

·基础研究·

## ICU重症患者中心静脉导管相关血流感染的卫生经济学分析

蔡莉<sup>1</sup>, 冯晓敏<sup>2</sup>, 黄竞<sup>2</sup>, 陈惠超<sup>2</sup>, 李健<sup>1</sup>, 欧阳红莲<sup>1</sup>

(1. 广州中医药大学第二临床医学院重症监护室, 广东 广州 510006; 2. 广东省中医院重症监护室, 广东 广州 510120)

**摘要:**【目的】探讨ICU重症患者,进行中心静脉置管(CVC)后发生导管相关血流感染(CLABSI)的增量成本,以及院感防控措施的主要成本,通过增量成本和院感防控措施成本的价值对比,从医疗质量和经济效益角度提高医务人员对预防CLABSI的院感防控措施的重视程度,促进防控措施的落实。【方法】本研究采用整群抽样方法,选取2021年1月至2023年12月期间,在某三甲中医院ICU进行CVC置管的重症患者,CLABSI组65例和非CLABSI组61例,共126例,通过医院医疗病历系统回顾性地收集患者资料,梳理研究对象的疾病类型、性别、年龄、住院时长、转归、住院各项费用等。分析比较不同手卫生方法、不同环境清洁消毒方法的成本。【结果】CLABSI组和非CLABSI组患者的住院时长( $Z=-5.35, P<0.05$ )和住院总费用( $Z=-6.79, P<0.05$ )均存在显著性差异;不同住院时长的患者住院总费用存在显著性差异( $H=43.01, P<0.05$ );住院时长>60 d的患者住院总费用中位数远高于其他3组的患者;男性组( $Z=-4.85, P<0.05$ )住院总费用中位数的差异大于女性组( $Z=-3.98, P<0.05$ );61~80岁组( $Z=-5.79, P<0.05$ )的差异大于其他两组。【结论】CLABSI的发生显著增加了ICU患者的住院时间和住院费用。虽然不同手卫生方式、不同环境清洁消毒方案在成本上存在差异,但与CLABSI发生后产生的增量成本相比,这些成本是可以接受的。因此,医疗机构应重视手卫生和环境卫生消毒等院感防控措施的投入,制定切实、合理、可行的实施方案,确保院感防控措施落实,以避免医院感染发生、促进医疗质量提升、有效控制患者的住院时间和住院费用,力求保障患者安全。

**关键词:**重症监护室;中心静脉导管相关血流感染;住院费用;预防与控制;成本

**中图分类号:**R446.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-3554(2025)02-0301-10

**DOI:**10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2025.0214

### Health Economic Analysis of Central Line-associated Bloodstream Infections in Critically Ill Patients in Intensive Care Unit

CAI Li<sup>1</sup>, FENG Xiaomin<sup>2</sup>, HUANG Jing<sup>2</sup>, CHEN Huichao<sup>2</sup>, LI Jian<sup>1</sup>, OUYANG Honglian<sup>1</sup>

(1. Emergency Intensive Care Unit, The Second Clinical College of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China; 2. Emergency Intensive Care Unit, Guangdong Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China)

Correspondence to: OUYANG Honglian; E-mail: oyhwljx@126.com; LI Jian; E-mail: Lijian426@126.com

**Abstract:**【Objective】To explore the incremental cost of central line-associated bloodstream infections (CLABSI) after central venous catheterization (CVC) in critically ill patients in the intensive care unit (ICU), as well as the main cost of nosocomial infection prevention and control. By comparing these two costs, the medical personnel to pay more attention should CLABSI prevention and control from the perspectives of medical quality and economic benefits, and promote the implementation of prevention and control measures.【Methods】Cluster sampling was used to select 126

收稿日期:2024-10-13

录用日期:2025-02-05

基金项目:2022年度广州市科技局-市校(院)联合资助项目(202201020315);2023年度广东省中医药局中医药科研项目(20232049)

作者简介:蔡莉,第一作者,研究方向:医院感染管理, E-mail:164128661@qq.com;欧阳红莲,通信作者,副主任护师,研究方向:危重症护理, E-mail:oyhlwjl@126.com;李健,共同通信作者,主任医师,研究方向:中西医结合诊治脓毒症/重症感染, E-mail:Lijian426@126.com

critically ill patients who underwent CVC in the ICU of a tertiary traditional Chinese medicine hospital from January 2021 to December 2023, including 65 cases in the CLABSI group and 61 in the non-CLABSI group. Patients' data were retrospectively collected from the hospital medical records, including the disease type, gender, age, length of hospital stay, outcome, and hospitalization expenses. The costs of different hand hygiene methods and differing approaches to environmental cleaning and disinfection were analyzed and compared.【Results】 There were significant differences in the length of hospital stay ( $Z=-5.35, P<0.05$ ) and total hospitalization expenses ( $Z=-6.79, P<0.05$ ) between the CLABSI and non-CLABSI group. Total hospitalization expenses showed significant differences among patients with different lengths of hospital stay ( $H=43.01, P<0.05$ ), with much higher median one in those with 60 or more days of hospital stay than other patients. Greater differences of median total hospitalization expenses were found in males than in females ( $Z=-3.98, P<0.05$ ), as well as in patients aged 60–80 years than in patients of other ages ( $Z=-5.79, P<0.05$ ).【Conclusions】 The occurrence of CLABSI significantly increases the ICU patients' length of hospital stay and hospitalization expenses. There are differences in the costs of different hand hygiene methods and differing approaches to environmental cleaning and disinfection, but these costs are acceptable compared to the incremental costs directly attributable to CLABSI. Therefore, medical institutions should attach importance to the investment in prevention and control of nosocomial infections such as hand hygiene and environmental cleaning and disinfection, formulate practical, reasonable and feasible plans, and ensure their implementation, in order to avoid nosocomial infections, improve the medical quality, effectively control patients' length of hospital stay and hospitalization costs, and strive to maintain patient safety.

