

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20255438

· 论 著 ·

2012—2023 年基于 Joinpoint 回归模型的 ICU 医院感染变化趋势分析

陈音汁, 涂载澜, 周明川, 叶和梅, 钟 贞, 成 燕, 刘小艳, 侯章梅

(重庆大学附属人民医院 重庆市人民医院医院感染控制处, 重庆 401147)

[摘要] **目的** 基于 Joinpoint 回归模型分析 12 年重症监护病房 (ICU) 医院感染监测情况, 并评估医疗保健相关感染 (HAI) 发病率变化趋势及相关因素。**方法** 选取某三级甲等医院 2012 年 1 月—2023 年 12 月 ICU 患者, 进行前瞻性 HAI 监测, 并分析 HAI 发病率变化趋势及与手卫生用品消耗量、医院感染管理控制措施的相关性。**结果** 2012—2023 年纳入 ICU 监测患者 6 929 例, 发生 HAI 543 例, 655 例次, HAI 发病率为 7.84%, 例次发病率为 9.45%, 平均病情严重程度为 3.62, 调整 HAI 发病率为 2.17%。呼吸机相关肺炎 (VAP)、导尿管相关尿路感染 (CAUTI)、中央导管相关血流感染 (CLABSI) 日发病率分别为 6.19%、3.45%、1.23%。手卫生用品消耗量为 122.98 mL/床日, 手卫生依从率为 90.63%, 手卫生正确率为 90.46%。2012—2023 年 HAI 发病率 (51.29% VS 4.39%)、例次发病率 (72.41% VS 4.94%)、调整发病率 (15.98% VS 1.04%)、VAP 日发病率 (22.50% VS 4.33%)、CAUTI 日发病率 (14.23% VS 1.64%)、CLABSI 日发病率 (10.60% VS 0.20%) 均明显下降 (均 $P < 0.05$), 手卫生用品消耗量 (75.16 mL/床日 VS 147.35 mL/床日)、手卫生正确率 (85.00% VS 90.28%) 均明显增加 ($P < 0.05$)。共检出病原体 1 946 株, 金黄色葡萄球菌占比有所增加 (1.30% VS 9.57%), 真菌占比有所降低 (11.04% VS 1.74%); 手卫生用品床日消耗量与 HAI 发病率、HAI 例次发病率及 CAUTI、CLABSI 日发病率呈负相关 (均 $P < 0.05$); 医院感染实时监测系统与医院感染管理纳入绩效考核能降低 HAI 相关发病率 ($P < 0.05$)。**结论** HAI 相关发病率呈下降趋势, 医务人员手卫生管理、医院感染实时监测系统上线及医院感染管理纳入绩效考核等科学、综合的医院感染防控管理措施可降低 HAI 相关发病率, 促进医疗质量的提升。

[关键词] 医院感染; 感染预防与控制; 手卫生; 重症监护病房; 呼吸机相关肺炎; 导尿管相关尿路感染; 中央导管相关血流感染; Joinpoint 回归

[中图分类号] R181.3⁺2

Trend changes of healthcare-associated infection in intensive care unit: an analysis based on Joinpoint regression model from 2012 to 2023

CHEN Yinzhi, TU Zailan, ZHOU Mingchuan, YE Hemei, ZHONG Zhen, CHENG Yan, LIU Xiaoyan, HOU Zhangmei (Department of Healthcare-associated Infection Control, Chongqing General Hospital, Chongqing University, Chongqing 401147, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the monitoring of healthcare-associated infection (HAI) in the intensive care unit (ICU) over the past 12 years based on Joinpoint regression model, and evaluate the trend changes and relevant factors of HAI incidence. **Methods** ICU patients in a tertiary first-class hospital from January 2012 to December 2023 were selected and performed prospective monitoring. Trend changes of HAI incidence and the correlation with consumption of hand hygiene products as well as HAI management measures were analyzed. **Results** From 2012 to 2023, 6 929 ICU patients were included in the monitoring, 543 patients had 655 episodes of HAI, with incidence and case incidence of HAI being 7.84% and 9.45%, respectively. The average severity of the disease was 3.62,

[收稿日期] 2024-06-08

[基金项目] 2023 年中国社会福利基金会护爱基金 (HLCXKT-20230503); 2023 年重庆市人民医院医院医学科研创新基金 (Y2023GLYJXM02)

