行深静脉置管的烧伤患者 CRBSI 发生率明显提高,且烧伤面积越大,CRBSI 发生率越高^[10]。CRBSI 不仅延长患者住

院时间,加重医疗资源消耗,而且会导致严重不良预后,已成为严重烧伤患者常见病死原因之一。因此,合理使用、减少滥用、及时去除不必要的深静脉导管是降低烧伤患者 CRBSI 发生率的重要因素。

目前,尚没有关于烧伤面积和深静脉置管关系的研究。基于专家们的临床经验,对大面积烧伤患者而言,外周静脉通道存在输液速度慢、血液易凝固堵塞静脉、导管固定不牢靠等不足,而深静脉导管则更有利于液体复苏的管理;中小面积烧伤患者液体需要量相对较少,并且通常保留有完好外周静脉,应该首先考虑选择外周静脉建立静脉通路。

专家推荐意见(证据等级为 IV,推荐强度为 E):大面积和特大面积烧伤患者及需要血流动力学监测和血液净化治疗患者选择深静脉置管建立人工静脉通道,中、小面积烧伤患者选用外周静脉;一旦不需要使用深静脉导管,或者外周静脉可以替代使用时,应该及时拔除深静脉导管。

2 烧伤患者常用深静脉导管类型

烧伤患者深静脉置管的导管根据穿刺部位可分为中心静脉导管(CVC,除非特别说明,CVC 均为非隧道式)和 PICC(表 2)。CVC 根据导管形态可分为单腔导管和多腔导管。与单腔导管相比,多腔导管的医疗操作增多,可导致 CRBSI 发生的风险增加^[11-12],但是多腔导管可满足烧伤患者多种液体同时输注及监测的需要^[13]。近年来,PICC 在烧伤患者中的应用日益增加,目的在于试图减少并发症的发生。针对外科 ICU 和烧伤患者的临床研究表明,与 CVC 相比,应用 PICC 的 CRBSI 等发生率较低^[14-15]且应用 PICC 后 CRI 的发生与烧伤面积、住院时间密切相关^[16]。另一项单中心回顾性临床研究表明,烧伤患者应用 PICC 后上肢深静脉血栓的发生率为 5.5%,深静脉血流感染发生率为 4.3%,高于应用 CVC 的烧伤患者。在烧伤早期,严重烧伤患者处于血液高凝状态,此时使用 PICC,患者并发上肢深静脉血栓的风险较大,导致肺栓塞的风险增加^[17]。国内一项研究证实,烧伤患者应用 PICC 后某些不良反应的发生率低于应用 CVC,但是该研究未涉及 CRBSI 的发生率^[18]。目前 PICC 在烧伤患者中的应用缺乏随机对照临床研究证据,结论不明确,尚未作为烧伤患者的常规治疗手段。

专家推荐意见(证据等级为 IV,推荐强度为 E):烧伤休克期液体复苏阶段,一般选用单腔导管置管;应用于特重度烧伤液体复苏、烧伤脓毒症或

表 2 烧伤患者常用的中心静脉导管类型和长度及常用穿刺部位

导管类型	导管长度	常用穿刺部位
中心静脉导管	≥8 cm, 但受患者身材影响	经皮穿刺进入中心静脉(颈内静脉、锁骨下静脉、股静脉)
经外周静脉穿刺置入的中心静脉导管	≥20 cm, 但受患者身材影响	经贵要静脉、头静脉或肱静脉进入上腔静脉

MOF 治疗时, 可选择多腔导管; 烧伤休克期后可以根据病情和医院条件选用 PICC。

3 置管部位选择

烧伤患者不同部位深静脉置管各有利弊(表 3)。导管穿刺部位的选择应充分考虑导管的安全性和适用性, 最大限度避免导管感染、损伤和相关并发症的发生。烧伤患者穿刺部位的选择应考虑到穿刺部位细菌菌落定植情况和易感性、穿刺技术的熟练程度、导管留置时间和并发症发生率等, 尤其是与烧伤创面的位置关系, 临床上应根据患者实际情况, 综合考虑各种影响因素选择置管部位。

表 3 烧伤患者不同深静脉置管部位的优点和不足

置管部位	优点	不足
锁骨下静脉	大血管、流速高, 敷料易固定, 对患者限制少, 感染可能性小	离肺尖近, 易造成气胸; 靠近锁骨下动脉; 止血困难
颈内静脉	血管较粗, 易于定位和穿刺; 右颈内静脉穿刺优于左颈内静脉, 右侧颈内静脉与无名静脉、上腔静脉几乎成一条直线, 且右侧无胸导管; 并发症发生率低	离颈动脉近, 敷料不易固定, 穿刺点容易被污染
股静脉	血管较粗, 易于定位和穿刺, 急救时有优势	限制患者运动, 易形成血栓和感染; 可能穿入股动脉; 敷料不易固定
颈外静脉	静脉暴露明显, 容易固定	穿刺点易被污染, 敷料不易固定, 送管困难

3.1 穿刺部位与感染

多项研究显示, 股静脉置管的感染等并发症发生率远高于颈内静脉和锁骨下静脉; 股静脉和颈内静脉较锁骨下静脉导管置入点细菌定植发生更早, 增加了 CRBSI 的风险; 右侧颈内静脉的细菌定植发生率为 31%, 低于左侧的 53%; 左侧锁骨下静脉细菌定植发生率为 15%, 低于右侧的 27%; 常用深静脉导管 CRI 和 CRBSI 发生的风险从高到低为股静脉、颈内静脉、锁骨下静脉^[19-22]。经烧伤创面置管

CRBSI 的发生率是未经创面置管的 4 倍^[13]。在距离烧伤创缘 5 cm 范围内置管的细菌定植率和发生 CRBSI 的风险分别是距创缘 5 cm 以外置管的 2 倍和 5 倍, 因此烧伤患者深静脉置管部位应该尽量远离烧伤创面^[23]。气管切开后会增加颈内静脉置管后的 CRBSI 发生率^[24], 不易固定导管, 且大面积烧伤通常伴有气管切开插管, 因此颈内静脉不作为首选置管部位。

专家推荐意见(证据等级为 I, 推荐强度为 B): 烧伤患者深静脉置管处应首选正常皮肤处, 置管部位依次为锁骨下静脉、颈内静脉、股静脉, 以最大限度降低感染风险; 颈外静脉敷料不易固定, 送管困难, 实际操作中很少用; 当不可避开烧伤创面时, 尽量选择远离感染的创面、气管切开处或开放性手术创面。

3.2 紧急情况下置管

深静脉置管并发症发生情况往往与置管是否困难、操作者技能熟练程度、操作时间等有关。紧急情况下宜选择容易操作且操作时间短的部位置管。烧伤患者在伤后 8~24 h 血管通透性增加导致组织水肿的情况下, 颈内静脉和锁骨下静脉操作难度增大, 但是股静脉置管操作难度无明显增加^[25]; 对于伴有呼吸衰竭或凝血功能障碍的患者及不合作患者, 应首选股静脉置管^[26-29]。

专家推荐意见(证据等级为 I, 推荐强度为 B): 在病情紧急情况下或大面积烧伤患者需要争取时间尽快行液体复苏时, 首选操作相对简单、容易穿刺的股静脉置管。置管 48 h 后, 可以根据病情更换至低感染发生部位重新置管。

3.3 导管的留置时间

在选择穿刺部位时应兼顾导管的用途和留置时间。一般而言, 置管时间越长, CRBSI 发生率越高^[30]; 高渗透压营养液、化疗药物等对深静脉有较强的刺激作用, 易形成血栓性静脉炎甚至化脓性血栓性静脉炎; 深静脉置管过程中的机械操作损伤越严重, 也越容易导致血栓形成。颈内静脉较为表浅, 穿刺操作引起机械损伤的发生率最低, 但导管固定后易松动脱落, 不宜长时间置管。锁骨下静脉 CRBSI 发生率相对低, 对于需要长期置管的创伤患者, 早期可以通过股静脉或颈内静脉置管, 病情改善或局部条件允许后尽量改用锁骨下静脉置管^[31]。

