

# ICU 中心静脉导管感染危险因素分析： 附 1 160 例病例报告

张明 徐拥庆 姜志明 钱俊英 张众慧 孙楠楠 解建 李涛

250014 山东济南, 山东大学附属千佛山医院重症医学科

通讯作者: 李涛, Email: qylitao@139.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.12.006

**【摘要】** 目的 分析中心静脉导管感染的病原学特点及感染相关危险因素,为中心静脉导管感染的防治提供理论依据。方法 回顾性分析 2000 年 1 月至 2016 年 12 月山东大学附属千佛山医院重症医学科 (ICU) 收治的中心静脉导管感染患者的相关资料。收集患者的性别、年龄、置管相关数据、微生物培养结果等。计算感染率和中心静脉导管千日感染率;通过 Logistic 回归分析中心静脉导管感染的危险因素。结果 17 年共收治 1 160 例中心静脉导管感染患者,男性 915 例,女性 245 例;年龄 7~98 岁,平均 (71.8±17.5) 岁。以每 3 年为一个时间段分析,中心静脉导管千日感染率呈逐渐下降趋势 (例/千日: 21.87、24.50、19.95、12.64、16.34、12.40,  $\chi^2=38.851, P=0.000$ )。1 160 例患者中有 375 例导管培养阳性,共培养出病原菌 397 株,其中革兰阴性 ( $G^-$ ) 菌 173 株 (占 43.58%),革兰阳性菌 ( $G^+$ ) 130 株 (占 32.74%),真菌 94 株 (占 23.68%)。  $G^-$  菌中以非发酵菌为主 (铜绿假单胞菌占 11.59%,鲍曼不动杆菌占 8.82%),其次为肠杆菌科细菌 (肺炎克雷伯杆菌占 8.06%,大肠埃希菌占 2.02%);  $G^+$  菌以葡萄球菌属为主 (表皮葡萄球菌占 11.84%,金黄色葡萄球菌占 5.29%);真菌以热带假丝酵母菌 (占 9.07%) 和白色假丝酵母菌 (占 5.79%) 为主。颈内静脉、股静脉、锁骨下静脉置管患者的感染率分别为 36.07% (22/61)、35.52% (119/335)、30.63% (234/764;  $\chi^2=2.725, P=0.099$ ),静脉导管千日感染率分别为 18.00、17.71、17.08 例/千日 ( $\chi^2=0.134, P=0.714$ )。375 例导管培养阳性患者的置管时间明显长于 785 例导管培养阴性患者 ( $d: 20.80 \pm 11.68$  比  $17.64 \pm 10.77, t=4.417, P=0.000$ )。置管 7 d 内的患者导管感染率最低 (19.87%, 30/151),随置管时间延长,感染率逐渐升高,置管时间 >30 d 者感染率为 44.44% (68/153),置管时间与感染率明显相关 ( $\chi^2=22.849, P=0.000$ )。多因素 Logistic 回归分析显示,相对于锁骨下静脉置管,股静脉置管的感染风险明显增加 [优势比 (OR) = 1.362, 95% 可信区间 (95%CI) = 1.030 ~ 1.801,  $P=0.030$ ];置管时间延长也是静脉导管感染风险增加的危险因素 (OR = 1.306, 95%CI = 1.177 ~ 1.480,  $P=0.000$ )。结论 中心静脉导管感染以  $G^-$  杆菌为主要病原菌;股静脉置管和置管时间长是中心静脉导管感染的危险因素。

**【关键词】** 中心静脉; 导管感染; 病原学; 危险因素

基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划项目 (2016WS0497)

**Study on risk factor of central venous catheter infection in ICU: 1 160 patients report** Zhang Ming, Xu Yongqing, Jiang Zhiming, Qian Junying, Zhang Zhonghui, Sun Nannan, Xie Jian, Li Tao  
Department of Intensive Care Unit, Qianfoshan Hospital Affiliated to Shandong University, Jinan 250014, Shandong, China