[作者简介] 陈音汁 (1988-), 女 (汉族), 重庆市铜梁区人, 主治医师, 主要从事医院感染管理、公共卫生方面研究。

[通信作者] 侯章梅 E-mail: 272472811@qq.com

and the adjusted HAI incidence was 2.17%. The daily incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP), catheter-associated urinary tract infection (CAUTI), and central line-associated bloodstream infection (CLABSI) were 6.19%, 3.45%, and 1.23%, respectively. The consumption of hand hygiene products was 122.98 mL/bed-day. The compliance rate and correct rate of hand hygiene were 90.63% and 90.46%, respectively. From 2012 to 2023, incidence of HAI (51.29% vs 4.39%), case incidence of HAI (72.41% vs 4.94%), the adjusted incidence of HAI (15.98% vs 1.04%), daily incidence of VAP (22.50% vs 4.33%), daily incidence of CAUTI (14.23% vs 1.64%), and daily incidence of CLABSI (10.60% vs 0.20%) all decreased significantly (all $P < 0.05$). Both consumption of hand hygiene products (75.16 mL/bed-day vs 147.35 mL/bed-day) and correct rate of hand hygiene (85.00% vs 90.28%) increased significantly (both $P < 0.05$). A total of 1 946 pathogens were detected, with an increase in the proportion of *Staphylococcus aureus* (1.30% vs 9.57%) and a decrease in the proportion of fungi (11.04% vs 1.74%). The daily consumption of hand hygiene products negatively correlated with the incidence of HAI, the case incidence of HAI, as well as the daily incidence of CAUTI and CLABSI (all $P < 0.05$). Incorporating HAI real-time monitoring system and HAI management into performance assessment could decrease HAI-related incidence ($P < 0.05$). **Conclusion** HAI-related incidence presents a downward trend. Scientific and comprehensive HAI prevention and control management measures such as healthcare workers' hand hygiene management, on-line HAI real-time monitoring system, and incorporating HAI management into performance assessment can decrease HAI-related incidence and promote the improvement of medical quality.

[Key words] healthcare-associated infection; infection prevention and control; hand hygiene; intensive care unit; ventilator-associated pneumonia; catheter-associated urinary tract infection; central line-associated bloodstream infection; Joinpoint regression

随着医疗诊疗技术的不断发展,人口老龄化程度不断增高,以及疾病谱改变,医疗保健相关感染(healthcare-associated infection, HAI)已成为医疗机构重要的质量控制环节和卫生负担^[1-2]。重症监护病房(Intensive care unit, ICU)是医院感染发生风险较高的科室,研究^[3]显示,30%的 HAI 发生在 ICU,明显增加患者住院时间和病死率。全球各国均提倡对 ICU 患者进行 HAI 目标监测,即主动监测呼吸机相关肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)、导尿管相关尿路感染(catheter-associated urinary tract infection, CAUTI)、中央导管相关血流感染(central line-associated bloodstream infection, CLABSI),针对 ICU 高风险导管置管人群开展医院感染及风险因素监测,是前瞻性主动参与、掌握患者 HAI 情况及相关危险因素的过程^[4-6]。本研究回顾性分析某三级甲等医院综合 ICU 连续 12 年开展器械相关目标监测、HAI 感染病原体监测的结果及相关影响因素,使用 Joinpoint 回归方法分析 HAI 发病率变化趋势,以期制定更加完善的综合防控措施,减少医院感染发生,现将监测结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源 选取重庆某三级甲等医院 2012 年

1 月—2023 年 12 月综合 ICU 住院时间 ≥ 2 d 的患者为研究对象。该院综合 ICU 历经 12 年发展后,床位数已由 10 张扩增至 31 张,目前有医生 17 名,护士 53 名,保洁人员 2 名,收治患者主要为急症、重症、危症患者,以重症感染、重症外伤、多器官功能衰竭等患者为主。

1.2 研究方法

1.2.1 监测方法 医院感染控制处医院感染监控专职人员按照《重症监护病房医院感染预防与控制规范》《血管导管相关感染预防与控制指南(2021 年版)》《医院感染诊断标准》及《医院感染监测标准》^[7-10]要求,与 ICU 医护人员共同制定 ICU 前瞻性医院感染监测计划,制定工作制度、流程及进行全员培训。同时参考《医务人员手卫生规范》要求对 ICU 各类医务人员进行手卫生依从性监测,并在 2019 年采用“感控工作间”手机 APP 进行医务人员手卫生依从性监测,统计 ICU 洗手液和速干手消毒剂(统称为手卫生用品)消耗量,统计每床日手卫生用品消耗量并纳入质量控制进行质量管理。

1.2.2 监测指标 包括 HAI(例次)发病率、平均病情严重程度评分、HAI 调整发病率、器械相关使用率、器械相关感染(VAP、CAUTI、CLABSI)日发病率、手卫生依从率、手卫生用品消耗量(mL/床·日)、HAI 患者感染病原体检出情况。

1.3 统计分析 从医院感染实时监测系统及 ICU 前瞻性监测日志导出相关数据,应用 SPSS 25.0 和 Joinpoint Version 5.1.0 进行统计分析。计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;计数资料采用百分率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验、Fisher 确切概率法。采用趋势 χ^2 检验验证率或百分率趋势变化,采用皮尔逊相关性分析进行手卫生用品消耗量与 HAI 发病率间相关性比较,采用 Joinpoint 回归进行 HAI 发病率变化趋势检验及寻找连接。 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 ICU 患者基本情况 共纳入 6 929 例患者,其中男性 3 541 例(51.10%),女性 3 388 例(48.90%),年龄 21~104 岁,发生 HAI 543 例,655 例次,HAI

发病率为 7.84%,例次发病率为 9.45%,平均病情严重程度为 3.62,调整 HAI 发病率为 2.17%。2012—2023 年 HAI 发病率呈明显下降趋势,其中 HAI 发病率由 51.29%下降至 4.39%,例次发病率由 72.41%下降至 4.94%,调整发病率由 15.98%下降至 1.04%。