专家推荐意见(证据等级为 IV, 推荐强度为 E): 不经过创面导管留置时间不超过 5 d, 可通过颈内静脉置管; 置管时间可能超过 7 d, 宜选用锁骨下

静脉置管。

4 药物涂层导管的选择

深静脉导管材料通常为硅胶和聚氨酯,可分为普通导管和药物涂层导管,而药物涂层导管包括肝素涂层和抗菌药物涂层 2 种。使用肝素涂层导管可减少导管相关的血栓形成^[1-3,32-33],保持导管通畅,也有利于预防 CRI。抗菌药物涂层导管有氯己定-磺胺嘧啶涂层导管、米诺环素-利福平涂层导管以及铂-银涂层导管。1999 年美国传染病协会、感染控制和医院流行病学协会的报告认为,与普通导管相比,抗菌药物涂层导管并不能降低 CRI 的发生率^[34-35]。但近年来的研究表明,使用抗感染药物涂层的深静脉导管能显著降低 CRI^[36-37],在 CRBSI 发生危险性较高的科室诸如 ICU,推荐使用该种导管^[38]。美国 Shriners 儿童医院报道,与使用普通导管相比,小儿烧伤患者使用米诺环素-利福平涂层的深静脉导管 CRBSI 发生率明显下降^[39]。

专家推荐意见(证据等级为 II,推荐强度为 C):烧伤患者需留置深静脉导管时首选肝素涂层导管;抗菌药物涂层导管不作为常规推荐使用,当烧伤患者需要经创面置管时,根据临床实际情况可以选择该导管。

5 置管操作

5.1 严格无菌操作

严格的无菌操作可显著减少中心静脉置管患者 CRBSI 的发生率。如需建立无菌操作屏障,所有操作人员戴口罩、帽子、无菌手套,穿无菌手术衣,置管处铺无菌洞巾。导管穿刺及护理操作者的无菌操作非常重要,手部消毒是其中最主要的环节。导管置入、更换、查看、调整或更换敷料前后均应选用体积分数 70% 乙醇或其他手部消毒液进行手部消毒,而后穿戴无菌手套。

5.2 皮肤消毒剂的选择

置管和护理时的皮肤消毒应选用适当消毒剂,推荐首选氯己定,也可选用 20 g/L 碘酊、100 g/L 聚维酮碘或体积分数 70% 乙醇进行消毒,但氯己定和碘酊的效果优于聚维酮碘^[40]。

专家推荐意见(证据等级为 I,推荐强度为 B):烧伤患者深静脉置管应最大限度建立无菌操作屏障,经深度烧伤创面置管时选用 20 g/L 碘酊消毒,而经浅度烧伤创面置管选用氯己定或其他含碘消毒液。

5.3 超声引导下深静脉置管

超声引导下置入 CVC 的应用日益增加^[41],能够缩短静脉置管操作时间,降低血肿、误穿邻近血管或神经,置管不成功等的风险^[42-45]。动态超声引导静脉穿刺过程中,应确保超声探头无菌。

专家推荐意见(证据等级为 I,推荐强度为 A):烧伤早期皮下组织水肿,置管时不容易触及血管搏动,借助超声定位血管置管能减少置管相关并发症。

6 置管后护理

规范和完善导管护理可以有效降低中心静脉 CRBSI 的发生率。

6.1 敷料覆盖

置管处敷料的类型可能影响 CRI 的发生率^[46]。穿刺术区应使用无菌纱布或透明半渗透敷料覆盖。透明敷料目前应用广泛,更有利于早期观察局部炎症反应情况,淋浴时不易受潮和脱落,且可减少更换频率,有助于降低 CRI^[47],但是透明敷料不利于渗液和分泌物引流。有研究显示透明敷料覆盖导管尖端感染相对危险度显著增加,但导管相关菌血症无明显增加^[48]。其他敷料如氯己定浸渍海绵(chlorhexidine gluconate-impregnated sponge)、新型银离子敷料等也可作为静脉导管覆盖敷料,可以降低病原菌在静脉导管和留置点的定植以及 CRI 的发生率^[49-50]。国内一项单中心前瞻性随机对照试验显示,每天 3 次使用 5 g/L 碘伏消毒置管周围皮肤后,再用外莫匹罗星软膏,可有效减少 CRBSI 的发生及导管尖端的微生物定植^[51]。外用碘伏乳膏或含有多黏菌素、新霉素、杆菌肽的乳膏对降低 CRBSI 的发生有一定的作用,但要注意的是莫匹罗星软膏的应用与凝固酶阴性葡萄球菌的耐药性有一定的相关性^[52-53]。外用抗生素软膏可提高细菌耐药性和假丝酵母菌的定植率,且对导管相关感染的预防作用并不明显^[51-52]。

专家推荐意见(证据等级为 I,推荐强度为 A):烧伤患者置管后,根据置管处是否经过创面而选择不同的敷料覆盖;经过创面或于创面附近置管,创面渗液较多、易感染,应选用无菌纱布或抗菌敷料覆盖;经正常皮肤处置管,可以选择透明敷料覆盖。

6.2 封管

为维持导管的通畅,减少导管内血栓形成和细菌定植,临床上常使用肝素或柠檬酸盐抗凝剂封管。对血液透析患者,使用 40 g/L 柠檬酸盐抗凝剂和

5 000 IU/mL 肝素封管, 深静脉导管血栓、CRBSI 及导管出口处感染发生率相似^[54], 但高浓度肝素封管的出血风险较高, 而 40 g/L 柠檬酸盐抗凝剂封管既可维持导管通畅又能减少不良事件的发生^[55]。低剂量 (1 000 IU/mL) 肝素封管的效果与高剂量 (5 000 IU/mL) 肝素相同, 但是并发症明显减少^[56]。

抗生素溶液封管是将浓缩的抗生素溶液注入导管腔, 以抑制或杀死导管生物膜内的细菌。研究显示, 应用万古霉素、头孢菌素溶液封管, 可明显降低 CRBSI 的发生率, 但是这种预防策略有导致耐万古霉素细菌、肠球菌等耐药细菌出现的风险。2017 年一项荟萃分析表明, 目前几乎所有的抗生素封管液均未显示出优于单纯抗凝剂封管液的作用^[57]。因此, 目前对于何种封管液最为理想, 尚未达成共识^[58-61]。一般认为 40 g/L 柠檬酸盐抗凝剂和肝素 (5 000 或 1 000 IU/mL) 都可以作为 CVC 的封管液^[62], 而低剂量肝素 (1 000 IU/mL) 可能是方便且有效预防 CRBSI 的方法。国家卫生健康委员会于 2014 年 5 月 1 日开始实施的《静脉治疗护理技术操作规范》中规定, CVC 可用 0~10 IU/mL 的肝素溶液封管。

专家推荐意见 (证据等级为 I, 推荐强度为 B): 用于血液透析的 CVC 采用 40 g/L 柠檬酸盐抗凝剂和低剂量 (1 000 IU/mL) 肝素封管; 不用于血液透析的 CVC 可用 0~10 IU/mL 肝素溶液封管; 不推荐常规使用抗生素封管预防 CRBSI。

7 导管更换

有研究指出, 导管置入后应该每日评估维持导管置入的临床需求, 评估认为不再需要维持导管置入时, 应即刻拔除导管; 一旦怀疑导管置入部位发生感染时, 应改变导管位置或拔除导管, 在新位点重新置管比在原位更换导管更可取^[3-4, 63]。