Corresponding author: Li Tao, Email: qylitao@139.com

**【Abstract】** **Objective** To analyze the etiology and risk factors of central venous catheter (CVCs) infections, and to explore the prophylaxis and treatment for catheter-related infections. **Methods** A retrospective study was conducted. The patients with CVCs admitted to intensive care unit (ICU) of Qianfoshan Hospital Affiliated to Shandong University from January 2000 to December 2016 were enrolled. The gender, age, catheter data and microorganism culture results of all patients were collected. The infection rate and the incidences of CVCs infection per 1 000 catheter days were calculated. The risk factors of CVCs infection were analyzed by Logistic regression. **Results** 1 160 patients were enrolled in 17 years [male 915, female 245, age 7-98 years, mean (71.8±17.5) years]. The incidences of CVCs infection per 1 000 catheter days were descended every 3 years (cases/1 000 days: 21.87, 24.50, 19.95, 12.64, 16.34, 12.40,  $\chi^2=38.851, P=0.000$ ). Of the 1 160 patients, 375 were positive for catheter culture, and 397 strains were cultured, among which 173 strains (43.58%) were Gram negative ( $G^-$ ), 130 strains (32.74%) of Gram positive ( $G^+$ ), and 94 strains of fungi (23.68%). Non-fermenting bacteria (*Pseudomonas aeruginosa* 11.59%, *Acinetobacter baumannii* 8.82%) was predominant in the  $G^-$  bacteria, followed by *Enterobacteria* (*Klebsiella pneumoniae* 8.06%, *Escherichia coli* 2.02%); *Staphylococcus spp.* (*Staphylococcus epidermidis* 11.84%, *Staphylococcus aureus* 5.29%) was the main species of  $G^+$  bacteria; the main fungi were *Candida tropicalis* (9.07%) and *Candida albicans* (5.79%). The catheter infection rate of internal jugular vein, femoral vein and subclavian vein were 36.07% (22/61), 35.52% (119/335), 30.63% (234/764) respectively ( $\chi^2=2.275, P=0.099$ ), the incidence of catheter infection of three vein insertion sites per 1 000 catheter days were 18.00, 17.71, 17.08 cases/1 000 days respectively ( $\chi^2=0.034, P=0.714$ ). The mean placement time of infected CVCs in situ was

longer than that of non-infected CVCs (days:  $20.80 \pm 11.68$  vs.  $17.64 \pm 10.77$ ,  $t = 4.417$ ,  $P = 0.000$ ). The positive rate was lowest during 1-7 days of indwelling time (19.87%, 30/151). The infection rate was increased with long indwelling time. The positive rate was 44.44% (68/153) as indwelling time was over 30 days. The infection rate was significantly positively related to indwelling time ( $\chi^2 = 22.849$ ,  $P = 0.000$ ). Multiple Logistic regression analysis showed that the infection risk of femoral vein catheter was increased [odds ratio (OR) = 1.362, 95% confidence interval (95%CI) = 1.030-1.801,  $P = 0.030$ ] as compared with that of subclavian vein catheter; the infection risk was increased with long indwelling time (OR = 1.306, 95%CI = 1.177-1.480,  $P = 0.000$ ). **Conclusions**  $G^-$  are the major pathogens of CVCs infection. Femoral vein catheter and long indwelling time are the risk factors of CVCs infection.

**【Key words】** Central venous; Catheter infection; Etiology; Risk factor

**Fund program:** Projects of Medical and Health Technology Development Program in Shandong Province (2016WS0497)

中心静脉导管在危重患者的抢救和治疗中具有重要作用,但静脉置管引起的导管相关性感染是常见的医院获得性感染,可延长患者重症医学科(ICU)住院时间,增加住院费用,甚至增加病死率。导管相关性感染的病原学特点可以对治疗起到指导作用。本研究回顾性分析本院ICU 17年来1 160例患者的中心静脉导管培养结果,旨在探讨导管相关性感染的病原学特点及其相关危险因素。