2.2 器械使用及相关感染情况 2012—2023 年呼吸机使用率由 83.88%降至 54.49%($\chi^2_{趋势} = 1\,379.989, P < 0.001$),导尿管插管使用率由 98.15%降至 89.86%($\chi^2_{趋势} = 584.552, P < 0.001$),中心静脉导管置管使用率由 28.50%上升至 74.59%($\chi^2_{趋势} = 8\,731.554, P < 0.001$)。VAP 日发病率由 22.50%降至 4.33%,CAUTI 日发病率由 14.23%降至 1.64%,CLABSI 日发病率由 10.60%降至 0.20%。见表 1。

表 1 ICU 患者器械使用及相关感染情况

Table 1 Device utilization and related infection of ICU patients

年份	住院日数(d)	呼吸机				导尿管置管				中心静脉导管置管			
		使用日数(d)	使用率(%)	VAP 例数	日发病率(‰)	使用日数(d)	使用率(%)	CAUTI 例数	日发病率(‰)	使用日数(d)	使用率(%)	CLABSI 例数	日发病率(‰)
2012 年	2 649	2 222	83.88	50	22.50	2 600	98.15	37	14.23	755	28.50	8	10.60
2013 年	2 892	1 984	68.60	22	11.09	2 337	80.81	9	3.85	444	15.35	2	4.50
2014 年	2 746	1 689	61.51	12	7.10	2 063	75.13	20	9.69	531	19.34	2	3.77
2015 年	2 350	1 818	77.36	10	5.50	1 982	84.34	12	6.05	657	27.96	4	6.09
2016 年	2 968	2 614	88.07	11	4.21	2 737	92.22	12	4.38	806	27.16	3	3.72
2017 年	2 834	2 514	88.71	10	3.98	2 748	96.97	9	3.28	638	22.51	1	1.57
2018 年	2 422	2 111	87.16	7	3.32	2 380	98.27	14	5.88	487	20.11	2	4.11
2019 年	2 140	1 910	89.25	9	4.71	2 087	97.52	10	4.79	675	31.54	1	1.48
2020 年	4 923	3 175	64.49	16	5.04	4 778	97.05	6	1.26	3 044	61.83	1	0.33
2021 年	5 302	3 370	63.56	16	4.75	5 203	98.13	6	1.15	4 261	80.37	0	0
2022 年	6 383	3 566	55.87	11	3.08	6 174	96.73	8	1.30	4 598	72.04	2	0.43
2023 年	6 786	3 698	54.49	16	4.33	6 098	89.86	10	1.64	5 062	74.59	1	0.20
合计	44 395	30 671	69.09	190	6.19	41 187	92.77	153	3.71	21 958	49.46	27	1.23

2.3 前瞻性 HAI 感染病原体检出情况 543 例医院感染患者中,检出病原体 1 946 株。居前 3 位的病原体依次为铜绿假单胞菌(252 株,12.95%)、鲍曼不动杆菌(231 株,11.87%)、肺炎克雷伯菌(228

株,11.72%),其中金黄色葡萄球菌、鲍曼不动杆菌、肠球菌属构成比呈上升趋势,真菌构成比呈下降趋势。见表 2。

表 2 2012—2023 年 ICU HAI 主要病原体分布情况

Table 2 Distribution of predominant pathogens causing HAI in ICU, 2012 - 2023

年份	铜绿假单胞菌		鲍曼不动杆菌		肺炎克雷伯菌		大肠埃希菌		肠球菌属		黏质沙雷菌		金黄色葡萄球菌		真菌	
	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)	株数	构成比 (%)
2012 年 (n = 154)	18	11.69	18	11.69	20	12.99	10	6.49	11	7.14	9	5.84	2	1.30	17	11.04
2013 年 (n = 171)	39	22.81	23	13.45	30	17.54	15	8.77	9	5.26	11	6.43	8	4.68	12	7.02
2014 年 (n = 302)	35	11.59	30	9.93	33	10.93	19	6.29	20	6.62	9	2.98	5	1.66	24	7.95
2015 年 (n = 215)	22	10.23	21	9.77	19	8.84	23	10.70	17	7.91	12	5.58	7	3.26	19	8.84
2016 年 (n = 207)	31	14.98	20	9.66	19	9.18	20	9.66	20	9.66	9	4.35	7	3.38	10	4.83
2017 年 (n = 185)	26	14.05	20	10.81	18	9.73	4	2.16	11	5.95	4	2.16	5	2.70	14	7.57
2018 年 (n = 164)	15	9.15	10	6.10	12	7.32	6	3.66	4	2.44	12	7.32	2	1.22	11	6.71
2019 年 (n = 132)	16	12.12	10	7.58	6	4.55	7	5.30	8	6.06	7	5.30	3	2.27	12	9.09
2020 年 (n = 99)	10	10.10	25	25.25	13	13.13	12	12.12	3	3.03	2	2.02	2	2.02	8	8.08
2021 年 (n = 72)	11	15.28	12	16.67	11	15.28	3	4.17	6	8.33	1	1.39	4	5.56	3	4.17
2022 年 (n = 130)	17	13.08	23	17.69	33	25.38	6	4.62	2	1.54	4	3.08	7	5.38	1	0.77
2023 年 (n = 115)	12	10.43	19	16.52	14	12.17	11	9.57	4	3.48	3	2.61	11	9.57	2	1.74
合计 (n = 1 946)	252	12.95	231	11.87	228	11.72	136	6.99	115	5.91	83	4.27	63	3.24	133	6.83