**Key words:** intensive care unit; central line-associated bloodstream infections; hospitalization expenses; prevention and control; cost

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2025, 46(2): 301–310]

中心静脉置管(central venous catheterization, CVC)是重症监护室(intensive care unit, ICU)中为危重患者提供及时输液救治的重要措施。然而, CVC作为一种侵入性操作,存在着导致中心静脉导管相关血流感染(central line-associated bloodstream infections, CLABSI)的风险。CLABSI不仅会增加患者的住院时间,还会导致住院费用的增加。有研究表明,26.6%的医院ICU是CLABSI发病率最高的科室<sup>[1]</sup>。目前,在对ICU重症患者CLABSI的卫生经济学分析的研究中,对CLABSI的预防措施与成本效益分析的整合研究不足。首先, CLABSI的预防措施虽然在理论上得到了广泛的认可,但在实际操作中,由于缺乏具体的成本效益数据支持,许多医疗机构在实施这些措施时存在犹豫。此外,不同预防措施的成本效益比尚未得到充分评估,导致医疗机构在资源分配时难以做出最佳决策。本研究的开展对于填补CLABSI预防措施与成本效益分析的研究空白,指导医疗机构合理分配资源,提高医疗质量,降低患者经济负担具有重要的现实意义。通过本研究的深入分析,我们期待能够为医疗机构提供有力的数据支持,推动CLABSI预防措施的有效实施,最终实现患者、家庭和医疗机构的共赢。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

本研究采用整群抽样方法,选取2021年1月至2023年12月期间,在某三甲中医院ICU进行CVC置管的重症患者,CLABSI组65例和非CLABSI组61例,共126例,对其住院总费用和疾病转归进行分析比较。分析比较不同手卫生方法、不同环境清洁消毒方法的成本。本研究经广东省中医院伦理委员会批准后实施,回顾性研究免患者知情同意,伦理批准号为:BF2023-228-01。

### 1.2 纳入和排除标准

**纳入标准:**在ICU进行CVC置管并在ICU进行观察和治疗的患者;CVC置管时间超过48 h的患者;转出ICU到其他病房后48 h内发生的CLABSI的患者;ICU临床医师确诊为CLABSI的患者;病历资料完整的重症患者。

**排除标准:**患者由其他医院转入本院ICU时已经留置中央静脉导管的;患者入住ICU时间<48 h; CVC置管之前已存在相关感染的患者;转出ICU到其他病房后>48 h才发生CLABSI的患者;因各种原因放弃在我院ICU治疗而自动出院者。遇到诊断不明确的患者,请感染科专家和ICU科主任联合会

诊,以明确诊断,最终把不符合诊断标准的患者排除 CLABSI。

从 ICU 患者中筛选出符合纳入标准的患者,包括初步筛选、病历资料审核、诊断确认等步骤。在初步筛选阶段,共有 5 例患者因 CVC 置管之前已存在相关感染被排除,因各种原因放弃在我院 ICU 治疗而自动出院患者的患者有 12 例,因入住 ICU 时间不足 48 h 的患者有 7 例。

### 1.3 诊断标准

中心静脉导管相关血流感染(CLABSI)的诊断标准主要包括以下几点。①实验室确诊的血流感染:患者出现菌血症或真菌血症,且该感染与留置血管内导管有关,在拔除血管导管后 48 h 内发生,并排除其他明确的感染源。②临床表现:患者至少有以下一种症状或体征,如发热(体温 $>38^{\circ}\text{C}$ )、寒战,并且这些症状和体征及其他阳性实验室结果与其他部位的感染无关。③血培养条件需要同时满足以下条件:至少 1 套或 1 套以上血培养中分离到公认病原菌,且与其他部位的感染无关;不同时段抽血的 2 套或多套血培养,所分离出的微生物为常见皮肤共生菌,并且患者至少有以下一种症状或体征:发热(体温 $>38^{\circ}\text{C}$ )、寒战。④导管培养条件需要符合以下至少一项:导管半定量培养 $\geq 15$  CFU 或定量培养 $\geq 10^3$  CFU,导管和外周血培养出相同病原;导管与血标本定量培养比值 $\geq 5:1$  CFU/mL;阳性时间差(例如中心静脉导管血培养阳性比外周血至少早 2 h)。

诊断标准综合了临床表现、实验室检查结果以及导管培养结果,以确保 CLABSI 的准确诊断。

### 1.4 调查内容

调查内容包括研究对象基本情况、疾病类型、性别、年龄、住院时长、转归、住院总费用、一次性医用材料费、护理费、实验室诊断费、抗菌药物费用、影像学诊断费(费用均为病人住院期间实际的医疗费用支出)、手卫生、环境清洁消毒方案经济/时间成本等。