## 1 资料与方法

**1.1 病例的纳入及排除标准:**选择2000年1月至2016年12月本院ICU中心静脉导管感染的患者。

**1.1.1 纳入标准:**住院期间怀疑静脉导管相关性感染并留取中心静脉导管尖端微生物培养者,包括颈内静脉、锁骨下静脉、股静脉。

**1.1.2 排除标准:**中心静脉置管相关资料不全者,如置管时间、置管部位等。

**1.1.3 伦理学:**本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准(审批号:S068),所有检测均获得过患者或家属的知情同意。

**1.2 导管微生物培养:**疑有静脉导管相关性感染,如置管部位有红肿或脓性分泌物;发热伴寒战,无法用其他部位感染解释者,均在无菌操作下拔除中心静脉导管,将导管尖端送细菌培养及药敏试验。

**1.3 观察指标:**收集患者的性别、年龄、置管部位、置管时间、拔管时间、静脉导管微生物培养结果。

**1.4 计算感染率:**感染率=静脉导管微生物培养阳性例数/送检例数 $\times 100\%$ 。中心静脉导管千日感染率=(中心静脉导管感染例数/住院患者静脉插管总天数)/千日。

**1.5 统计学分析:**使用SPSS 16.0软件统计数据。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 $t$ 检验;不同置管时间、置管部位患者间感染率比较采用线性趋势 $\chi^2$ 检验。对性别、年龄、置管部位、置管时间等导管感染危险因素采用Logistic回归分析。

$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者基本情况:**1 160例患者中男性915例,女性245例;年龄7~98岁,平均( $71.8 \pm 17.5$ )岁;均为静脉双腔导管,包括中心静脉导管(ABLE 7F-20 cm、ARROW 7F-20 cm)、血液透析管(COVIDIEN 13.5F-19.5 cm、13.5F-13.5 cm)。1 160例患者中导管培养阳性375例,感染率为32.33%;其中22例培养出2种病原菌,故共培养出病原菌397株。

**2.2 中心静脉导管千日感染率(表1):**以每3年为一个时间段(最后一组为2年)分析,中心静脉导管千日感染率总体呈下降趋势,经线性趋势 $\chi^2$ 检验显示,中心静脉导管千日感染率与置管时间具有相关性( $\chi^2 = 38.851$ ,  $P = 0.000$ )。

表1 2000年1月至2016年12月本院重症医学科(ICU)1 160例中心静脉导管感染患者不同时间段导管千日感染率

时间段	送检 (例)	阳性 (例)	总置管 时间(d)	千日感染率 (例/千日)
2000年1月至2002年12月	108	50	2 286	21.87
2003年1月至2005年12月	119	54	2 204	24.50
2006年1月至2008年12月	258	97	4 862	19.95
2009年1月至2011年12月	215	54	4 273	12.64
2012年1月至2014年12月	295	85	5 201	16.34
2015年1月至2016年12月	165	35	2 822	12.40

**2.3 导管感染病原菌的分布及构成比(表2):**397株病原菌中革兰阴性( $G^-$ )菌173株(占43.58%),其中以非发酵菌为主,其次为肠杆菌科细菌;革兰阳性( $G^+$ )菌130株(占32.74%),其中以葡萄球菌属为主;真菌94株(占23.68%),其中以热带假丝酵母菌和白色假丝酵母菌为主。

**2.4 置管部位与感染的关系(表3):**锁骨下静脉、股静脉、颈内静脉置管患者的感染率和中心静脉导管千日感染率逐步增高,但经线性趋势 $\chi^2$ 检验显示,置管部位与静脉导管感染率和千日感染率均无相关性(均 $P > 0.05$ )。

