

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20232299

论著·手术部位感染专题

基于倾向性评分匹配的手术部位感染影响因素分析: 一项真实世界研究

贺子强¹, 袁水斌¹, 王勋松², 张 宾¹, 季 洁¹, 魏 甜¹, 王 伟³

(江西省肿瘤医院 1. 感染管理科; 2. 检验科; 3. 健康宣教科, 江西 南昌 330029)

[摘要] **目的** 基于医院感染监测系统的真实世界数据分析手术部位感染的影响因素。**方法** 选取 2019 年 1 月—2021 年 12 月南昌市某三甲医院住院手术患者为研究对象, 通过 1:1 倾向性评分匹配(PSM)均衡手术部位感染组和未感染组协变量之间的差异, 采用多因素 logistic 回归分析手术部位感染的影响因素。**结果** 纳入研究对象 24 507 例, 210 例发生手术部位感染, 手术部位感染发病率为 0.86%, 其中切口浅部组织感染 141 例(67.14%)。共分离病原菌 94 株, 其中革兰阳性菌 64 株(68.08%), 革兰阴性菌 28 株(29.79%), 真菌 2 株(2.13%)。采用 PSM 成功匹配 210 对, 匹配后两组患者在年龄、性别、年度、科室、是否急诊方面比较, 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。多因素 logistic 回归分析显示, 手术部位感染的危险因素是术前住院日数 ≥ 6 d、手术持续时间 ≥ 3 h、清洁-污染切口和污染切口, 保护因素是腔镜手术、预防性使用抗菌药物。**结论** PSM 可以减少常规数据收集研究的选择偏倚, 均衡基线资料组间差异, 有助于医院充分利用医院感染管理系统的大数据探索个体化控制的管理指标。

[关键词] 手术部位感染; 医院感染; 倾向性评分匹配; 真实世界研究

[中图分类号] R181.3⁺2

Influencing factors for surgical site infection based on propensity score matching: a real-world study

HE Zi-qiang¹, YUAN Shui-bin¹, WANG Xun-song², ZHANG Bin¹, JI Jie¹, WEI Tian¹, WANG Wei³ (1. Department of Infection Management; 2. Department of Laboratory Medicine; 3. Department of Health Education, Jiangxi Cancer Hospital, Nanchang 330029, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the influencing factors for surgical site infection (SSI) based on real-world data (RWD) from healthcare-associated infection (HAI) monitoring system. **Methods** From January 2019 to December 2021, inpatients of a tertiary first-class hospital in Nanchang were selected as the study subjects. Differences between the covariates of SSI group and the non-infected group were balanced by 1:1 propensity score matching (PSM), and the influencing factors for SSI were analyzed by multivariate logistic regression. **Results** 24 507 subjects were contained in the study, out of which 210 cases had SSI (incidence 0.86%), including 141 cases (67.14%) of superficial incision tissue infection. A total of 94 pathogenic strains were isolated, including 64 (68.08%) Gram-positive bacteria, 28 (29.79%) Gram-negative bacteria and 2 (2.13%) fungi. 210 pairs were successfully matched with PSM. After matching, there was no statistically significant difference between two groups in terms of age, gender, year, department, and whether or not with emergency treatment (all $P > 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that risk factors for SSI were pre-operative hospital stay ≥ 6 days, operation duration ≥ 3 hours, clean-contaminated incision and contaminated incision, whereas endoscopic surgery and prophylactic use of antimicrobial agents were the protective factors. **Conclusion** PSM can reduce the selection bias of routine data collection research, balance group differences of baseline data, and help hospital to make full use of the big data of HAI management system to explore the management indicators of individualized control.