### 1.5 统计学分析

本次数据资料及分析均采用 SPSS 26.0 进行数据分析。计量资料若满足正态分布及方差齐性,以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用两独立样本  $t$  检验,多组间比较采用单因素方差分析,若不满足正态分布或方差齐性,以  $M(P_{25} \sim P_{75})$  表示,两组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验,多组间比较采用 Kruskal Wallis  $H$  检验,多重比较采用

Bonferroni 法;计数资料采用频数、率或构成比表示,计数资料采用  $\chi^2$  检验。所有假设检验采用双侧检验,检验水准取  $\alpha=0.05$ ,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

严格参照纳排标准和诊断依据,最终我们纳入了 126 例治疗时间相近、入院方式相同的重症患者作为研究对象。其中,发生 CLABSI 的患者 65 例,未发生 CLABSI 的患者 61 例。CLABSI 组中,男性患者 47 例,女性患者 18 例;年龄分布为 0~20 岁 3 例,21~40 岁 2 例,41~60 岁 14 例,61~80 岁 28 例,81~100 岁 18 例;住院时长 $<31$  d 26 例,31~45 d 11 例,46~60 d 10 例, $>60$  d 18 例;出院患者 44 例,死亡患者 21 例。非 CLABSI 组中,男性 31 例,女性 30 例;年龄分布为 0~20 岁 4 例,21~40 岁 5 例,41~60 岁 21 例,61~80 岁 23 例,81~100 岁 8 例;住院时长 $<31$  d 48 例,31~45 d 6 例,46~60 d 2 例, $>60$  d 5 例;出院患者 52 例,死亡患者 9 例。

### 2.1 患者基础疾病类型比较

采用秩和检验对两组患者的 APACHE II 评分及血清降钙素原(procalcitonin, PCT)、超敏 C 反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)水平差异性进行分析,CLABSI 组 APACHE II 评分及血清 PCT、hs-CRP 水平均高于非 CLABSI 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ;表 1)。

### 2.2 两组 ICU 患者住院时长等比较

采用秩和检验研究两组 ICU 患者年龄、住院时长和住院总费用的差异性,两组患者住院时长( $Z=-5.35, P<0.05$ ;表 2)差异有统计学意义;住院总费用( $Z=-6.79, P<0.05$ ;表 2)差异有统计学意义。具体进行比较可知,CLABSI 组患者的住院时长和住院总费用均高于非 CLABSI 组。提示 CLABSI 组比非 CLABSI 组,住院时长延长 20 d,住院总费用增加 18.49 万元。

### 2.3 CLABSI 组不同特征重症患者住院总费用比较

采用秩和检验研究 CLABSI 组中不同特征的重症患者住院总费用的差异性。结果表明,不同住院时长的患者住院总费用差异有统计学意义( $H=43.01, P<0.05$ ;表 3)。进一步的多重比较显示,住院时长 $>60$  d 的患者住院总费用中位数为 88.75 万元,远高于住院时长 $<60$  d 的患者,提示住院时长 $>60$  d 的患者,预防 CLABSI 的发生能大幅度降低住

表1 两组患者入院时的APACHE II评分、血清PCT及hs-CRP水平比较

**Table 1 Comparison of APACHE II scores, serum PCT and hs-CRP levels between the two groups upon admission** [ $M(P_{25}-P_{75})$ ]

Groups	<i>n</i>	APACHE II scores	Serum PCT	hs-CRP levels
CLABSI group	65	21.00 (17.00-26.00)	1.40 (0.50-6.63)	64.25 (29.25-122.35)
Non-CLABSI group	61	15.00 (10.00-21.50)	0.21 (0.06-1.18)	19.90 (2.75-77.10)
<i>Z</i>	-	-3.60	-4.76	-3.90
<i>P</i>	-	<0.001	<0.001	<0.001

表2 两组ICU患者住院时长和住院总费用比较

**Table 2 Comparison of lengths of stay and total hospitalization expenses between the two groups of patients in ICU** [ $M(P_{25}-P_{75})$ ]

Groups	<i>n</i>	Lengths of stay/d	Total hospitalization expenses (in CNY ten thousand yuan)
CLABSI group	65	37.00 (22.00-66.00)	28.06 (16.69-47.68)
Non-CLABSI group	61	17.00 (11.00-26.50)	9.57 (5.58-14.53)
<i>Z</i>	-	-5.35	-6.79
<i>P</i>	-	0.000	0.000

院总费用。

#### 2.4 两组不同特征ICU患者住院总费用比较

采用秩和检验研究不同特征下两组患者的住院总费用的差异性,结果如表4所示,男性、女性、年龄21~60岁、>60岁、住院时长<31 d、31~60 d、出院的两组患者住院总费用差异有统计学意义( $P<0.05$ )。具体分析可见,男性组( $Z=-4.85, P<0.05$ )的差异大于女性组( $Z=-3.98, P<0.05$ );>60岁组( $Z=33.47, P<0.05$ )的差异大于21~60岁组( $Z=8.27, P<0.05$ );住院时长<31 d的患者( $Z=21.55, P<0.05$ )31~60 d的患者( $Z=5.09, P<0.05$ )住院总费用差异有统计学意义;转归为出院的患者,如果不发生CLABSI,住院总费用中位数可节省14.13万元。

年龄21~60岁及>60岁、住院时长<31 d及31~60 d的两组患者住院总费用差异有统计学意义( $P<0.05$ ),CLABSI组患者的住院总费用高于非CLABSI组患者。