7.1 导管更换时间

有研究者认为, 导管感染和导管留置时间之间无相关性, 导管留置时间在 2 周之内 CRI 的风险相对较低, 再次置管不可避免会增加穿刺所致的机械损伤^[64]。更多的研究者认为, 深静脉导管发生感染的风险随着导管留置时间延长而增加, 延长的深静脉导管留置时间与重症患者的住院 30 d 病死率升高具有密切相关性^[65]。既往临床实践多采用定期更换深静脉导管的策略预防 CRBSI, 然而许多研究者认为定期更换深静脉导管并不能降低 CRBSI 发生率, 建议至少每 2 天进行临床需求和置管部位评

估, 根据临床症状及部位决定是否更换导管^[66-70]。因此, 近年来相关的指南或共识都提出, 不推荐使用定期更换深静脉导管的方法预防 CRBSI^[71-73], 其依据是多项随机对照试验研究的结果。定期更换深静脉导管和依据临床症状更换深静脉导管的患者 CRBSI 和静脉炎的发生情况没有明显差异, 然而通过分析这几项随机对照试验研究观察到, 入组患者不包括烧伤患者, 并且设定定期更换导管时间为置管的第 3 天, 而依据临床症状更换导管组患者的实际更换时间均数为置管后的第 3~4 天^[74-80]。与其他患者不同, 严重烧伤患者的深静脉置管时间较长, 通常为 3~4 周, 甚至 1~2 个月。烧伤患者深静脉 CRI 发生率与烧伤程度、住院时间、深静脉导管留置时间密切相关^[81], 且烧伤患者发生 CRBSI 的危险性随着置管时间延长而逐渐升高, 并且烧伤患者由于创面存在、脏器功能受损、免疫功能低下等, 导致 CRBSI 发生率明显高于其他患者。单中心的前瞻性临床研究显示, 重症烧伤休克的回吸收期深静脉导管留置 7 d 是安全的^[82]。Sheridan 等^[83]在 1995 年报道, 小儿烧伤患者每周更换导管能显著降低导管相关性脓毒症的发生率。国外一项单中心前瞻性研究结果表明, 烧伤患者深静脉置管后每 4 天更换导管组的 CRBSI 发生率明显高于每 3 天更换导管组^[84]。国内一项单中心临床研究也提示, 烧伤患者 CRI 发生率与导管留置时间有明显相关性, 深静脉导管留置 7 d 以上患者的 CRBSI 发生率明显高于导管留置 7 d 以内患者, 因此建议置管后 7 d 内拔管^[5]。

美国 2012 年一项临床调查研究结果表明, 大约有 95% 的深静脉导管是经过创面置管的; 70% 的美国烧伤中心采用定期导管更换策略, 更换时间在置管后 3~14 d; 约 40% 是采用经导丝原位再次置管^[85]。对于严重烧伤患者深静脉导管是否需要采取定期更换策略, 目前缺乏随机对照试验研究的证据支持, 尚无统一认识, 亟待进一步研究。

7.2 导管更换方法

导管更换方法包括另选部位重新置管和经导丝原位再次置管 2 种。有随机对照试验研究表明, 另选部位重新置管患者的机械损伤发生率较高, 而经导丝原位再次置管的感染发生率较高^[64, 69]。一般建议导管更换首选另选部位重新置管的方法; 某些特殊情况下, 诸如特大面积烧伤患者难以另选置管部位, 或者另选部位重新置管可能造成严重并发症时, 可以采用经导丝原位再次置管的方法^[86-87]。

专家推荐意见(证据等级为Ⅲ,推荐强度为D):对于在远离创面的正常皮肤置管的严重烧伤患者,不推荐定期更换导管,建议每天评估患者全身和导管置管处情况,一旦有发生CRI或CRBSI的迹象,立刻拔除导管;需要继续使用深静脉导管者,首选更换部位或原位重新穿刺置管。对于经创面、邻近创面部位置管的严重烧伤患者,或者股静脉置管者,不反对定期更换导管,可于置管后5~7d更换导管,若经评估局部无感染或感染风险不大,可适当延迟至7d后换管,不建议超过14d换管。导管更换方式以更换置管部位为首选,其次为原位重新穿刺置管。

8 烧伤患者 CRBSI 的预防和处理

8.1 CRBSI 的概念

CRBSI是指带有血管内导管或者拔除血管内导管48h内的患者出现菌血症或真菌血症,并伴有发热($>38^{\circ}\text{C}$)、寒战或低血压等感染表现,除血管内留置的导管外没有其他明确的感染源。

8.2 CRBSI 的诊断

CRBSI的诊断主要根据临床表现和血液或导管尖端微生物培养;也可仅用拔除导管的方法,拔除导管后,患者感染症状缓解,可以诊断为CRBSI^[88-90]。

8.2.1 CRBSI 的临床表现 寒战、发热、置管部位红肿、硬结或有脓液渗出,还可以出现医院获得性心内膜炎、骨髓炎及其他迁徙性感染的相关症状。大面积烧伤患者的CRBSI临床表现常常与其他病因所导致的临床表现相类似,仅仅依据临床表现,难以判断CRBSI,需要结合微生物培养结果判断。

8.2.2 实验室检测方法^[91] (1)导管半定量或定量微生物培养。半定量微生物培养为留取导管尖端5cm置于平板内半定量培养,细菌生长 >15 CFU,或行肉汤定量培养,细菌生长 $>1\,000$ CFU/mL,考虑导管病原体定植。(2)至少1次经外周血培养和导管尖端培养出相同病原体才能确诊CRBSI。(3)若根据血微生物培养定量,经导管抽取的血样本菌落数是外周静脉血培养菌落数的3倍及以上可诊断为CRBSI。(4)若根据阳性时间差,经CVC留取血微生物培养比外周静脉血微生物培养出现阳性结果的时间至少早2h可诊断为CRBSI。

专家推荐意见(证据等级为Ⅱ,推荐强度为B):烧伤患者CRBSI的临床表现通常与烧伤本身临床表现相混淆,需要结合实验室检查进行诊断。拔除或更换导管时,取导管尖端及皮下段采用定量或

半定量法培养微生物结果为阳性;导管不能拔除时,同时取外周静脉与CVC血定量培养,CVC血培养菌落数是外周静脉血培养菌落数的3倍及以上时,或者深静脉导管血培养和外周血培养为同一种致病菌,或者中心静脉导管血较外周静脉血培养阳性结果时间提前2h及以上时,均可诊断为CRBSI。

8.3 CRBSI 的预防

临床上,在置管和更换敷料时严格遵守手卫生操作和施行无菌操作是预防CRBSI的最重要措施,其他的预防措施包括选择恰当的置管部位、合适的导管类型,置管时采取屏障防护,严格的置管部位护理,不需要导管时及时拔除。多项随机对照试验研究证明,手卫生、严格无菌操作、置管后采取管理措施能显著降低置管后CRBSI的发生率^[34-35,92]。烧伤创面是CRBSI的危险因素之一,及时处理烧伤创面对于降低CRBSI发生率尤为重要。国内许多烧伤专家的经验是在大面积烧伤患者首次切痂手术时,预先将可能置管部位的Ⅲ度创面一并切除,根据自体皮皮源情况,覆盖自体皮或异体皮、异种(猪)皮,以备后期置管使用,该方法作为大面积烧伤患者深静脉置管策略之一,目的在于预防CRBSI,但是尚缺乏临床研究证据。

