

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20234162

论著·风险预测模型专题

胃癌和结直肠癌术后器官/腔隙感染的危险因素分析与预测模型的建立

徐雅灵, 费卫珠, 高丽英, 杨 健

(苏州大学第一附属医院普外科, 江苏 苏州 215006)

[摘要] **目的** 探讨胃癌和结直肠癌手术后手术部位感染中器官/腔隙感染发生率及危险因素,旨在为患者构建一个简单、有效的风险预测模型。**方法** 回顾性收集 2018 年 1 月—2022 年 10 月某院进行根治性手术治疗的 356 例胃癌和 305 例结直肠癌患者的临床资料,通过单变量及多变量 logistic 回归分析确定器官/腔隙 SSI 的独立危险因素,并构建列线图模型。采用一致性指数(C-index)与校准曲线评价模型对胃肠癌术后器官/腔隙 SSI 的预测能力。**结果** 胃癌与结直肠癌患者术后器官/腔隙 SSI 发生率分别为 8.4%(30/356)、9.5%(29/305)。与非 SSI 患者相比,器官/腔隙 SSI 患者住院日数明显延长($P<0.001$)。多因素分析结果显示,男性($OR=5.203, 95\%CI: 1.167\sim 23.193$)、术前 ASA III 级($OR=5.078, 95\%CI: 2.047\sim 12.598$)、联合脏器切除($OR=3.479, 95\%CI: 1.261\sim 9.546$)及术中失血量($OR=3.629, 95\%CI: 1.577\sim 8.350$)是胃癌术后器官/腔隙 SSI 的独立危险因素(均 $P<0.05$); ASA 分级($OR=3.128, 95\%CI: 1.334\sim 7.337$)、联合脏器切除($OR=3.442, 95\%CI: 1.292\sim 9.168$)及手术时间($OR=3.091, 95\%CI: 1.367\sim 6.991$)是结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 独立危险因素(均 $P<0.05$)。基于以上危险因素分别构建预测胃癌、结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的列线图模型,C-index 分别为 0.808($95\%CI: 0.722\sim 0.894$)、0.763($95\%CI: 0.674\sim 0.852$)。校准曲线表明模型预测曲线与理想参考线之间具有良好一致性。**结论** 列线图模型对胃癌和结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 具有良好预测能力,可为临床医生识别高风险 SSI 个体提供一种简单、有效的工具。

[关键词] 胃癌; 结直肠癌; 手术部位感染; 器官/腔隙感染; 危险因素; 预测

[中图分类号] R181.3⁺2 R735.2

Analysis of risk factors and construction of prediction models for organ/space surgical site infection in gastric and colorectal cancer

XU Ya-ling, FEI Wei-zhu, GAO Li-ying, YANG Jian (Department of General Surgery, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the incidence and risk factors for organ/space surgical site infection (SSI) after gastric and colorectal cancer surgery, and construct simple and effective risk prediction models for patients. **Methods** Clinical data were retrospectively collected from 356 patients with gastric cancer and 305 patients with colorectal cancer who underwent radical surgery in a hospital from January 2018 to October 2022. Independent risk factors for organ/space SSI were identified by univariate and multivariate logistic regression analysis, and nomogram models were constructed. The concordance index (C-index) and calibration curve were used to evaluate the predictive performance of the gastric and colorectal cancer models. **Results** The incidences of postoperative organ/space SSI in gastric and colorectal cancer patients were 8.4% (30/356) and 9.5% (29/305), respectively. Patients with organ/space SSI had a longer hospital stay than those without SSI ($P<0.001$). Multivariate analysis showed that male ($OR=5.203, 95\%CI: 1.167-23.193$), pre-operative ASA grade III ($OR=5.078, 95\%CI: 2.047-12.598$), combined organ resection ($OR=3.479, 95\%CI: 1.261-9.546$) and intraoperative blood loss ($OR=3.629, 95\%$

[收稿日期] 2023-03-02

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81902385)