#### 2.5 CLABSI组患者置管次数及导管留置时间住院总费用比较

采用秩和检验研究不同插管次数、中心静脉插管天数患者的住院总费用的差异性,结果如表5所示,不同插管天数患者住院总费用的差异性无统计学意义( $P>0.05$ ),不同插管次数患者住院总费用的差异有统计学意义( $P<0.05$ ),插管次数 $\leq 2$ 次的总费

用低于>2次的患者。

#### 2.6 CLABSI组患者检出病原体

采用秩和检验研究CLABSI组患者不同病原体的住院总费用的差异性,结果如表6所示,多重耐药菌患者的住院总费用、住院时长均高于非多重耐药菌患者,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

#### 2.7 CLABSI主要预防控制措施成本分析

预防细菌定植引起的CLABSI的成本主要是提高手卫生依从性和环境清洁消毒次数投入的经济和时间成本。

为了更准确地测算手卫生的经济成本,本研究采用以下方法:

①数据收集:收集不同手卫生方式的消耗品成本,包括免洗手消毒液、流动水、灭菌外科手套、医用乳胶手套和PE手套等。

②成本计算:计算每种手卫生方式的单次使用成本,包括消耗品成本和水资源成本。

③效率评估:考虑手卫生方式的执行时间,以评估其在紧急情况下的适用性。

根据不同手卫生的方式和特点,计算不同手卫生方式的经济成本,卫生手消毒的成本为0.07元/次,流动水洗手的成本为0.06元/次,使用灭菌外科手套和医用乳胶手套的成本分别为2.4元/次和0.35元/次(表7)。

表3 CLABSI组不同特征重症患者住院总费用比较

Table 3 Comparison of total hospitalization expenses among critical patients with different characteristics in CLABSI group  
[ $M(P_{25}-P_{75})$ , CNY ten thousand yuan]

Items	Categories	<i>n</i>	Total hospitalization expenses	<i>Z/H</i>	<i>P</i>
Gender	Male	47	29.20 (18.00-51.67)	-0.82	0.412
	Female	18	21.84 (12.33-59.38)		
Age ranges/year	0-20	3	17.51 (17.51-34.65)	1.42	0.493
	21-60	16	28.34 (16.08-36.17)		
	>60	46	28.63 (15.79-70.39)		
Lengths of stay	<31 d	26	15.52 (10.82-21.24)	43.01	<0.001
	31-60 d	21	28.06 (19.59-38.45)		
Regression outcome	>60 d	18	88.75 (51.86-107.22)	-1.47	0.141
	Discharge	44	42.10 (17.89-74.53)		
	Death	21	23.02 (16.28-38.45)		

表4 两组不同特征ICU患者住院总费用比较

Table 4 Comparison of total hospitalization expenses between the two ICU patient groups with different characteristics  
[ $M(P_{25}-P_{75})$ , CNY ten thousand yuan]

Groups	CLABSI group	Non-CLABSI group	<i>Z</i>	<i>P</i>	
Gender					
	Male	29.20 (18.00-51.67)	9.66 (6.47-17.44)	-4.85	0.000
	Female	21.84 (12.33-59.38)	7.82 (4.82-11.79)	-3.98	0.000
Age ranges/year					
	0-20	17.51 (17.51-none)	9.15 (4.19-18.62)	-1.43	0.154
	21-60	27.33 (16.08-36.17)	9.74 (5.90-16.41)	-2.88	0.004
	>60	28.63 (15.79-70.39)	8.43 (4.73-14.34)	-5.79	<0.001
Lengths of stay/d					
	<31 d	15.53 (10.82-21.24)	7.63 (4.79-10.88)	-4.64	<0.001
	31-60 d	28.06 (19.59-38.45)	17.44 (12.88-23.44)	-2.26	0.024
	>60 d	88.74 (51.86-107.22)	38.57 (24.85-89.60)	-1.94	0.053
Regression outcome					
	Discharge	23.02 (16.28-38.45)	8.89 (5.19-12.36)	-6.65	0.000
	Death	42.10 (17.89-74.53)	23.44 (10.34-62.63)	-1.25	0.213

综合考虑成本效益和操作便利性,流动水洗手和卫生手消毒是较为经济的选择。然而,免洗手消毒液因其快速性和便利性,在紧急情况下或当流动水不可用时,可能是更优的选择。因此,从成本和效率两方面综合考虑,免洗手消毒液是最优的手卫

生方案。

为了测算环境清洁消毒方案的经济成本,本研究采用以下方法:

①数据收集:收集不同消毒方案的消耗品成本,包括消毒剂、无纺布、湿巾等。

表5 CLABSI组患者置管次数及导管留置时间住院总费用比较

Table 5 Comparison of total hospitalization expenses between catheterization times and catheter retention durations of patients in CLABSI group [M (P<sub>25</sub>-P<sub>75</sub>), CNY ten thousand yuan]

CVC catheter	Categories	n	Total hospitalization expenses	Z	P
Catheterization times	≤2	34	17.64 (12.33-24.61)	-5.85	<0.001
	>2	31	43.69 (34.65-98.84)		
Central venous catheteration days	≤34	40	24.59 (15.52-41.19)	-1.95	0.051
	>34	25	38.45 (18.56-99.15)		

表6 CLABSI组患者不同病原体住院时长和住院总费用比较

Table 6 Comparison of lengths of stay and total hospitalization expenses among different pathogens of patients in CLABSI group [M (P<sub>25</sub>-P<sub>75</sub>)]