2.4 手卫生情况 监测 ICU 医务人员(含医生、护士、实习生、进修生、工勤人员)手卫生时机 3 341 次,其中实施手卫生 3 028 次,正确实施手卫生 2 739 次,手卫生依从率为 90.63%,手卫生正确率为 90.46%。手卫生用品消耗量为 122.98 mL/床·日,从 2012 年

75.16 mL/床·日上升至 2023 年 147.35 mL/床·日 ($t = 10.851, P < 0.001$)。手卫生依从率从 2012 年 89.29% 下降至 2023 年 84.59% ($\chi^2_{趋势} = 64.365, P < 0.001$),手卫生正确率从 2012 年 85.00% 上升至 2023 年 90.28% ($\chi^2_{趋势} = 8.033, P = 0.005$),见图 1。

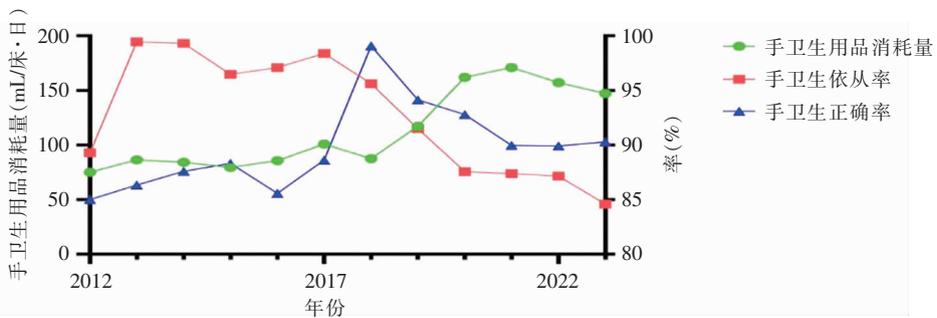


图 1 2012—2023 年 ICU 医务人员手卫生执行情况及手卫生用品消耗量变化趋势

Figure 1 Implementation of hand hygiene by healthcare workers and changing trend of consumption of hand hygiene products in ICU, 2012 - 2023

2.5 手卫生情况与 HAI 相关发病率相关性分析 将手卫生用品床日消耗量、手卫生依从率、手卫生正确率与 HAI 发病率、HAI 例次发病率、调整 HAI 例次发病率及 VAP、CAUTI 和 CLABSI 日感染发

病率进行皮尔逊相关性分析,发现手卫生用品床日消耗量与 HAI 发病率、HAI 例次发病率及 CAUTI、CLABSI 日感染发病率呈负相关(均 $P < 0.05$),见表 3。

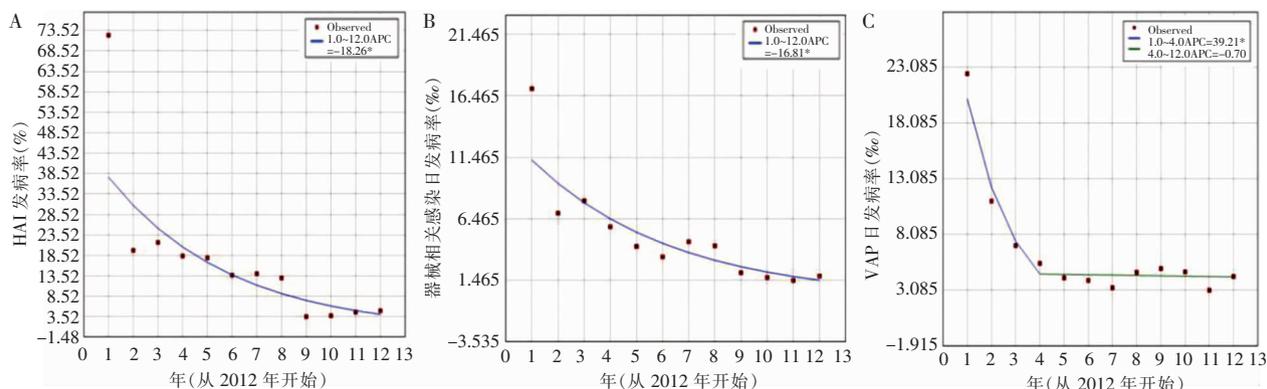
表 3 手卫生情况与医院感染相关发病率皮尔逊相关性分析

Table 3 Pearson correlation analysis on hand hygiene and HAI-related incidence

HAI 指标	手卫生用品床日消耗量		手卫生依从率		手卫生正确率	
	r	P	r	P	r	P
HAI 发病率	-0.661	0.019	0.187	0.561	-0.466	0.126
HAI 例次发病率	-0.628	0.029	0.137	0.672	-0.469	0.124
调整 HAI 例次发病率	-0.523	0.081	0.028	0.930	-0.461	0.131
VAP 日发病率	-0.434	0.158	-0.005	0.987	-0.516	0.086
CAUTI 日发病率	-0.744	0.005	0.315	0.318	-0.317	0.316
CLABSI 日发病率	-0.806	0.002	0.361	0.248	-0.407	0.189