专家推荐意见 1(证据等级为Ⅰ,推荐强度为A):深静脉置管、导管护理等严格按操作规范实施。

专家推荐意见 2(证据等级为Ⅳ,推荐强度为D):有可能在深度烧伤创面置管时,可以事先切除置管部位Ⅲ度焦痂,并覆盖自体或异种(猪)皮、异体皮,以备后期置管。

8.4 CRBSI 的处理

8.4.1 导管的处理 (1)移除导管。当诊断CRBSI后,同时伴有以下并发症时需移除导管^[93-95]:脓毒症休克;血流动力学不稳定;心内膜炎或存在转移性感染的证据;化脓性血栓性静脉炎引起的红斑或渗出物;使用敏感抗生素治疗72h后,菌血症仍持续存在;诊断明确的真菌血症^[96-97]。(2)导管补救措施。如果无其他并发症的CRBSI涉及的是长期留置的导管,感染有可能是管腔外感染,并且属于除金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、真菌或分枝杆菌以外的病原体,则或许可尝试导管补救,即通过导管予以全身性使用抗生素,并使用抗生素封管,具体的抗生素种类取决于定植的微生物^[91,98]。在使用恰当的抗生素治疗72h后,应做2次血微生物培养,如果2次培养结果均呈阳性,则提示应移除导管。(3)更换导管,包括更换置管部位和经导丝原位更

换导管。当患者因疑似 CRBSI 而必须移除导管时,如果导管重新置入期间发生机械性损伤或出血的风险较高,则经导丝原位更换导管也是可接受的做法(脓毒症时除外)^[91]。移除的导管尖端行微生物培养后其结果呈阳性时,应在新的部位重新置管^[99]。

专家推荐意见(证据等级为Ⅲ,推荐强度为C):怀疑或明确诊断 CRBSI,应该拔除深静脉导管;需要继续使用深静脉导管的患者,如果伴有 CRBSI 所致脓毒症、脓毒症休克、感染性心内膜炎、感染性深静脉血栓等,建议更换部位重新置管;不伴有其他并发症的 CRBSI,可以选择导管补救措施或原位重新置管。

8.4.2 抗生素治疗 怀疑有 CRBSI 发生时,无论是否拔除导管,均应采集血标本,并立即进行抗生素治疗。

8.4.2.1 经验性抗生素应用 CRBSI 的初始抗生素应用通常始于经验性治疗,而初始抗生素的选择则需要参照患者疾病的严重程度、可能的病原菌以及当时当地病原菌的流行病学特征。葡萄球菌是导管相关感染最常见的病原菌,且存在高耐药性,糖肽类抗生素应作为导管相关感染经验性治疗的首选药物^[46,100-101]。烧伤患者 CRBSI 的病原菌通常与创面常见细菌类似。国内研究表明,烧伤患者 CRBSI 细菌主要为鲍曼不动杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和肺炎克雷伯菌,且均为耐药菌株^[102-103]。当然,对于危重患者或者免疫功能低下的患者,使用的抗生素应注意覆盖革兰阴性杆菌。临床常见的鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肠杆菌科细菌的耐药现象非常普遍,可予以碳青霉烯类抗生素行经验性治疗;作为替代方法,也可联用 2 种具有抗革兰阴性菌活性但类别不同的抗生素作为经验性治疗^[104-106]。另外,若考虑导管相关感染的病原微生物是真菌时,因真菌血症可导致危重患者病死率明显升高,应早期给予积极的经验性抗真菌治疗,可以选择多烯类、唑类和棘白菌素类抗生素^[6-8,107-108]。

8.4.2.2 目标性抗生素应用及疗程 一旦明确 CRBSI 的病原微生物并获得药物敏感试验结果,应从经验性治疗尽快转变为目标性治疗。抗生素应用的疗程也是决定疗效的重要因素,一般情况下,抗生素应用的疗程取决于感染的严重程度、是否发生严重并发症及病原菌的种类,但是目前鲜见关于评估革兰阴性杆菌感染后抗生素选择和疗程的研究。根据患者感染严重程度,选择敏感抗生素,必要时联合治疗;一般拔除导管后抗感染治疗 10~14 d^[109]。

专家推荐意见(证据等级为Ⅲ,推荐强度为C):未明确致病菌种类时,根据烧伤病区既往流行病学特征,经验性地给予抗生素联合治疗,抗菌谱应覆盖革兰阳性和阴性菌;明确致病菌种类后,立即转为目标性治疗,疗程 1~2 周。

8.5 CRBSI 严重并发症的处理

8.5.1 感染性心内膜炎 近年来真菌性心内膜炎的发生率有增高的趋势,导管内定植细菌是导致医院内发生感染性心内膜炎的主要原因,葡萄球菌是最主要的病原菌。当发生持续的细菌血症或真菌血症时,应去除导管或置入装置,对于存在组织低灌注、器官功能障碍的患者尤为重要。留置血管内导管的患者,若出现较长时间的低热,或出现心脏杂音、贫血、脾大、蛋白尿或镜下血尿,应高度怀疑感染性心内膜炎,应积极行血微生物培养及超声心动图检查等,并且抗生素药物治疗应 >4 周。如为真菌性心内膜炎,疗程应不低于 6 周,必要时需外科手术^[110-113]。

专家推荐意见(证据等级为Ⅲ,推荐强度为C):大面积烧伤患者后期出现不明原因发热、心率加快、有心脏杂音等临床表现,应该高度怀疑感染性心内膜炎可能,经验性给予糖肽类抗生素治疗,同时及时进行心脏超声检查和血微生物培养;明确诊断后,采取目标性治疗,疗程 4~6 周;必要时手术治疗。

8.5.2 感染性血栓性静脉炎 感染性血栓性静脉炎是中心静脉或动脉长期置管的严重并发症之一。感染性血栓性静脉炎主要由金黄色葡萄球菌引起,也有由链球菌和肠杆菌所致的详细报道^[114-115];其他病原微生物还包括念珠菌和革兰阴性杆菌。据报道,烧伤面积 >20% TBSA 的烧伤住院患者并发化脓性血栓性静脉炎的比例可达 5%~10%;感染细菌的类型较为复杂,通常与创面感染细菌相同^[116-117]。目前没有关于感染性血栓性静脉炎抗生素治疗疗程的随机对照研究结果,其治疗措施主要包括拔除导管、抗凝,如应用低分子肝素、外科切开引流或结扎、切除受累的静脉等,不推荐溶栓治疗^[118]。根据微生物药物敏感试验结果选用抗生素治疗时,其疗程一般为 4~6 周^[119]。

专家推荐意见(证据等级为Ⅳ,推荐强度为E):具有深静脉置管经历的烧伤患者,出现严重 CRBSI 临床表现时,需要考虑感染性血栓性静脉炎的可能性。高度怀疑感染性血栓性静脉炎时,应该及时拔除深静脉导管,行经验性抗感染治疗和 B 超检查确诊,必要时切开受累静脉取出血栓,或结扎受