Items	n	Total hospitalization expenses	Lengths of stay
Multi-drug resistant bacteria	26	42.34 (19.17-86.48)	51.50 (26.50-86.00)
Non-multi-drug resistant bacteria	39	21.70 (14.28-36.20)	32.00 (19.00-53.00)
Z/H	-	8.25	4.39
P	-	0.004	0.036

表7 不同手卫生方式的经济成本分析

Table 7 Analysis on economic costs for different hand hygiene methods (yuan/time)

Hand-cleaning methods	Hand wash-free disinfectant	Sterilized surgical gloves 1 pair/time	Medical latex gloves 1 pair/time	PE gloves 1 pair/time	Disposable paper hand towel 1 piece/time	Hand sanitizer 2 mL/time	Tap water 1 L/time	In total (yuan/time)
Hand sanitizing (2 mL/time)	0.07	0	0	0	0	0	0	0.07
Hand cleaning with running water	0	0	0	0	0.03	0.03	0.01	0.06
Sterilized surgical gloves	0	2.4	0	0	0	0	0	2.4
Medical latex gloves	0	0	0.35	0	0	0	0	0.35
PE gloves	0	0	0	0.03	0	0	0	0.03

②成本计算:计算每种消毒方案的单次使用成本,包括消耗品成本和人力资源成本。

③方案比较:比较不同消毒方案的成本效益,以确定最优方案。

在ICU环境中,物体表面的清洁消毒是预防医院感染的关键环节,它直接影响到医院感染的发生率。在常规情况下,我们通常使用500 mg/L的含氯消毒剂或消毒湿巾对ICU内物体表面进行擦拭消毒。不同消毒方案的经济成本存在差异,具体如下:

使用含氯消毒剂配合小毛巾的消毒方案,每次消毒的经济成本最低,为1.4元。使用含氯消毒剂

配合无纺布的消毒方案,每次消毒成本为3元。使用复合季铵盐湿巾和过氧化氢湿巾的消毒方案,每次消毒成本最高,均为8.7元(表8)。

通过上述分析可见,含氯消毒剂配合小毛巾的消毒方案在成本上最为经济,而复合季铵盐湿巾和过氧化氢湿巾的方案成本相对较高。这为医院在选择消毒方案时提供了重要的经济参考。

为了测算环境清洁消毒方案的时间成本,本研究采用以下方法:

①时间记录:记录执行每种消毒方案所需的时间。

表8 环境清洁消毒方案的经济成本分析

Table 8 Analysis on economic costs for environmental cleaning and disinfection program [yuan·bed<sup>-1</sup>·day<sup>-1</sup>]

Environmental cleaning and disinfection times	(Chlorine-containing disinfectant 50 mL/time + 1×10 times	Chlorine-containing disinfectant 50 mL/time + non-woven fabric 1 piece/time × 10 times	Antiseptic Wipe		Economic costs in total / (yuan·bed <sup>-1</sup> ·day <sup>-1</sup> )
			Compound quaternary ammonium salt 1 piece/time × 10 times	Hydrogen peroxide 1 piece /time × 10 times	
Twice/day	1.4	0	0	0	1.4
Twice/day	0	3	0	0	3
Twice/day	0	0	3.5	0	3.5
Twice/day	0	0	0	8.7	8.7

50 mL of disinfectant is required for each soaked piece of nonwoven fabric or small towel.

②效率分析:分析不同消毒方案的时间效率,以评估其在实际操作中的可行性。

通过分析不同的环境清洁消毒方案的时间成本,我们发现各种方案在时间成本上存在显著差异。含氯消毒剂配合小毛巾或无纺布,每天所需的时间成本分别为25 min和21 min。含氯消毒剂配合无纺布的方法在时间上略为高效,但两者都需要较长的时间投入。使用一次性消毒湿巾(复合季铵

盐湿巾或过氧化氢湿巾),每天的时间成本均为18 min,时间效率上有优势(表9)。

提示尽管一次性消毒湿巾在经济成本上较高,但它们节省时间成本,这对于提高清洁消毒工作的效率具有重要意义。因此,在临床科室选择消毒方案时,可根据时间成本和经济成本进行更切合实际的选择,有利于优化资源分配,提高工作效率。

表9 环境清洁消毒方案与时间成本分析

Table 9 Analysis on temporal costs for environmental cleaning and disinfection program

(minute·bed<sup>-1</sup>·day<sup>-1</sup>)

Environmental cleaning and disinfection times	(Chlorine-containing disinfectant 50 mL/time + 1 hand towel) × 10 times	Chlorine-containing disinfectant 50 mL / time + non-woven fabric 1 piece/time × 10 times	Antiseptic Wipe		Temporal costs in total (minute·bed <sup>-1</sup> ·day <sup>-1</sup> )
			Compound quaternary ammonium salt 1 piece/time × 10 times	Hydrogen peroxide 1 piece/time × 10 times	
Twice/day	25	0	0	0	25
Twice/day	0	21	0	0	21
Twice/day	0	0	18	0	18
Twice/day	0	0	0	18	18

### 3 讨论

#### 3.1 主要发现

在对ICU重症患者CLABSI的卫生经济学分析中,我们发现CLABSI的发生显著延长了患者的住

院时间,并大幅增加了医疗费用,给患者、家庭和医疗机构带来沉重的经济负担<sup>[2]</sup>。

首先,我们对CLABSI患者组和非CLABSI患者组的基本情况与临床指标进行了比较。通过秩和检验,我们发现CLABSI组的APACHE II评分及血

清PCT、hsCRP水平均高于非CLABSI组,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。这些差异可能在一定程度上影响了两组患者的住院时长和住院费用。