2.6 使用 Joinpoint 回归分析监测数据 用 Joinpoint 回归分析 2012—2023 年 HAI 发病率和器械相关感染发病率变化趋势, HAI 发病率 Joinpoint 回归分析选择 HAI 例次发病率作为因变量, 年份作为自变量, HAI 发病率、多次 HAI 例次发病率作为副变量进行分析, 发现 HAI 例次发病率明显下降 ($APC = -18.26, P < 0.05$), HAI 发病率明显下降 ($APC = -17.51, P < 0.05$), 多次 HAI 例次发病率无明显趋势变化。器械相关感染发病率 Joinpoint

回归分析选择器械相关感染发病率作为因变量, 年份作为自变量, VAP、CAUTI、CLABSI 日发病率作为副变量进行分析, 发现器械相关感染发病率呈明显下降趋势 ($APC = -16.81, P < 0.05$), 其中 VAP 发病率呈明显下降趋势 ($APC = -39.21, P < 0.05$), Joinpoint 回归点在 2015 年; CAUTI 发病率呈下降趋势 ($APC = -17.70, P < 0.05$), CLABSI 发病率未出现明显趋势。见图 2。



注: A 为 HAI 趋势合并效用模型; B 为器械相关感染发病率趋势合并效用模型; C 为 VAP 趋势效用; 红色点代表不同年份相应感染发病率, 曲线代表通过 Joinpoint 回归对红色点进行拟合模式, 曲线前后段颜色变化说明变化点即存在 Joinpoint 点; * 表示在 $\alpha = 0.05$ 检验效能上, 差异存在统计学意义。

图 2 2012—2023 年 HAI 发病率 Joinpoint 回归分析

Figure 2 Joinpoint regression analysis on incidence of HAI, 2012 - 2023

2.7 实施医院感染监测系统及将医院感染管理纳入绩效考核对监测数据的影响 2013 年 3 月, 该院开始使用杏林实时监测系统, 数据监测采用实时系统监测及网络化上报, 并据此对全院医务人员进行大规模培训及考核; 2021 年 3 月, 该院将医院感染管理纳入医疗质量控制体系, 实行绩效考核。2012—2023 年 HAI 发病率曲线图显示, 两个节点 HAI 发病率呈下降趋势。月份作为自变量, HAI 发

病率、多次 HAI 例次发病率作为副变量进行分析, 见图 3。据此, 对这 2 个时间段选取 36 个月每月数据进行 Joinpoint 回归分析, 发现 HAI 例次发病率在 2013 年 3 月和 2021 年 3 月, 存在 Joinpoint 点, 提示前后对比差距明显 ($P < 0.05$), 表明使用医院感染监测系统及将医院感染管理纳入绩效考核, HAI 相关发病率呈明显下降趋势。见图 4。

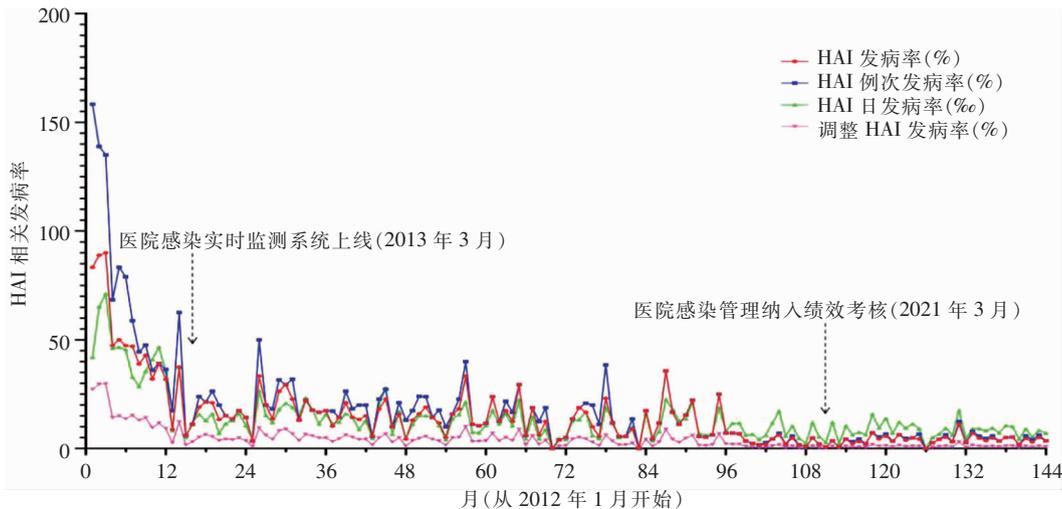
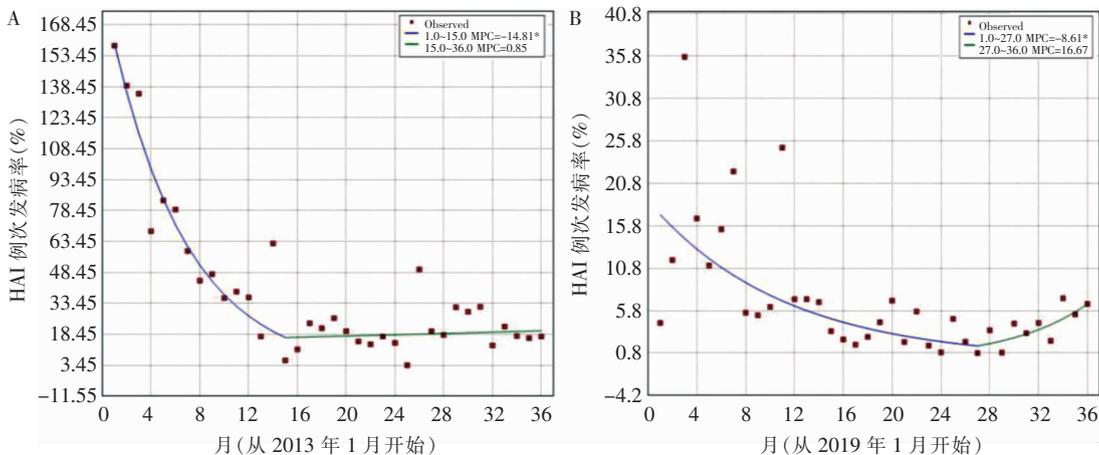