累静脉。

《严重烧伤患者深静脉置管操作和管理的全国专家共识(2020 版)》编写组

专家组成员(姓名以姓氏笔画排序):王一兵(山东第一医科大学第一附属医院)、王达利(遵义医科大学附属医院)、王杨(北部战区总医院和平分院)、申传安(解放军总医院第四医学中心)、冯世海(天津市第四医院)、吕国忠(江南大学附属医院(无锡市第三人民医院))、刘小龙(新疆维吾尔自治区人民医院)、刘旭盛(中山大学附属第一医院)、刘琰(上海交通大学医学院附属瑞金医院)、齐鸿燕(首都医科大学附属北京儿童医院)、李小兵(天津市第一中心医院)、李孝建(广州市红十字会医院)、李宗瑜(哈尔滨市第五医院)、李琳(福建医科大学附属协和医院)、李德绘(广西医科大学第一附属医院)、吴军[深圳大学第一附属医院(深圳市第二人民医院)]、沈余明(北京积水潭医院)、宋国栋(济南市中心医院)、张丕红(中南大学湘雅医院)、张庆富(河北医科大学第一医院)、张家平[陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院]、张逸(南通大学附属医院)、陈昭宏(福建医科大学附属协和医院)、陈炯(瑞安市人民医院)、罗高兴[陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院]、周继涛[深圳大学第一附属医院(深圳市第二人民医院)]、邹京宁[深圳大学第一附属医院(深圳市第二人民医院)、上海交通大学医学院附属瑞金医院]、郑德义(贵州省人民医院)、官浩(空军军医大学第一附属医院)、赵永健(天津市第四医院)、胡大海(空军军医大学第一附属医院)、袁志强[陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院]、夏成德(郑州市第一人民医院)、夏照帆(海军军医大学第一附属医院)、徐庆连(安徽医科大学第一附属医院)、郭光华(南昌大学第一附属医院)、唐洪泰(海军军医大学第一附属医院)、陶克(空军军医大学第一附属医院)、童亚林(解放军第一八一医院)、赖文(广东省人民医院)、翟红军(中国医科大学附属第一医院鞍山医院)

执笔:张利军、姜世伦、范锟锬[深圳大学第一附属医院(深圳市第二人民医院)]

利益冲突 所有编写组成员均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 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): S1-34. DOI: 10.1093/cid/cir257.
- [2] Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections[J]. Ann Intern Med, 2000, 132(5): 391-402. DOI: 10.7326/0003-4819-132-5-200003070-00009.
- [3] Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. 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. DOI: 10.4065/81.9.1159.
- [4] NNIS System. National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) System report, data summary from January 1990-May 1999, issued June 1999. A report from the NNIS System[J]. Am J Infect Control, 1999,27(6):520-532. DOI: 10.1016/s0196-6553(99)70031-3.
- [5] 郭峰, 邹京宁. 创伤和烧伤患者导管相关性感染的防治策略[J]. 中华创伤杂志, 2015, 31(3): 197-200. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2015.03.003.
- [6] 方利, 王凡, 孙珂岱, 等. 烧伤患者中心静脉导管相关性感染发生情况及其危险因素分析[J]. 中华烧伤杂志, 2016, 32(4): 243-248. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.04.013.
- [7] Ziegler MJ, Pellegrini DC, Safdar N. Attributable mortality of central line associated bloodstream infection: systematic review and meta-analysis[J]. Infection, 2015,43(1):29-36. DOI:10.1007/s15010-014-0689-y.
- [8] Siempos II, Kopterides P, Tsangaris I, et al. Impact of catheter-related bloodstream infections on the mortality of critically ill patients: a meta-analysis[J]. Crit Care Med, 2009,37(7):2283-2289. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a02a67.
- [9] Wittekamp BH, Chalabi M, van Mook WN, et al. Catheter-related bloodstream infections: a prospective observational study of central venous and arterial catheters[J]. Scand J Infect Dis, 2013, 45(10): 738-745. DOI: 10.3109/00365548.2013.804632.
- [10] Fochtmann-Frana A, Freystätter C, Vorstandlechner V, et al. Incidence of risk factors for bloodstream infections in patients with major burns receiving intensive care: a retrospective single-center cohort study[J]. Burns, 2018, 44(4): 784-792. DOI: 10.1016/j.burns.2017.12.009.
- [11] Lange BJ, Weiman M, Feuer EJ, et al. Impact of changes in catheter management on infectious complications among children with central venous catheters[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 1997, 18(5):326-332. DOI:10.1086/647620.
- [12] Dezfulian 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.
- [13] Friedman BC, Mian MA, Mullins RF, et al. Five-lumen antibiotic-impregnated femoral central venous catheters in severely burned patients: an investigation of device utility and catheter-related bloodstream infection rates[J]. J Burn Care Res, 2015,36(4):493-499. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000186.
- [14] Gunst M, Matsushima K, Vanek S, et al. Peripherally inserted central catheters may lower the incidence of catheter-related bloodstream infections in patients in surgical intensive care units[J]. Surg Infect (Larchmt), 2011,12(4):279-282. DOI: 10.1089/sur.2008.058.
- [15] Fearonce G, Faraklas I, Saffle JR, et al. Peripherally inserted central venous catheters and central venous catheters in burn patients: a comparative review[J]. J Burn Care Res, 2010,31(1):31-35. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3181cb8eaa.
- [16] Barsun A, Sen S, Palmieri TL, et al. Peripherally inserted central line catheter infections in burn patients[J]. J Burn Care Res, 2014, 35(6): 514-517. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000045.
- [17] Austin RE, Shahrokhi S, Bolourani S, et al. Peripherally inserted central venous catheter safety in burn care: a single-center retrospective cohort review[J]. J Burn Care Res, 2015, 36(1): 111-117. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000207.
- [18] 王淑君, 申传安, 魏雪菁, 等. 中心静脉导管置管术在严重烧伤患者中的临床应用[J/CD]. 中华损伤与修复杂志: 电子版, 2011, 6(5): 835-838. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2011.05.025.
- [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] Collignon P, Soni N, Pearson I, et al. Sepsis associated with central vein catheters in critically ill patients[J]. Intensive Care Med, 1988,14(3):227-231. DOI: 10.1007/BF00717995.
- [21] Lorente L, Henry C, Martín MM, et al. Central venous catheter-related infection in a prospective and observational study of 2,595 catheters[J]. Crit Care, 2005, 9(6): R631-635. DOI: 10.