[Key words] surgical site infection; healthcare-associated infection; propensity score matching; real-world research

[收稿日期] 2022-10-11

[作者简介] 贺子强(1991-), 男(汉族), 江西省南昌市人, 主治医师, 主要从事医院感染控制研究。

[通信作者] 袁水斌 E-mail: yuanshuibin@163.com

手术部位感染(surgical site infections, SSI)是常见的医院感染之一,增加患者的经济负担,延长住院日数,甚至危及患者的生命安全^[1]。SSI 居医院感染第 3 位,对其进行监测和管理尤为重要。2016 年调查显示,我国 87.63% 的医院开展了 SSI 目标性监测,61.30% 的医院通过信息化预警发现 SSI 疑似病例,38.69% 的医院实现了医院感染监测系统与手术麻醉系统的对接^[2],我国 SSI 的管理正逐步实现信息化。本研究旨在充分挖掘并利用医院管理系统中的真实世界数据,通过一些统计方法如倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)让数据活化,为医院 SSI 控制指标提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究通过双数医院感染系统抓取 2019 年 1 月—2021 年 12 月南昌市某三甲医院住院手术患者的基本信息、临床资料、手术以及住院情况,共抓取住院手术患者 24 589 例。排除住院时间≤48 h、手术时间记录不详的患者,共纳入研究对象 24 507 例。

1.2 研究方法 将研究对象分为两组,发生 SSI 的患者为感染组($n = 210$),未发生 SSI 的患者为未感染组($n = 24 297$),采用 PSM 进行 1:1 精确匹配,匹配容差为 0.02,均衡两组在年龄、性别、年度、科室、是否急诊上的差异后,共匹配 210 对研究对象,匹配成功率为 100%。

1.3 诊断方法 医院感染诊断标准以 2001 年卫生部颁布的《医院感染诊断标准(试行)》^[3]为依据。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 22.0 进行研究数据匹配和数据分析。采用 K-S 和 S-W 法检验计量资料是否符合正态分布,计量资料数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)或中位数加四分位数 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 进行描述,组间比较采用 t 检验或秩和检验;计数资料数据以百分率(%)进行描述,组间比较采用卡方检验或 Fisher 确切概率法;多因素分析采用二元 logistic 回归分析。 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 SSI 情况 共纳入研究对象 24 507 例,210 例

发生 SSI,SSI 发病率为 0.86%。其中切口浅部组织感染 141 例(67.14%),切口深部组织感染 57 例(27.14%),腔隙感染 9 例(4.29%),器官感染 3 例(1.43%)。

2.2 感染病原菌构成 210 例次 SSI 患者,共分离病原菌 94 株。其中革兰阳性菌 64 株,主要以金黄色葡萄球菌为主(39 株,60.94%);革兰阴性菌 28 株,以大肠埃希菌为主(14 株,50.00%);真菌 2 株,均为光滑念珠菌。见表 1。

表 1 SSI 病原菌构成情况

Table 1 Pathogen constitution of patients with surgical site infection

病原菌	株数	构成比(%)
革兰阳性菌	64	68.08
金黄色葡萄球菌	39	41.49
表皮葡萄球菌	9	9.58
粪肠球菌	4	4.26
尿肠球菌	3	3.19
溶血葡萄球菌	2	2.13
沃氏葡萄球菌	2	2.13
鸟肠球菌	1	1.06
路邓葡萄球菌	1	1.06
头状葡萄球菌	1	1.06
棒状杆菌属	1	1.06
化脓隐秘杆菌	1	1.06
革兰阴性菌	28	29.79
大肠埃希菌	14	14.89
肺炎克雷伯菌	7	7.45
铜绿假单胞菌	4	4.26
鲍曼不动杆菌	3	3.19
真菌	2	2.13
光滑念珠菌	2	2.13
合计	94	100

2.3 PSM 前后两组患者人口学特征 经 1:1 精确 PSM 后,两组患者在年龄、性别、年度、科室、是否急诊方面比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 2。

表 2 两组患者 PSM 前后一般情况比较

Table 2 Comparison of general condition between two groups of patients before and after propensity score matching

变量	匹配前		χ^2/t	P	匹配后		χ^2/t	P
	未感染组 (n = 24 297)	感染组 (n = 210)			未感染组 (n = 210)	感染组 (n = 210)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	53.12 ± 14.73	55.15 ± 13.24	-1.992	0.046	55.35 ± 12.80	55.15 ± 13.24	0.154	0.878
性别(例)			7.144	0.008			0	1.000
男	10 610	111			111	111		
女	13 687	99			99	99		
年度(例)			1.452	0.484			0.013	0.993
2019	8 270	79			78	79		
2020	7 711	60			60	60		
2021	8 316	71			72	71		
科室(例)			100.533	<0.001			2.994	0.965
头颈外科	5 984	107			104	107		
腹外科	4 893	29			32	29		
乳外科	3 700	39			39	39		
胸外科	3 089	5			8	5		
妇瘤科	2 009	5			4	5		
泌外科	1 940	4			4	4		
骨软科	1 501	13			13	13		
肝胆科	663	4			4	4		
神经外科	311	2			2	2		
其他科室	207	2			0	2		
急诊手术(例)			5.782	0.016			0.612	0.434
是	1 032	16			12	16		
否	23 265	194			198	194		