图 3 2012—2023 年 HAI 相关发病率折线图

Figure 3 Line chart of HAI-related incidence, 2012 - 2023



注:A 为从 2013 年 1 月 HAI 例次发病率趋势合并效用模型;B 为从 2019 年 1 月 HAI 例次发病率趋势合并效用模型;红色点代表不同年份相应发病率,曲线代表通过 Joinpoint 回归对红色点进行拟合模式,曲线前后段颜色变化说明变化点即存在 jionpoint 点; * 代表在 $\alpha = 0.05$ 检验效能上,差异有统计学意义。

图 4 36 个月 HAI 例次发病率折线图 Joinpoint 回归

Figure 4 Line chart of Joinpoint regression on case incidence of HAI in 36 months

3 讨论

HAI 是主要的公共卫生负担,《WHO 全球感染预防与控制报告(2022)》显示多达 30% 的 ICU 患者可能会发生 HAI,低收入国家的 HAI 发病率比高收入国家高 2~20 倍^[2]。2016—2017 年欧洲疾病预防与控制中心统计显示,欧盟地区每年发生 450 万例 HAI^[11],美国疾病预防控制中心估计,每 31 例住院患者中有 1 例发生 HAI^[12]。ICU 是医院感染管理的高风险重点部门,其 HAI 发病率比一般病区高 2~5 倍^[13]。ICU 患者因病情复杂严重,

若发生 HAI 将导致严重后果。ICU 患者一旦发生 HAI,住院时间及住院费用将明显增加^[14],且病死率将上升至 52.3%^[2]。对此,目前各国对 ICU 均采用更为严格的医院感染前瞻性监测进行医院感染管理,以期降低 HAI 发病率^[15-17]。

VAP、CAUTI 和 CLABSI 作为 ICU 中 HAI 的主要类型,由于其与侵入性操作的高度相关性及其严重后果,已成为全球感染防控的重点领域,各国均已建立严格的预防操作规范^[7-8,18-19]。我国自开展 VAP、CAUTI 和 CLABSI 监测以来,该院自 2012 年起持续开展为期 12 年的 ICU 器械相关感染目标性监测,严格遵循纳入排除标准开展监测工作,实施

每周前瞻性感染防控管理,推行集束化干预策略并建立月度质量反馈机制。长期监测数据显示:ICU 目标人群的 HAI 发病率、HAI 例次发病率及调整发病率,以及 VAP、CAUTI 和 CLABSI 的日发病率较基线水平下降均超过 70%,这与多项研究^[20-23]证实的集束化管理措施效果一致,有力证实器械相关感染目标监测联合集束化干预策略在 ICU 感染防控中具有协同效应。

2012—2023 年监测数据显示,呼吸机使用率从 83.88% 降至 54.49%,中心静脉导管置管使用率由 28.50% 上升至 74.59%,导尿管插管使用率由 98.15% 降为 89.86%。趋势图显示,变化较明显集中在 2020 年 4 月左右,与该院新院区投入使用,加强外科建设,导致患者结构变化,外科患者占比大幅度提高,而该院外科患者中心静脉导管置管使用较多,但呼吸机使用率和导尿管插管使用率反而下降有关。2012—2023 年 ICU 患者分离的金黄色葡萄球菌占比增加,真菌占比减少,其中金黄色葡萄球菌比例增高,可能与外科患者比例增加有关,这与一些发达国家及发展中国家的研究^[24-26]结果一致,真菌与长期使用抗菌药物有关^[27-28],其占比降低提示近些年抗菌药物管理措施实施有效。

严格执行手卫生是最有效的感染控制措施之一,本研究通过收集 2012—2023 年 ICU 手卫生用品床日消耗量及医务人员手卫生依从率与正确率的数据做趋势分析,表明近些年手卫生用品床日消耗量、手卫生正确率增加,提示 ICU 工作人员手卫生意识不断增强。手卫生依从率降低,可能与 ICU 科室发展,进修及其他非本院医务人员增多,因医务人员未能识别暗访观察员导致霍桑效应减弱有关,但实际手卫生用品消耗量增加,表明实际手卫生依从率是提高的。手卫生情况与 HAI 相关性分析结果显示,手卫生用品床日消耗量与 HAI 发病率、HAI 例次发病率及 CAUTI、CLABSI 日发病率均相关,提示手卫生对医院感染防控具有重要作用^[29-31]。