- 1186/cc3824.
- [22] Ge X, Cavallazzi R, Li C, et al. Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 2012(3): Cd004084. DOI: 10.1002/14651858.CD004084.pub3.
 - [23] Franceschi D, Gerding RL, Philips G, et al. Risk factors associated with intravascular catheter infections in burned patients: a prospective, randomized study[J]. *J Trauma*, 1989, 29(6): 811-816. DOI: 10.1097/00005373-198906000-00019.
 - [24] Lorente L, Jiménez A, Roca I, et al. Influence of tracheostomy on the incidence of catheter-related bloodstream infection in the catheterization of jugular vein by posterior access[J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2011, 30(9): 1049-1051. DOI: 10.1007/s10096-011-1190-5.
 - [25] Ciofi Silva CL, Rossi LA, Canini SR, et al. Site of catheter insertion in burn patients and infection: a systematic review[J]. *Burns*, 2014, 40(3): 365-373. DOI: 10.1016/j.burns.2013.10.026.
 - [26] Kuhn GJ, White BC, Swetnam RE, et al. Peripheral vs central circulation times during CPR: a pilot study[J]. *Ann Emerg Med*, 1981, 10(8): 417-419. DOI: 10.1016/s0196-0644(81)80308-3.
 - [27] Fridkin SK, Pear SM, Williamson TH, et al. The role of understaffing in central venous catheter-associated bloodstream infections[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 1996, 17(3): 150-158. DOI: 10.1086/647262.
 - [28] McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization[J]. *N Engl J Med*, 2003, 348(12): 1123-1133. DOI: 10.1056/NEJMr011883.
 - [29] Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis[J]. *Chest*, 1998, 114(1): 207-213. DOI: 10.1378/chest.114.1.207.
 - [30] Castelli GP, Pognani C, Stuaní A, et al. Central venous catheter replacement in the ICU: new site versus guidewire exchange[J]. *Minerva Anestesiol*, 2007, 73(5): 267-273.
 - [31] Youn SH, Lee JC, Kim Y, et al. Central venous catheter-related infection in severe trauma patients[J]. *World J Surg*, 2015, 39(10): 2400-2406. DOI: 10.1007/s00268-015-3137-y.
 - [32] Appelgren P, Ransjö U, Bindeslev L, et al. Surface heparinization of central venous catheters reduces microbial colonization in vitro and in vivo: results from a prospective, randomized trial[J]. *Crit Care Med*, 1996, 24(9): 1482-1489. DOI: 10.1097/00003246-199609000-00009.
 - [33] Krafte-Jacobs B, Sivit CJ, Mejia R, et al. Catheter-related thrombosis in critically ill children: comparison of catheters with and without heparin bonding[J]. *J Pediatr*, 1995, 126(1): 50-54. DOI: 10.1016/s0022-3476(95)70499-x.
 - [34] 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): e162-193. DOI: 10.1093/cid/cir257.
 - [35] 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. DOI: 10.1086/676533.
 - [36] Harron K, Mok Q, Hughes D, et al. Generalisability and cost-impact of antibiotic-impregnated central venous catheters for reducing risk of bloodstream infection in paediatric intensive care units in England[J]. *PLoS One*, 2016, 11(3): e0151348. DOI: 10.1371/journal.pone.0151348.
 - [37] Gilbert RE, Mok Q, Dwan K, et al. Impregnated central venous catheters for prevention of bloodstream infection in children (the CATCH trial): a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2016, 387(10029): 1732-1742. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00340-8.
 - [38] Bell T, O'Grady NP. Prevention of central line-associated bloodstream infections[J]. *Clin North Am*, 2017, 31(3): 551-559. DOI: 10.1016/j.idc.2017.05.007.
 - [39] Weber JM, Sheridan RL, Fagan S, et al. Incidence of catheter-associated bloodstream infection after introduction of minocycline and rifampin antimicrobial-coated catheters in a pediatric burn population[J]. *J Burn Care Res*, 2012, 33(4): 539-543. DOI: 10.1097/BCR.0b013e31823c4cd5.
 - [40] Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, et al. Chlorhexidine compared with povidone-iodine solution for vascular catheter-site care: a meta-analysis[J]. *Ann Intern Med*, 2002, 136(11): 792-801. DOI: 10.7326/0003-4819-136-11-200206040-00007.
 - [41] Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, et al. Special articles: guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. *Anesth Analg*, 2012, 114(1): 46-72. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3182407cd8.
 - [42] Lalu MM, Fayad A, Ahmed O, et al. Ultrasound-guided subclavian vein catheterization: a systematic review and meta-analysis[J]. *Crit Care Med*, 2015, 43(7): 1498-1507. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000973.
 - [43] Byon HJ, Lee GW, Lee JH, et al. Comparison between ultrasound-guided supraclavicular and infraclavicular approaches for subclavian venous catheterization in children--a randomized trial[J]. *Br J Anaesth*, 2013, 111(5): 788-792. DOI: 10.1093/bja/aet202.
 - [44] Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis[J]. *BMJ*, 2003, 327(7411): 361. DOI: 10.1136/bmj.327.7411.361.
 - [45] Sigaut S, Skhiri A, Stany I, et al. Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis of published studies[J]. *Paediatr Anaesth*, 2009, 19(12): 1199-1206. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2009.03171.x.
 - [46] Shapey IM, Foster MA, Whitehouse T, et al. Central venous catheter-related bloodstream infections: improving post-insertion catheter care[J]. *J Hosp Infect*, 2009, 71(2): 117-122. DOI: 10.1016/j.jhin.2008.09.016.
 - [47] Dang FP, Li HJ, Tian JH. Comparative efficacy of 13 antimicrobial dressings and different securement devices in reducing catheter-related bloodstream infections: a Bayesian network meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(14): e14940. DOI: 10.1097/MD.00000000000014940.
 - [48] Maunoury F, Motrunich A, Palka-Santini M, et al. Cost-effectiveness analysis of a transparent antimicrobial dressing for managing central venous and arterial catheters in intensive care units[J]. *PLoS One*, 2015, 10(6): e0130439. DOI: 10.1371/journal.pone.0130439.
 - [49] Timsit JF, Schwebel C, Bouadma L, et al. Chlorhexidine-impregnated sponges and less frequent dressing changes for prevention of catheter-related infections in critically ill adults: a randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2009, 301(12): 1231-1241. DOI: 10.1001/jama.2009.376.
 - [50] Karlinski R, Abboud EC, Thompson P, et al. Reduction in central line-associated bloodstream infections correlated with the introduction of a novel silver-plated dressing for central venous catheters and maintained for 6 years[J]. *J Intensive Care Med*, 2019, 34(7): 544-549. DOI: 10.1177/0885066617745034.
 - [51] Tao L, Zhou J, Gong Y, et al. Risk factors for central line-associated bloodstream infection in patients with major burns and the