2.4 PSM 后单因素分析 经过 PSM 均衡两组协变量后,进一步比较感染组和非感染组患者其他因素间的差异,发现两组患者在住院日数、术前往院日数、手术方式、手术切口等级、ASA 评分、手术持续时间、预防性使用抗菌药物方面,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 3。

2.5 PSM 后多因素 logistic 回归分析 将上述两组单因素比较有差异的因素(住院日数、手术方式、手术切口等级、ASA 评分、手术持续时间、预防性使

用抗菌药物情况)作为自变量,以是否出现 SSI 作为因变量,采用逐步向前法进行多因素 logistic 回归分析。结果提示,SSI 危险因素是术前往院日数 ≥ 6 d($OR = 1.914, P = 0.007$)、手术持续时间 ≥ 3 h ($OR = 2.619, P < 0.001$)、清洁-污染切口($OR = 5.090, P < 0.001$)和污染切口($OR = 6.007, P = 0.004$),保护因素是腔镜手术($OR = 0.186, P < 0.001$)、预防性使用抗菌药物($OR = 0.250, P < 0.001$)。见表 4。

表 3 PSM 后两组患者 SSI 单因素分析

Table 3 Univariate analysis on surgical site infection of two groups of patients before and after propensity score matching

变量	未感染组 (n = 210)	感染组 (n = 210)	χ^2/t	P
住院日数 [M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	13.50(8.00, 20.00)	21.00(15.00, 29.00)	-8.341	<0.001
术前住院日数 [M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	4.00(2.00, 5.25)	4.50(3.00, 7.00)	-4.025	<0.001
手术持续时间 [M(P ₂₅ , P ₇₅), min]	83.00(50.75, 163.50)	130.00(75.75, 220.75)	-4.648	<0.001
预防性使用抗菌药物(例)			4.335	0.037
是	134	113		
否	76	97		
手术切口等级(例)			11.688	0.002
清洁(I类)	142	109		
清洁-污染(II类)	63	89		
污染(III类)	5	12		
ASA 评分(例)			2.476	0.508
I级	46	34		
II级	122	130		
III级	41	45		
IV级	1	1		
NNIS 评分(例)			9.588	0.014
0分	136	106		
1分	57	77		
2分	17	26		
3分	0	1		
腹腔镜手术(例)			0.010	0.014
是	33	16		
否	177	194		

表 4 PSM 匹配后 SSI 多因素 logistic 回归分析

Table 4 Multivariate logistic regression analysis on surgical site infection of two groups of patients before and after propensity score matching

变量	β	Wald χ^2	OR(95%CI)	P
术前住院日数 ≥ 6 d	0.649	7.227	1.914(1.192~3.072)	0.007
手术持续时间 ≥ 3 h	0.963	13.828	2.619(1.577~4.349)	<0.001
预防性使用抗菌药物	-1.385	24.359	0.250(0.144~0.434)	<0.001
手术切口等级				
清洁-污染	1.627	28.916	5.090(2.813~9.212)	<0.001
污染	1.793	8.461	6.007(1.795~20.107)	0.004
腹腔镜手术	-1.679	18.378	0.186(0.087~0.402)	<0.001

3 讨论

本研究 SSI 检出病原菌中,革兰阳性菌占 68.08%,且以金黄色葡萄球菌为主,革兰阴性菌以

大肠埃希菌为主,检出菌的分布与某些相关研究^[4-6]结果相似,而与部分研究^[7-8]主要检出菌的顺位不完全一致。究其原因,SSI 检出菌的类别受手术切口的部位、清洁程度等影响,而本研究的数据来源于肿瘤专科医院,手术量居前三的依次为头颈部、腹部、