为了进一步分析这些差异如何影响CLABSI患者的住院时长及住院费用,我们进行了住院时长和费用的组间差异分析。我们发现CLABSI组患者的住院时长和住院总费用均高于非CLABSI组。具体来说,CLABSI组患者的住院时长比非CLABSI组长约20 d,住院总费用中位数高出约18.49万元。这一发现提示我们,CLABSI的发生显著增加了患者的住院时间和住院费用。进一步分析了性别和年龄对住院时长和费用的影响。结果显示,男性组的住院总费用中位数的差异大于女性组,而61~80岁组的差异大于其他两组。这表明性别和年龄可能是影响CLABSI患者住院时长和费用的重要因素。

然后,我们分析了CLABSI患者组基本特征与临床指标水平的变化对应的结局指标变化。其中,我们发现不同住院时长的患者住院总费用差异有统计学意义。特别是,住院时长 $>60$  d的患者住院总费用中位数远高于其他组,这提示我们应特别关注长期住院患者的感染控制。另外,不同插管次数也会影响住院总费用,插管次数 $\leq 2$ 次的患者住院总费用中位数低于 $>2$ 次的患者。这表明减少不必要的重复置管是控制住院费用的有效策略。最后,我们分析了CLABSI组患者不同病原体的住院总费用的差异性。结果显示,多重耐药菌患者的住院总费用和住院时长均高于非多重耐药菌患者。

## 3.2 具体分析

**3.2.1 可能机制** 本研究发现,CLABSI组患者的APACHE II评分及血清PCT、hsCRP水平均高于非CLABSI组,这与既往研究结果一致,显示基础疾病严重程度和炎症反应与CLABSI的发生密切相关<sup>[3-5]</sup>。此外,CLABSI组患者的住院时间比非CLABSI组长约20 d,这一发现与Elangovan等<sup>[6]</sup>的系统评价和荟萃分析结果一致。住院总费用中位数高出约18.49万元,与Oliveira等<sup>[7]</sup>研究结果相似,显示CLABSI的发生导致了住院费用的显著增加。

本研究的结果与既往多项研究结果相一致,进一步验证了CLABSI对医疗资源的负面影响。例如,Karapanou等<sup>[8-9]</sup>研究也发现,CLABSI与医院床位占用率增加有关,影响了医院的运营效率。此外,本研究发现的住院时长超过60 d的患者,其住院总费用中位数远高于其他组,这与Zolfaghari等<sup>[10]</sup>研究结果相呼应,提示我们应特别关注长期住

院患者的感染控制。在多重耐药菌引起的CLABSI方面,本研究结果与Duszynska等<sup>[11-12]</sup>研究一致,表明多重耐药菌引起的CLABSI对医疗费用和医疗质量的影响。

此外,由于耐药性问题,CLABSI患者可能需要更昂贵的抗生素治疗<sup>[13-17]</sup>,进一步增加了医疗费用。在转归方面,出院患者的费用中位数低于死亡患者的费用,这可能与治疗过程的复杂性和治疗时间的长短有关。这些数据强调了预防CLABSI的重要性,以减少医疗资源的浪费,并有效控制患者的住院费用<sup>[18]</sup>。插管次数 $\leq 2$ 次的患者住院总费用中位数为17.64万元,而插管次数 $>2$ 次的患者住院总费用中位数为43.69万元。这表明,随着置管次数的增加,患者的住院总费用显著上升<sup>[19]</sup>。然而,不同中心静脉插管天数的患者住院总费用的差异性无统计学意义,说明导管留置时间对住院总费用的影响不显著。因此,减少不必要的重复置管是控制住院费用的有效策略<sup>[20]</sup>。

**3.2.2 研究的不足** 首先,本研究未深入分析多重耐药菌引起的CLABSI的具体机制和预防措施。其次,本研究的回顾性设计限制了结论的确定性,未来需通过前瞻性研究进一步验证。前瞻性研究将聚焦于实施和评估ICU中预防CLABSI的具体感染防控措施,随机选择多个ICU,分为干预组和对照组。干预组将强化手卫生和清洁消毒措施,对照组则维持常规操作。通过跟踪两组的CLABSI发生率、住院时长和费用,评估干预效果。前瞻性研究旨在提供实证数据,支持预防措施的实施,以降低CLABSI对患者和医疗安全的影响。

**3.2.3 综合证据** 通过对比CLABSI组和非CLABSI组患者的住院费用数据,研究揭示了CLABSI对医疗资源的负面影响,强调预防CLABSI的重要性。在预防措施方面,本研究强调了手卫生和清洁消毒的重要性。

手卫生是预防医院感染的基础措施<sup>[21]</sup>,通过提高医务人员的手卫生依从性,可以有效降低CLABSI的发生率<sup>[22]</sup>。本研究对手卫生经济成本分析显示,不同手卫生方式的经济成本差异显著。例如,免洗手消毒液(卫生手消毒)的成本为0.072元/次,而使用灭菌外科手套和医用乳胶手套的成本分别为2.4元/次和0.35元/次。从成本效益和操作便利性考虑,流动水洗手和卫生手消毒是较为经济的选择。特别是在紧急情况下或当流动水不可用时,