表 2 2000 年 1 月至 2016 年 12 月本院重症医学科 (ICU) 1 160 例中心静脉导管感染患者 397 株导管感染病原菌的分布及构成比

病原菌	阳性菌株 (株)	构成比 (%)	病原菌	阳性菌株 (株)	构成比 (%)	病原菌	阳性菌株 (株)	构成比 (%)
革兰阴性杆菌	173	43.58	革兰阳性菌	130	32.74	真菌	94	23.68
铜绿假单胞菌	46	11.59	革兰阳性球菌	122	30.73	假丝酵母菌	92	23.17
鲍曼不动杆菌	35	8.82	表皮葡萄球菌	47	11.84	热带假丝酵母菌	36	9.07
肺炎克雷伯杆菌	32	8.06	金黄色葡萄球菌	21	5.29	白色假丝酵母菌	23	5.79
大肠埃希菌	8	2.02	粪肠球菌	13	3.27	光滑假丝酵母菌	8	2.02
洋葱伯克霍尔德菌	8	2.02	溶血葡萄球菌	13	3.27	近平滑假丝酵母菌	6	1.51
奇异变形杆菌	5	1.26	屎肠球菌	8	2.02	克鲁假丝酵母菌	4	1.01
阴沟肠杆菌	5	1.26	头部葡萄球菌头部亚种	3	0.76	克柔假丝酵母菌	2	0.50
黏质沙雷菌	4	1.01	其他	17	4.28	未分型假丝酵母菌	13	3.27
产气肠杆菌	4	1.01	革兰阳性杆菌	8	2.02	霉菌	2	0.50
嗜麦芽窄食假单胞菌	3	0.76	具体菌名不详	4	1.01			
产碱假单胞菌	3	0.76	李斯特菌	2	0.50			
其他	20	5.04	棒状杆菌	2	0.50			

表 3 2000 年 1 月至 2016 年 12 月本院重症医学科 (ICU) 1 160 例中心静脉导管感染患者置管部位与导管感染的关系

置管部位	送检 (例)	阳性 (例)	感染率 (%)	总置管时间 (d)	千日感染率 (例/千日)
锁骨下静脉	764	234	30.63	13 700	17.08
股静脉	335	119	35.52	6 721	17.71
颈内静脉	61	22	36.07	1 222	18.00

注:置管部位与静脉导管感染率的线性趋势:  $\chi^2=2.725, P=0.099$ ;置管部位与千日感染率的线性趋势:  $\chi^2=0.134, P=0.714$

2.5 置管时间与感染的关系 (表 4~5): 导管培养阳性患者的置管时间明显长于导管培养阴性患者 ( $P<0.01$ )。置管 7 d 内, 导管相关性感染率较低, 为 19.87%; 随置管时间延长, 感染率逐渐升高, 经线性趋势  $\chi^2$  检验显示, 置管时间与感染率具有显著相关性 ( $P<0.01$ )。

表 4 2000 年 1 月至 2016 年 12 月本院重症医学科 (ICU) 1 160 例中心静脉导管感染患者导管培养阳性与阴性者之间置管时间的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数 (例)	置管时间 (d)	t 值	P 值
导管培养阴性	785	17.64 ± 10.77	4.417	0.000
导管培养阳性	375	20.80 ± 11.68		

表 5 2000 年 1 月至 2016 年 12 月本院重症医学科 (ICU) 1 160 例中心静脉导管感染患者置管部位与感染率的关系

置管时间	送检 (例)	阳性 (例)	感染率 (%)
1 ~ 7 d	151	30	19.87
8 ~ 14 d	334	102	30.54
15 ~ 21 d	314	95	30.25
22 ~ 30 d	208	80	38.46
> 30 d	153	68	44.44

注:置管时间与感染率的线性趋势:  $\chi^2=22.849, P=0.000$

2.6 Logistic 回归分析 (表 6): 随着置管时间延长, 静脉导管感染风险增加 ( $P<0.01$ )。多因素回归分析显示, 相对于锁骨下静脉置管, 股静脉置管的感染风险明显增加 ( $P<0.05$ ); 且置管时间延长也是导管相关性感染的危险因素 ( $P<0.01$ )。

表 6 2000 年 1 月至 2016 年 12 月本院重症医学科 (ICU) 1 160 例中心静脉导管感染患者导管感染危险因素的 Logistic 回归分析