- efficacy of the topical application of mupirocin at the central venous catheter exit site [J]. *Burns*, 2015, 41 (8): 1831-1838. DOI: 10.1016/j.burns.2015.08.003.
- [52] Zakrzewska-Bode A, Muijtens HL, Liem KD, et al. Mupirocin resistance in coagulase-negative staphylococci, after topical prophylaxis for the reduction of colonization of central venous catheters [J]. *J Hosp Infect*, 1995, 31 (3): 189-193. DOI: 10.1016/0195-6701(95)90065-9.
- [53] Maki DG, Band JD. A comparative study of polyantibiotic and iodophor ointments in prevention of vascular catheter-related infection [J]. *Am J Med*, 1981, 70 (3): 739-744. DOI: 10.1016/0002-9343(81)90605-7.
- [54] Macrae JM, Dojcinovic I, Djurdjev O, et al. Citrate 4% versus heparin and the reduction of thrombosis study (CHARTS) [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2008, 3 (2): 369-374. DOI: 10.2215/CJN.01760407.
- [55] Quenot JP, Helms J, Bourredjem A, et al. Trisodium citrate 4% versus heparin as a catheter lock for non-tunneled hemodialysis catheters in critically ill patients: a multicenter, randomized clinical trial [J]. *Ann Intensive Care*, 2019, 9 (1): 75. DOI: 10.1186/s13613-019-0553-4.
- [56] Han X, Yang X, Huang B, et al. Low-dose versus high-dose heparin locks for hemodialysis catheters: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Nephrol*, 2016, 86 (7): 1-8. DOI: 10.5414/CN108701.
- [57] Zhang J, Wang B, Li R, et al. Does antimicrobial lock solution reduce catheter-related infections in hemodialysis patients with central venous catheters? A Bayesian network meta-analysis [J]. *Int Urol Nephrol*, 2017, 49 (4): 701-716. DOI: 10.1007/s11255-016-1490-x.
- [58] Kanaa M, Wright MJ, Akbani H, et al. Cathasept line lock and microbial colonization of tunneled hemodialysis catheters: a multicenter randomized controlled trial [J]. *Am J Kidney Dis*, 2015, 66 (6): 1015-1023. DOI: 10.1053/j.ajkd.2015.04.047.
- [59] Labriola L, Crott R, Jadoul M. Preventing haemodialysis catheter-related bacteraemia with an antimicrobial lock solution: a meta-analysis of prospective randomized trials [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2008, 23 (5): 1666-1672. DOI: 10.1093/ndt/gfm847.
- [60] Yahav D, Rozen-Zvi B, Gafter-Gvili A, et al. Antimicrobial lock solutions for the prevention of infections associated with intravascular catheters in patients undergoing hemodialysis: systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials [J]. *Clin Infect Dis*, 2008, 47 (1): 83-93. DOI: 10.1086/588667.
- [61] Oguzhan N, Pala C, Sipahioglu MH, et al. Locking tunneled hemodialysis catheters with hypertonic saline (26% NaCl) and heparin to prevent catheter-related bloodstream infections and thrombosis: a randomized, prospective trial [J]. *Ren Fail*, 2012, 34 (2): 181-188. DOI: 10.3109/0886022X.2011.646884.
- [62] Moran JE, Ash SR, ASDIN Clinical Practice Committee. Locking solutions for hemodialysis catheters; heparin and citrate--a position paper by ASDIN [J]. *Semin Dial*, 2008, 21 (5): 490-492. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2008.00466.x.
- [63] Vanholder R, Canaud B, Fluck R, et al. Catheter-related bloodstream infections (CRBSI): a European view [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25 (6): 1753-1756. DOI: 10.1093/ndt/gfq205.
- [64] Cobb DK, High KP, Sawyer RG, et al. A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary-artery catheters [J]. *N Engl J Med*, 1992, 327 (15): 1062-1068. DOI: 10.1056/NEJM199210083271505.
- [65] Lee YM, Moon C, Kim YJ, et al. Clinical impact of delayed catheter removal for patients with central-venous-catheter-related Gram-negative bacteraemia [J]. *J Hosp Infect*, 2018, 99 (1): 106-113. DOI: 10.1016/j.jhin.2018.01.004.
- [66] Timsit JF. Scheduled replacement of central venous catheters is not necessary [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2000, 21 (6): 371-374. DOI: 10.1086/501775.
- [67] Stenzel JP, Green TP, Fuhrman BP, et al. Percutaneous central venous catheterization in a pediatric intensive care unit: a survival analysis of complications [J]. *Crit Care Med*, 1989, 17 (10): 984-988. DOI: 10.1097/00003246-198910000-00003.
- [68] Gil RT, Kruse JA, Thill-Baharozian MC, et al. Triple-vs single-lumen central venous catheters. A prospective study in a critically ill population [J]. *Arch Intern Med*, 1989, 149 (5): 1139-1143.
- [69] 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.
- [70] Eyer S, Brummitt C, Crossley K, et al. Catheter-related sepsis: prospective, randomized study of three methods of long-term catheter maintenance [J]. *Crit Care Med*, 1990, 18 (10): 1073-1079.
- [71] Webster J, Osborne S, Rickard CM, et al. Clinically-indicated replacement versus routine replacement of peripheral venous catheters [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015 (8): CD007798. DOI: 10.1002/14651858.CD007798.pub4.
- [72] Cantón-Bulnes ML, Garnacho-Montero J. Practical approach to the management of catheter-related bloodstream infection [J]. *Rev Esp Quimioter*, 2019, 32 Suppl 2: S38-41.
- [73] 中华医学会重症医学分会. 血管内导管相关感染的预防与治疗指南 (2007) [J]. *中华外科杂志*, 2008, 46 (19): 1441-1449. DOI: 10.3321/j.issn:0529-5815.2008.19.001.
- [74] Xu L, Hu Y, Huang X, et al. Clinically indicated replacement versus routine replacement of peripheral venous catheters in adults: a nonblinded, cluster-randomized trial in China [J]. *Int J Nurs Pract*, 2017, 23 (6): 1111-1125. DOI: 10.1111/ijn.12595.
- [75] Webster J, Lloyd S, Hopkins T, et al. Developing a Research base for Intravenous Peripheral cannula re-sites (DRIP trial). A randomised controlled trial of hospital in-patients [J]. *Int J Nurs Stud*, 2007, 44 (5): 664-671. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2006.02.003.
- [76] Vendramin P, Avelar AFM, Rickard CM, et al. The RESPECT trial-Replacement of peripheral intravenous catheters according to clinical reasons or every 96 hours: a randomized, controlled, non-inferiority trial [J]. *Int J Nurs Stud*, 2020, 107: 103504. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2019.103504.
- [77] Rickard CM, Webster J, Wallis MC, et al. Routine versus clinically indicated replacement of peripheral intravenous catheters: a randomised controlled equivalence trial [J]. *Lancet*, 2012, 380 (9847): 1066-1074. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61082-4.
- [78] Rickard CM, McCann D, Munnings J, et al. Routine resite of peripheral intravenous devices every 3 days did not reduce complications compared with clinically indicated resite: a randomised controlled trial [J]. *BMC Med*, 2010, 8: 53. DOI: 10.1186/1741-7015-8-53.
- [79] Van Donk P, Rickard CM, McGrail MR, et al. Routine replacement versus clinical monitoring of peripheral intravenous catheters in a regional hospital in the home program: a randomized controlled trial [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2009, 30 (9): 915-917. DOI: 10.1086/599776.
- [80] Webster J, Clarke S, Paterson D, et al. Routine care of peripheral intravenous catheters versus clinically indicated replacement: randomised controlled trial [J]. *BMJ*, 2008, 337 (7662): a339.