本研究基于 12 年监测数据,采用 Joinpoint 回归模型分析变化趋势。Joinpoint 回归模型(又称分段回归、多阶段回归)是由 Kim 等学者于 2000 年提出的时间序列分析方法,通过识别趋势转折点(连接点)进行分段建模,现已成为美国国家癌症研究所的长期趋势分析工具,在公共卫生多阶段长期数据分析中具有独特优势^[32]。针对 2012—2023 年 ICU 医院感染防控措施持续强化的情况,Joinpoint 回归分析显示各类感染发病率均显著下降。通过折线图识

别 2013 年和 2021 年为潜在连接点后,对连接点前后各 36 个月的 HAI 数据开展 Joinpoint 回归分析,证实 2013 年 3 月(实时监测系统上线)和 2021 年 3 月(感控纳入绩效考核)存在显著连接点($P < 0.05$)。这两个节点恰逢该院两项重大医院感染防控措施实施,数据分析显示节点前后 HAI 相关发病率存在显著差异($P < 0.05$),与同类研究结论一致^[33-34],表明医院感染防控的重大措施能够有效提升医务人员感染防控意识,从而显著降低 HAI 发病率。

综上所述,本研究通过开展持续 12 年的前瞻性医院感染监测,同步实施 ICU 前瞻性监测与集束化感染预防控制措施。结果显示,监测期间 HAI 相关发病率显著下降,证实该院 ICU 持续实施的感染防控策略具有显著成效。特别值得注意的是,手卫生用品床日消耗量与 HAI 发病率呈显著负相关,而感染防控关键举措包括实时监测系统实施(2013 年)和绩效考核制度整合(2021 年),可显著降低 HAI 发病率。这些发现证实基于手卫生强化管理、信息化实时监测、绩效考核整合的前瞻性感染防控体系能有效降低医院感染发生率,提示需持续推进包含前瞻监测、集束化干预、多维度整合的感染防控管理体系。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Magill SS, O'Leary E, Janelle SJ, et al. Changes in prevalence of health care-associated infections in U. S. hospitals[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(18): 1732–1744.
- [2] World Health Organization. Global report on infection prevention and control[EB/OL]. (2022-05-23)[2024-05-17]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164>.
- [3] Blot S, Ruppé E, Harbarth S, et al. Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: changes in epidemiology, diagnosis, prevention and contributions of new technologies[J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2022, 70: 103227.
- [4] Lohiya R, Deotale V. Surveillance of health-care associated infections in an intensive care unit at a tertiary care hospital in Central India[J]. *GMS Hyg Infect Control*, 2023, 18: Doc28.
- [5] Alfouzan W, Dhar R, Abdo NM, et al. Epidemiology and microbiological profile of common healthcare associated infections among patients in the intensive care unit of a general hospital in Kuwait: a retrospective observational study[J]. *J Epidemiol Glob Health*, 2021, 11(3): 302–309.
- [6] 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.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 重症监护病房医院感染预防与控制规范 WS/T 509—2016[J]. *中国感染控制杂志*, 2017, 16(2): 191 – 194.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Regulation for prevention and control of healthcare-associated infection in intensive care unit [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2017, 16(2): 191 – 194.
- [8] 国家卫生健康委办公厅医政医管局. 血管导管相关感染预防与控制指南(2021 版)[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(4): 387 – 388.
- Department of Medical Administration of General Office of National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for the prevention and control of vessel catheter associated infection (2021 Edition)[J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2021, 20(4): 387 – 388.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. *中华医学杂志*, 2001, 81(5): 314 – 320.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections (Proposed)[J]. *National Medical Journal of China*, 2001, 81(5): 314 – 320.
- [10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 医院感染监测标准 WS/T 312—2023[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(9): 1129 – 1142.
- National Health Commission of the People's Republic of China. Standard for healthcare-associated infection surveillance WS/T 312 – 2023 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2023, 22(9): 1129 – 1142.
- [11] Suetens C, Latour K, Kärki T, et al. Prevalence of healthcare-associated infections, estimated incidence and composite antimicrobial resistance index in acute care hospitals and long-term care facilities; results from two European point prevalence surveys, 2016 to 2017[J]. *Euro Surveill*, 2018, 23(46): 1800516.
- [12] Centers for Disease Control and Prevention. HAI and antibiotic use prevalence survey 2021 [EB/OL]. [2024 – 05 – 17]. <https://www.cdc.gov/hai/eip/antibiotic-use.html>.
- [13] Lima Serrano M, González Méndez MI, Carrasco Cebollero FM, et al. Risk factors for pressure ulcer development in intensive care units: a systematic review[J]. *Med Intensiva*, 2017, 41(6): 339 – 346.
- [14] Cabrera-Tejada GG, Chico-Sánchez P, Gras-Valentí P, et al. Estimation of additional costs in patients with ventilator-associated pneumonia[J]. *Antibiotics (Basel)*, 2023, 13(1): 2.
- [15] Blot S, Ruppé E, Harbarth S, et al. Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: changes in epidemiology, diagnosis, prevention and contributions of new technologies[J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2022, 70: 103227.
- [16] Rangelova V, Kevorkyan A, Raycheva R, et al. Ventilator-associated pneumonia in the neonatal intensive care unit-incidence and strategies for prevention[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2024, 14(3): 240.
- [17] Rosenthal VD, Jin ZL, Yin RJ, et al. Assessing the impact of a multidimensional approach and an 8-component bundle in reducing incidences of ventilator-associated pneumonia across 35 countries in Latin America, Asia, the Middle East, and Eastern Europe[J]. *J Crit Care*, 2024, 80: 154500.
- [18] Metersky ML, Kalil AC. Management of ventilator-associated pneumonia: guidelines[J]. *Infect Dis Clin North Am*, 2024, 38(1): 87 – 101.
- [19] Chuang L, Tambyah PA. Catheter-associated urinary tract infection[J]. *J Infect Chemother*, 2021, 27(10): 1400 – 1406.
- [20] Odada D, Munyi H, Gatuiku J, et al. Reducing the rate of central line-associated bloodstream infections; a quality improvement project[J]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1): 745.
- [21] Zhang YZ, Du MM, Johnston JM, et al. Incidence of healthcare-associated infections in a tertiary hospital in Beijing, China; results from a real-time surveillance system[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2019, 8: 145.
- [22] Lorente L, Sabater-Riera J, Rello J. Surveillance and prevention of healthcare-associated infections: best practices to prevent ventilator-associated events[J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2024, 22(5): 317 – 332.
- [23] Kalorin CM, Dixon JM, Fike LV, et al. Reducing catheter-associated urinary tract infections across a hospital system through urine culture stewardship[J]. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*, 2022, 6(5): 488 – 495.
- [24] Hasan SK, Nahar A, Ahmed SR, et al. Wound infection in surgical ward of a tertiary care hospital in Dhaka city; the identification of organisms and their sensitivity pattern[J]. *Mymensingh Med J*, 2024, 33(1): 125 – 132.
- [25] Worku S, Abebe T, Alemu A, et al. Bacterial profile of surgical site infection and antimicrobial resistance patterns in Ethiopia: a multicentre prospective cross-sectional study[J]. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 2023, 22(1): 96.
- [26] Espíndola R, Vella V, Benito N, et al. Incidence, associated disease burden and healthcare utilization due to *Staphylococcus aureus* prosthetic joint infection in European hospitals; the COMBACTE-NET ARTHR-IS multi-centre study[J]. *J Hosp Infect*, 2023, 142: 9 – 17.
- [27] Alwazeh MJ, Almimr A, Al Nassri SA, et al. Microbiological trends and mortality risk factors of central line-associated bloodstream infections in an academic medical center 2015 – 2020[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2023, 12(1): 128.
- [28] Afsharipour M, Mahmoudi S, Raji H, et al. Three-year evaluation of the nosocomial infections in pediatrics; bacterial and fungal profile and antimicrobial resistance pattern[J]. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 2022, 21(1): 6.
- [29] Tartari E, Garlasco J, Mezerville MHD, et al. Ten years of hand hygiene excellence: a summary of outcomes, and a comparison of indicators, from award-winning hospitals worldwide