变量	单因素分析			多因素分析		
	OR 值	95%CI	P 值	OR 值	95%CI	P 值
性别	1.119	0.830 ~ 1.508	0.461	1.129	0.834 ~ 1.528	0.433
年龄	0.903	0.786 ~ 1.038	0.152	0.908	0.788 ~ 1.047	0.183
置管部位						
锁骨下静脉	1			1		
股静脉	1.216	0.926 ~ 1.596	0.160	1.362	1.030 ~ 1.801	0.030
颈内静脉	1.469	0.859 ~ 2.512	0.160	1.627	0.942 ~ 2.810	0.081
置管时间	1.279	1.155 ~ 1.415	0.000	1.306	1.177 ~ 1.480	0.000

注:OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间; 空白代表无此项

### 3 讨论

中心静脉置管是 ICU 常用的有创操作之一, 78% 的危重患者需应用中心静脉导管<sup>[1]</sup>。国内研究显示, 危重患者死亡组应用中心静脉导管的的比例明显高于存活组 (83.33% 比 63.25%)<sup>[2]</sup>。中心静脉导管在围手术期应用也较广泛, 可用于监测中心静脉压、中心静脉血氧饱和度等<sup>[3]</sup>。ICU 患者中心静脉导管使用率为 32% ~ 80%<sup>[4]</sup>; 申凤彩等<sup>[5]</sup> 研究显示, 有 67.6% 的脓毒症患者应用了中心静脉导管。但无论是静脉还是动脉置管都可能导致血流感染<sup>[6]</sup>。导管相关性血流感染 (CRBSI) 是最严重的院内感染之一, 尤其是对于免疫抑制的患者, 如实体器官移植术后<sup>[7]</sup>, 具有较高的发生率。中心静脉导管感染的目标性监测结果对其防治具有重要指导意义<sup>[8]</sup>。

本研究结果显示,近17年间本院ICU患者中心静脉导管总体感染率为32.33%,与国外研究结果(35.8%)基本一致<sup>[9]</sup>。一项Meta分析显示,重症外科手术患者中心静脉导管的细菌定植率为8.40%~21.63%<sup>[10]</sup>。Mozaffari等<sup>[11]</sup>研究显示,血管内导管(中心静脉导管占93.3%)感染率高达73.3%。有研究显示,50%的近平滑假丝酵母菌血流感染患者静脉导管尖端培养为阳性<sup>[12]</sup>。本研究显示,2006年以前中心静脉导管感染率呈逐渐升高趋势,随后逐渐下降,这与中心静脉置管的适应证要求更加严格以及临床医生对导管感染的预防更加重视有关;同时,本科定期汇总、分析静脉导管感染资料,并对导管感染采取集束化预防措施<sup>[13]</sup>,包括应用去甲万古霉素与肝素盐水混合液封管等方法<sup>[14]</sup>,这种目标性监测和预防对降低感染率有一定的效果。

本研究通过对病原菌的分析发现,中心静脉导管感染以G<sup>-</sup>杆菌为主,与院内感染优势菌群是一致的<sup>[15]</sup>,其中以铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌和肺炎克雷伯菌相对常见;也有研究显示,静脉导管相关性感染以G<sup>+</sup>菌为主<sup>[16-17]</sup>,这可能与不同医院间优势病原菌种类差异有关。本研究中G<sup>+</sup>球菌感染以表皮葡萄球菌和金黄色葡萄球菌为主,表皮葡萄球菌感染不排除与皮肤菌群污染有关;真菌感染以热带假丝酵母菌和白色假丝酵母菌为主,与国内研究结果基本一致<sup>[18-19]</sup>。该结果为中心静脉导管相关性感染的经验性治疗提供了理论依据。