- DOI: 10.1136/bmj.a339.
- [81] Barsun A, Sen S, Palmieri TL, et al. Peripherally inserted central line catheter infections in burn patients [J]. *J Burn Care Res*, 2014, 35 (6): 514-517. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000045.
 - [82] 刘杰峰, 龙忠恒, 吴红, 等. 重症烧伤休克回吸收期深静脉置管留置时间的临床研究 [J]. *中华医院感染杂志*, 2005, 15 (5): 527-529. DOI: 10.3321/j.issn:1005-4529.2005.05.017.
 - [83] Sheridan RL, Weber JM, Peterson HF, et al. Central venous catheter sepsis with weekly catheter change in paediatric burn patients: an analysis of 221 catheters [J]. *Burns*, 1995, 21 (2): 127-129. DOI: 10.1016/0305-4179(95)92137-2.
 - [84] King B, Schulman CI, Pepe A, et al. Timing of central venous catheter exchange and frequency of bacteremia in burn patients [J]. *J Burn Care Res*, 2007, 28 (6): 859-860. DOI: 10.1097/BCR.0b013e318159a40b.
 - [85] Sheridan RL, Neely AN, Castillo MA, et al. A survey of invasive catheter practices in U. S. burn centers [J]. *J Burn Care Res*, 2012, 33 (6): 741-746. DOI: 10.1097/BCR.0b013e318254d4ab.
 - [86] 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.
 - [87] 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.
 - [88] Bouza E, Burillo A, Muñoz P. Catheter-related infections: diagnosis and intravascular treatment [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2002, 8 (5): 265-274. DOI: 10.1046/j.1469-0691.2002.00385.x.
 - [89] Larsen MK, Thomsen TR, Moser C, et al. Use of cultivation-dependent and-independent techniques to assess contamination of central venous catheters: a pilot study [J]. *BMC Clin Pathol*, 2008, 8: 10. DOI: 10.1186/1472-6890-8-10.
 - [90] Chatzinikolaou I, Hanna H, Hachem R, et al. Differential quantitative blood cultures for the diagnosis of catheter-related bloodstream infections associated with short- and long-term catheters: a prospective study [J]. *Diagn Microbiol Infect Dis*, 2004, 50 (3): 167-172. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2004.07.007.
 - [91] 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.
 - [92] van der Kooi T, Sax H, Pittet D, et al. Prevention of hospital infections by intervention and training (PROHIBIT): results of a pan-European cluster-randomized multicentre study to reduce central venous catheter-related bloodstream infections [J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44 (1): 48-60. DOI: 10.1007/s00134-017-5007-6.
 - [93] 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*, 2010, 50: 1079. DOI: 10.1086/651933.
 - [94] Rijnders BJ, Peetermans WE, Verwaest C, et al. Watchful waiting versus immediate catheter removal in ICU patients with suspected catheter-related infection: a randomized trial [J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30 (6): 1073-1080. DOI: 10.1007/s00134-004-2212-x.
 - [95] Fowler VG Jr, Justice A, Moore C, et al. Risk factors for hematogenous complications of intravascular catheter-associated *Staphylococcus aureus* bacteremia [J]. *Clin Infect Dis*, 2005, 40 (5): 695-703. DOI: 10.1086/427806.
 - [96] Dato VM, Dajani AS. Candidemia in children with central venous catheters: role of catheter removal and amphotericin B therapy [J]. *Pediatr Infect Dis J*, 1990, 9 (5): 309-314. DOI: 10.1097/00006454-199005000-00002.
 - [97] Jones GR, Konsler GK, Dunaway RP, et al. Prospective analysis of urokinase in the treatment of catheter sepsis in pediatric hematology-oncology patients [J]. *J Pediatr Surg*, 1993, 28 (3): 350-355; discussion 355-357. DOI: 10.1016/0022-3468 (93) 90230-i.
 - [98] Raad I, Costerton W, Sabharwal U, et al. Ultrastructural analysis of indwelling vascular catheters: a quantitative relationship between luminal colonization and duration of placement [J]. *J Infect Dis*, 1993, 168 (2): 400-407. DOI: 10.1093/infdis/168.2.400.
 - [99] Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection [J]. *N Engl J Med*, 1977, 296 (23): 1305-1309. DOI: 10.1056/NEJM197706092962301.
 - [100] Paul M, Borok S, Fraser A, et al. Empirical antibiotics against Gram-positive infections for febrile neutropenia: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Antimicrob Chemother*, 2005, 55 (4): 436-444. DOI: 10.1093/jac/dki028.
 - [101] Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ, et al. Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2001, 22 (4): 222-242. DOI: 10.1086/501893.
 - [102] Yali G, Jing C, Chunjiang L, et al. Comparison of pathogens and antibiotic resistance of burn patients in the burn ICU or in the common burn ward [J]. *Burns*, 2014, 40 (3): 402-407. DOI: 10.1016/j.burns.2013.07.010.
 - [103] 罗小强, 龚雅利, 张成, 等. 159 例烧伤重症监护病房导管相关性血流感染患者病原菌分布及耐药性分析 [J]. *中华烧伤杂志*, 2020, 36 (1): 24-31. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2020.01.005.
 - [104] Lorente L, Jiménez A, Santana M, et al. Microorganisms responsible for intravascular catheter-related bloodstream infection according to the catheter site [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35 (10): 2424-2427. DOI: 10.1097/01.CCM.0000284589.63641.B8.
 - [105] Seifert H, Strate A, Pulverer G. Nosocomial bacteremia due to *Acinetobacter baumannii*. Clinical features, epidemiology, and predictors of mortality [J]. *Medicine (Baltimore)*, 1995, 74 (6): 340-349. DOI: 10.1097/00005792-199511000-00004.
 - [106] Friedman ND, Korman TM, Fairley CK, et al. Bacteraemia due to *Stenotrophomonas maltophilia*: an analysis of 45 episodes [J]. *J Infect*, 2002, 45 (1): 47-53. DOI: 10.1053/j.jinf.2002.0978.
 - [107] Pappas PG, Kauffman CA, Andes DR, et al. Clinical practice guideline for the management of candidiasis: 2016 update by the Infectious Diseases Society of America [J]. *Clin Infect Dis*, 2016, 62 (4): e1-50. DOI: 10.1093/cid/civ933.
 - [108] Kullberg BJ, Arendrup MC. Invasive Candidiasis [J]. *N Engl J Med*, 2015, 373 (15): 1445-1456. DOI: 10.1056/NEJMra1315399.
 - [109] Pappas PG, Rex JH, Sobel JD, et al. Infectious Diseases Society of America. Guidelines for treatment of Candidiasis [J]. *Clin Infect Dis*, 2004, 38 (2): 161-189. DOI: 10.1086/380796.
 - [110] Gould FK, Denning DW, Elliott TS, et al. Guidelines for the diagnosis and antibiotic treatment of endocarditis in adults: a report of the Working Party of the British Society for Antimicrobial

- Chemotherapy[J]. J Antimicrob Chemother, 2012, 67(2): 269-289. DOI: 10.1093/jac/dkr450.
- [111] Baddour LM, Wilson WR, Bayer AS, et al. Infective Endocarditis in adults: diagnosis, antimicrobial therapy, and management of complications: a scientific statement for healthcare professionals from the American Heart Association[J]. Circulation, 2005, 111(23): e394-434. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.165564.
- [112] Klein M, Wang A. Infective Endocarditis[J]. J Intensive Care Med, 2016, 31(3): 151-163. DOI: 10.1177/0885066614554906.
- [113] 邹京宁. 重视严重烧伤患者感染性心内膜炎的诊断和治疗[J]. 中华烧伤杂志, 2016, 32(2): 74-76. DOI: 10.3760/cma.j.issn.10092587.2016.02.004.
- [114] Baker CC, Petersen SR, Sheldon GF. Septic phlebitis: a neglected disease[J]. Am J Surg, 1979, 138(1): 97-103. DOI: 10.1016/0002-9610(79)90248-4.
- [115] Khan EA, Correa AG, Baker CJ. Suppurative thrombophlebitis in children: a ten-year experience[J]. Pediatr Infect Dis J, 1997, 16(1): 63-67. DOI: 10.1097/00006454-199701000-00014.
- [116] O'Neill JA Jr, Pruitt BA Jr, Foley FD, et al. Suppurative thrombophlebitis--a lethal complication of intravenous therapy[J]. J Trauma, 1968, 8(2): 256-267. DOI: 10.1097/00005373-196803000-00012.
- [117] Church D, Elsayed S, Reid O, et al. Burn wound infections[J]. Clin Microbiol Rev, 2006, 19(2): 403-434. DOI: 10.1128/CMR.19.2.403-434.2006.
- [118] Villani C, Johnson DH, Cunha BA. Bilateral suppurative thrombophlebitis due to Staphylococcus aureus[J]. Heart Lung, 1995, 24(4): 342-344. DOI: 10.1016/s0147-9563(05)80081-0.
- [119] Benoit D, Decruyenaere J, Vandewoude K, et al. Management of candidal thrombophlebitis of the central veins: case report and review[J]. Clin Infect Dis, 1998, 26(2): 393-397. DOI: 10.1086/516319.

(收稿日期:2020-11-22)

· 读者·作者·编者·

本刊可直接使用英文缩写的常用词汇

已被公知公认的缩略语如 ATP、CT、DNA、HBsAg、Ig、mRNA、PCR、RNA, 可不加注释直接使用。对本刊常用的以下词汇, 也允许直接使用英文缩写(按首字母排序)。

脱细胞真皮基质(ADM)	苏木精-伊红(HE)	动脉血氧分压(PaO ₂)
丙氨酸转氨酶(ALT)	重症监护病房(ICU)	磷酸盐缓冲液(PBS)
急性呼吸窘迫综合征(ARDS)	白细胞介素(IL)	反转录-聚合酶链反应(RT-PCR)
天冬氨酸转氨酶(AST)	角质形成细胞(KC)	全身炎症反应综合征(SIRS)
集落形成单位(CFU)	半数致死烧伤面积(LA50)	超氧化物歧化酶(SOD)
每分钟放射性荧光闪烁计数值(cpm)	内毒素/脂多糖(LPS)	动脉血氧饱和度(SaO ₂)
细胞外基质(ECM)	丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)	体表总面积(TBSA)
表皮生长因子(EGF)	最低抑菌浓度(MIC)	转化生长因子(TGF)
酶联免疫吸附测定(ELISA)	多器官功能障碍综合征(MODS)	辅助性 T 淋巴细胞(Th)
成纤维细胞(Fb)	多器官功能衰竭(MOF)	肿瘤坏死因子(TNF)
成纤维细胞生长因子(FGF)	一氧化氮合酶(NOS)	血管内皮生长因子(VEGF)
3-磷酸甘油醛脱氢酶(GAPDH)	动脉血二氧化碳分压(PaCO ₂)	负压封闭引流(VSD)

本刊编辑委员会