[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2024, 13(1): 45.

[30] Tartari E, Garlasco J, Mezerville MHD, et al. Ten years of hand hygiene excellence: a summary of outcomes, and a comparison of indicators, from award-winning hospitals worldwide [J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2024, 13(1): 45.

[31] World Health Organization. World Hand Hygiene Day 2024-why is sharing knowledge about hand hygiene still so important? [EB/OL]. (2024-05-06) [2024-05-25]. <https://www.who.int/news-room/events/detail/2024/05/06/default-calendar/world-hand-hygiene-day-2024-why-is-sharing-knowledge-about-hand-hygiene-still-so-important>.

[32] Qiu HB, Cao SM, Xu RH. Cancer incidence, mortality, and burden in China: a time-trend analysis and comparison with the United States and United Kingdom based on the global epidemiological data released in 2020 [J]. Cancer Commun (Lond), 2021, 41(10): 1037-1048.

[33] Wu XQ, Lu QS, Feng G, et al. Application effect of transparent supervision based on informatization in prevention and control of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* nosoco-

mial infection [J]. Can J Infect Dis Med Microbiol, 2022, 2022: 2193430.

[34] Shi WW, Chen RJ, Wang K, et al. Exploring hospital resilience protective or risk factors: lessons for future disaster response efforts [J]. Front Public Health, 2024, 12: 1378257.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:陈音汁,涂载澜,周明川,等. 2012—2023 年基于 Joinpoint 回归模型的 ICU 医院感染变化趋势分析 [J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(5): 657-665. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20255438.

Cite this article as: CHEN Yinzhi, TU Zailan, ZHOU Mingchuan, et al. Trend changes of healthcare-associated infection in intensive care unit: an analysis based on Joinpoint regression model from 2012 to 2023 [J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(5): 657-665. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20255438.