有研究表明,不同部位的中心静脉导管感染率是有差异的。Parameswaran等<sup>[9]</sup>发现,股静脉、颈内静脉和锁骨下静脉导管相关性感染率分别为33.3%、22.2%、21.3%。Lorente等<sup>[20]</sup>对2595例中心静脉导管感染患者进行分析发现,锁骨下静脉、颈内静脉、股静脉置管分别有917、1390、288例发生感染;股静脉发生CRBSI的风险高于颈内静脉,颈内静脉感染风险高于锁骨下静脉。一项包括2项随机对照试验(RCT)和8项观察性研究的系统评价显示,锁骨下静脉、颈内静脉与股静脉之间CRBSI发生率未见明显差异<sup>[21]</sup>。本研究显示,颈内静脉导管感染率较高,这可能与气管造口有关。既往研究显示,气管造口状态是CRBSI的危险因素,Garnacho-Montero等<sup>[22]</sup>通过对1211例留置锁骨下静脉和颈内静脉导管的患者研究发现,气管造口与CRBSI密切相关,但研究者未报道两种静脉导管感染之间的差异。Lorente等<sup>[23]</sup>的另一项研究显示,

气管造口是发生CRBSI的高危因素;颈内静脉置管并气管造口患者的CRBSI发生率高于锁骨下静脉和股静脉置管者。锁骨下静脉置管并气管造口患者发生CRBSI的风险低于股静脉<sup>[24]</sup>。后路入颈内静脉置管并气管造口发生CRBSI的风险高于无气管造口者<sup>[25]</sup>。所以,在气管切开后,应避免行颈内静脉置管。本研究显示,锁骨下静脉、股静脉和颈内静脉置管患者间导管感染率无差异,但三者引起的CRBSI可能存在差异。通过多因素Logistic回归分析显示,相对于锁骨下静脉置管,股静脉置管的感染风险明显增加。

中心静脉导管留置时间与导管感染密切相关。本研究显示,置管7d内的患者感染率较低,随置管时间延长,感染率明显增高;Logistic回归分析显示,置管时间是静脉导管感染的危险因素,置管时间越长,感染风险越高,尽早拔除中心静脉导管可能会降低感染率。国内研究显示,置管时间 $\geq 7$ d是失血性休克患者锁骨下静脉置管感染的独立危险因素<sup>[26]</sup>。Parameswaran等<sup>[9]</sup>研究显示,感染组置管时间明显长于对照组,认为中心静脉置管时间 $> 12$ d是导管相关性感染的危险因素。Tan等<sup>[27]</sup>发现,CRBSI患者的中心静脉导管留置时间明显长于无CRBSI者。Rinke等<sup>[28]</sup>通过对门诊患者研究发现,静脉置管1个月以内是CRBSI的独立危险因素,分析原因可能与1个月内患者病情相对较重、自身免疫力低、接受药物治疗较多、输注血制品和采血化验较频繁,以及在家中导管护理不到位等因素有关。而本结果显示,置管时间 $> 30$ d者中心静脉导管感染率明显增加,这可能与危重病患者的自身特点相关,在ICU住院时间长的患者大多病情严重且反复、预后较差、静脉输注液体较多。

综上所述,本研究显示,本院ICU中心静脉导管感染常见的病原菌为G<sup>-</sup>杆菌;随置管时间延长,导管感染率呈增加趋势;置管部位和置管时间均是中心静脉导管感染的相关危险因素。临床医生应根据患者的情况选择相对合适的置管部位,并根据病情及早拔除中心静脉导管,缩短置管时间,以降低CRBSI的发生率。本研究只对导管感染进行了分析,下一步将结合血培养结果对CRBSI进行深入研究。

#### 参考文献

- [1] Vincent JL, Bihari DJ, Suter PM, et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. Results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC) Study. EPIC International Advisory Committee [J]. JAMA, 1995, 274 (8): 639-644. DOI: 10.1001/jama.1995.03530080055041.