乳房为主, I 类切口比例占比较多, 且检出病原菌的患者 I 类切口占比达 57.30%。

观察性研究的研究对象所具有的各种特征与真实世界研究结果更为接近, 控制混杂倚传统的方法包括在研究设计阶段进行配对, 或分层分析等, 但当混杂变量较多或处理组与对照组的某些变量差异较大时, 传统方法便不再适用, PSM 由此应运而生^[9]。本研究采用 PSM 均衡两组协变量后, 消除了两组在一些无法干预变量上的差异(如年龄、性别等), 这样可以更好解释可干预变量与感染之间的关系效应。多因素分析结果提示, 术前住院日数 ≥ 6 d、手术持续时间 ≥ 3 h、清洁-污染切口、污染切口是 SSI 的危险因素, 预防性使用抗菌药物、腔镜手术是 SSI 的保护因素, 与大部分非匹配研究^[10-13]结果一致。但本研究结果与 ASA 评分能够评估结直肠癌患者术后发生 SSI 的风险^[14]不一致, 可能是因为均衡了感染组与未感染组患者在年龄和是否急诊上的差异; 另外本研究为单中心研究, 患者以慢性肿瘤为主, 无心血管外科等急诊患者, 故 ASA 评分主要集中在 I、II、III 级, 其分布差异无统计学意义。值得注意的是, 过往 SSI 研究^[15-16]大部分是针对某种特定疾病或者某个特定手术进行数据收集, 较少基于全院连续几年的手术数据进行分析。

本研究在使用医院感染监控系统收集数据时, 发现有些数据的准确性还依赖人工维护, 尚不能做到计算机自动判别, 如围手术期抗菌药物的使用是治疗性用药还是预防性用药等; 手术麻醉系统如果没有运行或接入医院感染系统, 有些资料如手术切口长度、术中输血量、备皮情况、切口愈合等级等就无法自动收集; 更多的临床指标有待纳入自动监测体系中, 如社区感染情况、影像学表现、his 系统中的检测结果(血糖、清蛋白、中性粒细胞等)。因此, 医院感染监测的信息化建设在医院感染监测工作中有着非常重要的作用, 其能够全面、实时监测医院感染的发生, 提高医院感染监控专职人员的工作效率, 缓解新型冠状病毒疫情下医院感染监控专职人员紧缺的现状。随着 SSI 监测信息化建设的广泛开展, 不仅要做好各种数据的集成化管理, 更要做好数据挖掘分析的工作, 结合政策要求和医院管理需求, 制定一些数据自动分析模块, 有助于医院充分利用医院感染管理系统的大数据, 探索院科两级的控制管理指标, 为医院感染控制提出管理意见和评价依据。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] 中华医学会外科学分会外科感染与重症医学学组, 中国医师协会外科医师分会肠瘘外科医师专业委员会. 中国手术部位感染预防指南[J]. 中华胃肠外科杂志, 2019, 22(4): 301-314.
Chinese Society of Surgical Infection and Intensive Care, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association, Chinese College of Gastrointestinal Fistula Surgeons, Chinese College of Surgeons, Chinese Medical Doctor Association. Chinese guideline for the prevention of surgical site infection[J]. Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery, 2019, 22(4): 301-314.
- [2] 何文英, 史发林, 张玉, 等. 我国手术部位感染管理现状调查[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(5): 768-771, 786.
He WY, Shi FL, Zhang Y, et al. Current status of control of surgical site infections in China[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2018, 28(5): 768-771, 786.
- [3] 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, PRC. Diagnostic criteria for nosocomial infections(proposed)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314-320.
- [4] 王瑞华, 宁永忠, 朱研, 等. 骨科 I 类切口手术部位感染患者的临床和微生物学分析[J]. 中华传染病杂志, 2015, 33(12): 742-746.
Wang RH, Ning YZ, Zhu Y, et al. Analysis of clinical and etiologic features of patients with type I incision surgical site infection in orthopedics department[J]. Chinese Journal of Infectious Diseases, 2015, 33(12): 742-746.
- [5] 张宏侠, 葛冰磊, 左才红, 等. 骨科 I 类切口手术部位感染病原菌分析[J]. 中华肩肘外科电子杂志, 2021, 9(3): 263-267.
Zhang HX, Ge BL, Zuo CH, et al. Analysis of pathogenic bacteria in orthopedic surgical site infection of class I incision[J]. Chinese Journal of Shoulder and Elbow(Electronic Edition), 2021, 9(3): 263-267.
- [6] 周晓平, 任阿可, 黄继峥, 等. 外科清洁手术部位目标性监测结果与感染相关因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(20): 3149-3151, 3191.
Zhou XP, Ren AK, Huang JZ, et al. Targeted surveillance results and risk factors of surgical site infections in surgical aseptic operations[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2018, 28(20): 3149-3151, 3191.
- [7] 刘松华, 王月玲, 满思金. 外科手术部位感染因素调查及病原菌分析[J]. 中国消毒学杂志, 2018, 35(8): 631-632.
Liu SH, Wang YL, Man SJ. Investigation on factors of surgical site infection and analysis of pathogenic bacteria[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2018, 35(8): 631-632.
- [8] 陈颖, 王海鹏. 不同季节手术患者手术部位感染发病率及其