免洗手消毒液可能是最优选择。

从卫生经济学方面分析,提高手卫生依从性可以减少CLABSI的发生,从而减少因CLABSI导致的额外住院费用。虽然在短期内,提高手卫生频率可能会增加一些成本,但长期来看,这将显著降低因感染导致的直接医疗费用(如抗生素治疗、额外的实验室检测和治疗干预)和间接成本(如延长住院时间和增加的床位占用率)。

此外,环境清洁消毒也是预防CLABSI的关键措施之一<sup>[23]</sup>。通过加强环境清洁消毒,可以有效减少医院环境中的病原体<sup>[24-25]</sup>,降低CLABSI的发生风险。本研究的环境清洁消毒方案经济成本分析显示,不同的消毒方案在经济成本上存在差异,例如,含氯消毒剂配合小毛巾每次消毒成本为1.4元,而复合季铵盐湿巾和过氧化氢湿巾均为8.7元。

从卫生经济学方面分析,尽管一次性消毒湿巾在经济成本上较高,但它们在时间效率上具有优势,有助于提高清洁消毒工作的效率,间接降低人力和时间成本。此外,减少CLABSI的发生可以避免因感染控制失败导致的额外费用,这些费用远高于实施清洁消毒方案的额外成本。因此,虽然短期内环境清洁消毒的投入可能会增加,但长期来看,这将通过减少CLABSI的发生来节省医疗费用。医疗机构应重视环境清洁消毒的投入,选择合理的清洁消毒方案,以确保医疗环境的卫生和安全<sup>[26-27]</sup>。

综上所述,手卫生和環境清洁消毒是预防

CLABSI的两个互补的策略。它们共同作用于降低CLABSI的发生率,从而减少相关的医疗费用和提高医疗资源的利用效率。在实施这些措施时,需要考虑到成本效益和操作的可行性。例如,虽然免洗手消毒液在紧急情况下非常有效,但在常规情况下,流动水洗手可能更为经济。同样,虽然一次性消毒湿巾在时间效率上具有优势,但在成本效益上可能不如传统的消毒方法。

3.2.4 意义与应用 本研究的意义在于,医疗机构可根据成本-效益-效果的实际情况,制定切实、合理、可行的实施方案,确保院感防控措施的落实<sup>[28]</sup>。这包括选择合适的手卫生方法和环境清洁消毒方案,以及定期培训和监督,以提高医务人员的依从性。以便有效降低CLABSI的发生率,减少患者的住院时间和费用,提高医疗质量,最终实现医疗资源的优化配置和合理利用。

### 3.3 结论

综上所述,CLABSI的发生对患者、家庭和医疗机构都造成了严重的经济负担。通过加强手卫生和環境清洁消毒等预防措施,可以有效降低CLABSI的发生率,减少医疗费用,并提高医疗资源的利用效率。因此,医疗机构应重视手卫生和環境清洁消毒等院感防控措施的投入,制定切实、合理、可行的实施方案,确保院感防控措施落实,以避免医院感染发生、提升医疗质量、控制患者的住院时间和住院费用,保障患者安全。

### 参考文献

- [1] 戴凡, 吴传芳, 谭创, 等. 血管导管相关血流感染预防与控制最佳证据实施现状调查[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(8): 774-780.  
Dai F, Wu CF, Tan C, et al. Implementation situation of best evidence practice for prevention and control of vascular catheter-related bloodstream infection [J]. Chin J Infect Control, 2022, 21(8): 774-780.
- [2] Kang M, Nagaraj MB, Campbell KK, et al. The role of simulation-based training in healthcare-associated infection (HAI) prevention[J]. ASHE, 2022, 2(1): e20.
- [3] Hsueh L, Uslan D, Maurice ADS. The evaluation of central-line-associated bloodstream infection (CLABSI) preventability at an academic institution[J]. ASHE, 2022, 2(S1): s30-s31.
- [4] Goda R, Sharma R, Borkar SA, et al. Frailty and neutrophil lymphocyte ratio as predictors of mortality in patients with catheter-associated urinary tract infections or central line-associated bloodstream infections in the neurosurgical intensive care unit: insights from a retrospective study in a developing country[J]. World Neurosurg, 2022, 162: e187-e197.
- [5] 段小凤, 王松, 李胜玲. NICU早产儿PICC导管相关血流感染高危因素的Meta分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(9): 1708-1713.  
Duan XF, Wang S, Li SL. High risk factors for PICC catheter-related bloodstream infection in preterm infants in NICU: a meta-analysis[J]. Modern Prevent Med, 2020, 47(9): 1708-1713.
- [6] Elangovan S, Lo JJ, Xie Y, et al. Impact of central-line-associated bloodstream infections and catheter-related bloodstream infections: a systematic review and meta-analysis [J]. J Hosp Infect, 2024, 152: 126-137.
- [7] Oliveira HMD, Silva CVLD, Cabanha RSDCF, et al. Catheter-associated bloodstream infection: a clinical overview of events