- [2] 王金荣, 高攀, 郭淑芬, 等. ICU患者医院感染的死亡危险因素分析: 2009年至2015年864例病例回顾[J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28(8): 704-708. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.08.007.  
Wang JR, Gao P, Guo SF, et al. Analysis of death risk factors for nosocomial infection patients in an ICU: a retrospective review of 864 patients from 2009 to 2015 [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28(8): 704-708. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.08.007.
- [3] 李红峰, 施菁. 危重患者围手术期应注意的问题[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2017, 24(1): 98. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.01.029.  
Li HF, Shi J. Problems should be paid attention to in perioperative period of critically ill patients [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2017, 24(1): 98. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.01.029.
- [4] Climo M, Diekema D, Warren DK, et al. Prevalence of the use of central venous access devices within and outside of the intensive care unit: results of a survey among hospitals in the prevention epicenter program of the Centers for Disease Control and Prevention [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2003, 24(12): 942-945. DOI: 10.1086/502163.
- [5] 申凤彩, 解迪, 韩钱鹏, 等. ICU血流感染病原菌特征及混合血流感染的危险因素分析[J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(9): 718-723. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.09.004.  
Shen FC, Xie D, Han QP, et al. Microbial characteristics in culture-positive sepsis and risk factors of polymicrobial infection in ICU [J]. Chin Crit Care Med, 2015, 27(9): 718-723. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.09.004.
- [6] 王斌, 安友仲. 当前对动脉导管相关性血流感染的认识[J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28(5): 478-480. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.05.021.  
Wang B, An YZ. The current understanding of arterial-catheter related bloodstream infection [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28(5): 478-480. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.05.021.
- [7] 孙畅, 张雷. 美国移植协会《实体器官移植感染疾病诊疗指南》2013年第3版介绍导言: 实体器官移植后感染[J/CD]. 实用器官移植电子杂志, 2014, 2(3): 137-140.  
Sun C, Zhang L. Introduce of guidelines on infection disease after organ transplantation (3rd edition, 2013): the infection after organ transplantation [J/CD]. Prac J Organ Transplant (Electronic Version), 2014, 2(3): 137-140.
- [8] 杜学娜, 张岩, 董爱英, 等. 目标性监测控制中心静脉导管相关性感染的效果分析及病原菌研究[J]. 中国综合临床, 2016, 32(7): 590-593. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-6315.2016.07.004.  
Du XN, Zhang Y, Dong AY, et al. Analysis of the effect of targeted monitoring on the control of central venous catheter related infection and research of pathogenic bacteria [J]. Clin Med Chin, 2016, 32(7): 590-593. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-6315.2016.07.004.
- [9] Parameswaran R, Sherchan JB, Varma DM, et al. Intravascular catheter-related infections in an Indian tertiary care hospital [J]. J Infect Dev Ctries, 2011, 5(6): 452-458. DOI: 10.3855/jidc.1261.
- [10] Ugas MA, Cho H, Trilling GM, et al. Central and peripheral venous lines-associated blood stream infections in the critically ill surgical patients [J]. Ann Surg Innov Res, 2012, 6(1): 8. DOI: 10.1186/1750-1164-6-8.
- [11] Mozaffari K, Bakhshandeh H, Khalaj H, et al. Incidence of catheter-related infections in hospitalized cardiovascular patients [J]. Res Cardiovasc Med, 2013, 2(2): 99-103. DOI: 10.5812/cardiomed.9388.
- [12] 宋巍, 魏殿军. 重症患者近平滑假丝酵母菌血流感染病例分析[J]. 实用检验医师杂志, 2015, 7(3): 148-152. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2015.03.005.  
Song W, Wei DJ. The clinical characteristics of *Candida parapsilosis* bloodstream infection in critically ill patients [J]. Chin J Clin Pathol, 2015, 7(3): 148-152. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2015.03.005.
- [13] 徐方林, 邹颀, 李峰, 等. 重症监护病房中心静脉导管相关性感染集束化预防措施的临床意义[J]. 中华危重病急救医学, 2010, 22(9): 559-560. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2010.09.016.  
Xu FL, Zou J, Li F, et al. The clinical value of bundle prevention strategies of central venous catheter-related bloodstream infection in intensive care unit [J]. Chin Crit Care Med, 2010, 22(9): 559-560. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2010.09.016.