- 病原菌[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(9): 873-875.
- Chen H, Wang HP. Incidence and pathogens of surgical site infection in surgical patients in different seasons[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2017, 16(9): 873-875.
- [9] 施婷婷, 刘振球, 袁黄波, 等. 倾向性评分匹配法在非随机对照研究中的应用[J]. 中国卫生统计, 2021, 38(2): 312-314.
- Shi TT, Liu ZQ, Yuan HB, et al. Application of propensity score matching method in non randomized controlled study[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2021, 38(2): 312-314.
- [10] 任海霞, 朱欢, 高慧儿, 等. 外科 I 类切口手术部位感染发生率及其影响因素分析[J]. 中国医院药学杂志, 2021, 41(5): 485-489.
- Ren HX, Zhu H, Gao HE, et al. Analysis of infection rate and influencing factors of type I incision surgery[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2021, 41(5): 485-489.
- [11] 蔡尚党, 张龙江, 王海颖, 等. 结直肠癌患者手术部位感染病原菌分布与危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(4): 862-864.
- Cai SD, Zhang LJ, Wang HY, et al. Distribution of pathogens causing surgical site infections in colorectal cancer patients and related risk factors[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2016, 26(4): 862-864.
- [12] 沈丰, 杨晓东. 手术部位感染相关因素的回顾性分析[J]. 当代医学, 2018, 24(27): 102-105.
- Shen F, Yang XD. A retrospective study of the related factors of surgical site infection[J]. Contemporary Medicine, 2018, 24(27): 102-105.
- [13] 徐朋, 赵丽香, 唐琳娜, 等. 结直肠肿瘤患者手术部位感染相关因素及病原学分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(18): 2803-2806.
- Xu P, Zhao LX, Tang LN, et al. Related factors and etiological characteristics for surgical site infections in patients with colorectal cancer[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2018, 28(18): 2803-2806.
- [14] 刘芯妤, 彭丽华, 曾莉怡. ASA 评分与手术时间在结直肠癌患者手术部位感染风险评估中的作用[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(12): 1144-1148.
- Liu XY, Peng LH, Zeng LY. Role of ASA score and operation time in risk assessment of surgical site infection in patients with colorectal cancer[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(12): 1144-1148.
- [15] 张刚, 曹文成, 李才华, 等. 妇科恶性肿瘤患者子宫全切术后手术部位感染危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(7): 602-606.
- Zhang G, Cao WC, Li CH, et al. Risk factors for surgical site infection after total hysterectomy in patients with gynecological malignant tumor[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(7): 602-606.
- [16] 倪争艳, 费卫珠, 张伊. 肝癌患者外科切除术后感染风险预测模型的建立[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(7): 614-618.
- Ni ZY, Fei WZ, Zhang Y. Construction of predictive model of infection risk of patients with liver cancer after surgical resection[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(7): 614-618.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:贺子强,袁水斌,王勋松,等.基于倾向性评分匹配的手术部位感染影响因素分析:一项真实世界研究[J].中国感染控制杂志,2023,22(2):189-194. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20232299.

Cite this article as: HE Zi-qiang, YUAN Shui-bin, WANG Xun-song, et al. Influencing factors for surgical site infection based on propensity score matching: a real-world study[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(2): 189-194. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20232299.