- and outcomes [J]. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 2024, 18(2): e07769.
- [8] Karapanou A, Vieru AM, Sampanis MA, et al. Failure of central venous catheter insertion and care bundles in a high central line-associated bloodstream infection rate, high bed occupancy hospital [J]. *Am J Infect Control*, 2020, 48(7): 770-776.
- [9] Alharbi S, Alasmari A, Hanafy E, et al. Reduction of hospital bed cost for inpatient overstay through optimisation of patient flow [J]. *BMJ Open Quality*, 2023, 12(2): e002142.
- [10] Zolfaghari M, Seifi A, Jaafaripooyan E, et al. Burden of nosocomial infections in intensive care units: cost of antibiotics, the extra length of stay and mortality rate [J]. *Caspian J Intern Med*, 2024, 15(3): 478-483.
- [11] Duszynska W, Rosenthal VD, Szczesny A, et al. Device associated-health care associated infections monitoring, prevention and cost assessment at intensive care unit of university hospital in Poland (2015-2017) [J]. *BMC Infect Dis*, 2020, 20(1): 761.
- [12] 黄丽华, 刘娇, 彭雪儿, 等. 2019—2021年某肿瘤专科医院院内感染情况分析 [J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2023, 44(4): 697-703.  
Huang LH, Liu J, Peng XE, et al. Analysis of nosocomial infection in a cancer hospital from 2019 to 2021 [J]. *J Sun Yat-sen Univ(Med Sci)*, 2023, 44(4): 697-703.
- [13] Jansen SJ, Broer SDL, MaChemels, et al. Central-line-associated bloodstream infection burden among Dutch neonatal intensive care units [J]. *J Hosp Infect*, 2024, 144: 20-27.
- [14] Akaishi T, Tokuda K, Katsumi M, et al. Blood culture result profile in patients with central line-associated bloodstream infection (CLABSI): a single-center experience [J]. *Cureus*, 2023, 15(6): e40202.
- [15] Bischoff W, Kieta C, Lafontaine T, et al. Improved identification of primary infection sites in suspect central line bloodstream infections (CLABSI) through preliminary blood culture notifications [J]. *Open Forum Infect Dis*, 2023, 10(2): ofad500.2075.
- [16] Pisney L, Camplese L, Greene MT, et al. Practices to prevent central line-associated bloodstream infection: A 2021 survey of infection preventionists in US hospitals [J]. *Infect Cont Hosp Ep*, 2024, 45(9): 1-5.
- [17] Xiao SZ, Zhou SQ, Cao HW, et al. Incidence, antimicrobial resistance and mortality of *Klebsiella pneumoniae* bacteraemia in Shanghai, China, 2018-2022 [J]. *Infect Dis*, 2024, 56(12): 1021-1030.
- [18] Karagiannidou S, Kourlaba G, Zaoutis T, et al. Attributable mortality for pediatric and neonatal central line-associated bloodstream infections in Greece [J]. *J Pediatr Intensive*, 2024, 13(2): 174-183.
- [19] Buonpane CL, Lautz TB, Langer M. High rates of central venous line replacement or revision in children with cancer at US children's hospitals [J]. *J Pediatr Hematol Oncol*, 2022, 44(2): 43-46.
- [20] Bae S, Kim Y, Chang H-H, et al. The effect of the multimodal intervention including an automatic notification of catheter days on reducing central line-related bloodstream infection: a retrospective, observational, quasi-experimental study [J]. *BMC Infect Dis*, 2022, 22(1): 604.
- [21] O'grady NP. Prevention of central line-associated bloodstream infections [J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(12): 1121-1131.
- [22] Mazi WA, Abdulwahab MH, Alashqar MA, et al. Sustained low incidence rates of central line-associated blood stream infections in the intensive care unit [J]. *Infect Drug Resist*, 2021, 14: 889-894.
- [23] Najjar-Debbiny R, Chazan B, Lobl R, et al. Healthcare-associated infection prevention and control practices in Israel: results of a national survey [J]. *BMC Infect Dis* 2022, 22(1): 739.
- [24] Browne K, White N, Tehan P, et al. A randomised controlled trial investigating the effect of improving the cleaning and disinfection of shared medical equipment on healthcare-associated infections: the CLEANing and Enhanced disinfection (CLEEN) study [J]. *Trials*, 2023, 24(1): 133.
- [25] 田碧珊, 张恩恩, 肖惠明, 等. 感染性角膜炎的隔离管理 [J]. *眼科学报*, 2017, 32(2): 88-90.  
Tian BS, Zhang EE, Xiao HM, et al. Isolation and management of infectious keratitis [J]. *Eye Sci*, 2017, 32(2): 88-90.
- [26] Odoyo E, Matano D, Tiria F, et al. Environmental contamination across multiple hospital departments with multidrug-resistant bacteria pose an elevated risk of healthcare-associated infections in Kenyan hospitals [J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2023, 12(1): 22.
- [27] 甄莉, 林填, 赵明利, 等. 新冠肺炎疫情防控期间胃肠外科恢复日常诊疗的管理策略 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2020, 23(4): 321-326.  
Zhen L, Lin T, Zhao ML, et al. Management strategy for the resumption of regular diagnosis and treatment in gastrointestinal surgery department during the outbreak of coronavirus disease 2019 (COVID-19) [J]. *Chin J Gastrointest Surg*, 2020, 23(4): 321-326.
- [28] 陈迪, 于伟泓, 张潇, 等. 督导式教学门诊在眼科住院医师规范化培训中的实践 [J]. *眼科学报*, 2022, 37(6): 477-481.  
Chen D, Yu WH, Zhang X, et al. Application of supervised teaching clinic in standardized training of ophthalmology residents [J]. *Eye Sci*, 2022, 37(6): 477-481.