- [14] 王晶, 崔朝勃, 王金荣, 等. 去甲万古霉素封管预防重症患者中心静脉导管相关性感染的前瞻性随机对照研究[J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26(7): 468-472. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.07.005.  
Wang J, Cui ZB, Wang JR, et al. A prospective randomized controlled trial on effect of norvancomycin tube sealing for prevention of central venous catheter-related infection in critical patients [J]. Chin Crit Care Med, 2014, 26(7): 468-472. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.07.005.
- [15] 刘海峰, 周柱江, 胡靖青, 等. 综合重症加强治疗病房医院感染的常见致病菌分析以及耐药性监测结果[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22(4): 382-385. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.04.012.  
Liu HF, Zhou ZJ, Hu JQ, et al. A survey on distribution and drug resistance of pathogens causing nosocomial infection in general intensive care unit [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2015, 22(4): 382-385. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.04.012.
- [16] Süner A, Karaoglan I, Mete AO, et al. Assessment of bloodstream infections and risk factors in an intensive care unit [J]. Turk J Med Sci, 2015, 45(6): 1243-1250. DOI: 10.3906/sag-1303-41.
- [17] 庞玉洪, 赵建明, 陈抗侵, 等. 临时中心静脉导管感染的病原菌变化及危险因素分析[J]. 中国血液净化, 2016, 15(5): 315-318. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2016.05.015.  
Pang YH, Zhao JM, Chen KQ, et al. Change of pathogens and risk factors for temporary central venous catheter-related infection [J]. Chin J Blood Purif, 2016, 15(5): 315-318. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2016.05.015.
- [18] 马欣欣, 蔡娟, 魏静, 等. 重症监护病房血管导管相关感染目标性监测和抗菌治疗分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(11): 2449-2452. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-163488.  
Ma XX, Cai J, Wei J, et al. Targeted monitoring and antibiotic therapy of vascular catheter related infection in intensive care unit [J]. Chin J Nosocomiol, 2017, 27(11): 2449-2452. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-163488.
- [19] 何清, 冯喆, 刘韬滔, 等. ICU中心静脉导管相关血流感染的临床特点及相关因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(14): 3176-3179, 3199. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-163628.  
He Q, Feng Z, Liu TT, et al. Clinical characteristics and correlative factors of central venous catheter-related bloodstream infections in ICU [J]. Chin J Nosocomiol, 2017, 27(14): 3176-3179, 3199. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-163628.
- [20] 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.
- [21] 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. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318255d9bc.
- [22] Garnacho-Montero J, Aldabó-Pallás T, Palomar-Martínez M, et al. Risk factors and prognosis of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients: a multicenter study [J]. Intensive Care Med, 2008, 34(12): 2185-2193. DOI: 10.1007/s00134-008-1204-7.
- [23] Lorente L, Jiménez A, Martín MM, et al. Influence of tracheostomy on the incidence of central venous catheter-related bacteremia [J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2009, 28(9): 1141-1145. DOI: 10.1007/s10096-009-0742-4.
- [24] Lorente L, Jiménez A, Martín MM, et al. Lower incidence of catheter-related bloodstream infection in subclavian venous access in the presence of tracheostomy than in femoral venous access: prospective observational study [J]. Clin Microbiol Infect, 2011, 17(6): 870-872. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2010.03406.x.
- [25] 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.
- [26] 周凯, 刘济滔, 胡溯, 等. 357例创伤失血性休克患者锁骨下静脉置管感染的危险因素分析[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22(3): 288-290. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.03.015.  
Zhou K, Liu JT, Hu L, et al. Logistic regression analysis of risk factors in subclavian venous catheter-related infections of 357 patients with traumatic hemorrhagic shock [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2015, 22(3): 288-290. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.03.015.
- [27] Tan CC, Zanariah Y, Lim KI, et al. Central venous catheter-related blood stream infections: incidence and an analysis of risk factors [J]. Med J Malaysia, 2007, 62(5): 370-374.
- [28] Rinke ML, Milstone AM, Chen AR, et al. Ambulatory pediatric oncology CLABSI: epidemiology and risk factors [J]. Pediatr Blood Cancer, 2013, 60(11): 1882-1889. DOI: 10.1002/pbc.24677.  
(收稿日期: 2017-09-26)