[作者简介] 徐雅灵(1972-),女(汉族),江苏省苏州市人,副主任护师,主要从事胃肠胰腺围术期管理研究。

[通信作者] 费卫珠 E-mail: ff0941wz@126.com

CI: 1.577 - 8.350) were independent risk factors for organ/space SSI after gastric cancer surgery (all $P < 0.05$). ASA grade (OR = 3.128, 95% CI: 1.334 - 7.337), combined organ resection (OR = 3.442, 95% CI: 1.292 - 9.168) and duration of operation (OR = 3.091, 95% CI: 1.367 - 6.991) were independent risk factors for organ/space SSI after colorectal cancer surgery (all $P < 0.05$). Based on these risk factors, nomogram models for predicting organ/space SSI after gastric and colorectal cancer surgery were developed, with C-indexes of 0.808 (95% CI: 0.722 - 0.894) and 0.763 (95% CI: 0.674 - 0.852), respectively. The calibration curves indicated good consistency between the predicted curves and the ideal reference lines. **Conclusion** The nomogram models have an excellent prediction performance for organ/space SSI in gastric and colorectal cancer patients underwent radical resection, and provide a simple and effective tool for clinicians to identify high-risk individuals with SSI.

[Key words] gastric cancer; colorectal cancer; surgical site infection; organ/space infection; risk factor; prediction

外科手术是目前治疗胃癌与结直肠癌的主要治疗手段,但术后并发症仍然是目前临床面临的一个重要问题。手术部位感染(surgical site infection, SSI)是胃肠道手术后最常见的感染并发症。SSI 延长住院时间,增加医疗费用,降低患者生活质量^[1-4],并可延迟术后辅助化学治疗的启动,对胃癌和结直肠癌患者长期预后造成不良影响。按照解剖部位,SSI 可进一步分为体表、深层和器官/腔隙感染三种类型。随着围手术期预防性抗菌药物的应用与腹腔镜等微创手术技术的不断推广,体表 SSI 的发生率已明显下降,但器官/腔隙 SSI 并未减少^[5-6]。器官/腔隙 SSI 已成为 SSI 的主要类型,了解胃肠癌术后 SSI 的风险因素对预防术后并发症,降低计划外再入院与医院内病死率具有重要意义。

器官/腔隙 SSI 与体表 SSI 的风险因素截然不同,既往研究已对体表 SSI 的风险因素有所研究,但关于胃癌、结直肠癌手术后器官/腔隙 SSI 风险因素的识别依然有限。本研究分析胃癌与结直肠癌手术后器官/腔隙 SSI 发生率及危险因素,旨在提供一个简单的患者风险分层,以帮助外科医生早期识别术后器官/腔隙 SSI 风险,制定针对性的预防措施。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2018 年 1 月—2022 年 10 月某院因胃癌或结直肠癌接受手术的患者为研究对象。纳入标准:①接受根治性切除手术及淋巴结清扫,经术后病理证实为胃癌或结直肠癌者;②美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级为 I ~ III 者;③年龄 > 18 岁;④临床资料完整。排除标准:①伴有其他系统恶性肿瘤者;②合并严重心、肺、肝、肾等器官功能不全,凝血功能异常或自身免疫性疾病者;③姑息性手术(如回肠/结肠造瘘、胃旁路手术等),或因梗阻、出血、穿

孔等并发症行急诊手术者;④术前存在感染性疾病者。本研究经机构审查委员会批准,研究方案符合《赫尔辛基宣言》的伦理准则,临床数据的收集与用途已获得所有患者的书面知情同意。

1.2 围手术期管理 所有患者入院后完善相关检查,评估肿瘤临床分期和患者的一般状况,选择恰当的手术切除方式或新辅助放射治疗、化学治疗方案。术前通过肠内营养支持强化患者营养状态,在充分的术前准备后,进行限期手术。术前使用聚维酮碘消毒剂常规消毒手术区,并于术前 30 min 预防性使用抗菌药物,常用方案为头孢呋辛 1.5 g 静脉滴注,手术时间超过 3 h 者术中加用一次,有青霉素、头孢类过敏史者使用克林霉素代替^[7]。术后常规留置腹腔引流管并预防性使用抗菌药物,相关程序符合合理使用抗菌药物的相关规定,每日监测腹腔引流量、颜色及性状特征等。患者恢复口进食后,引流液无任何异常,考虑拔除引流管。术后恢复良好者拔管时间通常为术后 5~7 d。

1.3 资料收集 从医院病历信息系统收集患者的临床资料,包括年龄、性别、身体质量指数(body mass index, BMI)、既往史(如吸烟史、腹部手术史、糖尿病、高血压等)、术前 ASA 分级、新辅助化疗情况、术前贫血和低蛋白血症情况、肿瘤病理学肿瘤-淋巴结-转移(tumor node metastasis, TNM)分期、手术方式、切除范围、淋巴结清扫范围、消化道吻合方式、是否联合脏器切除、手术时间、术中估计失血量等。

1.4 相关定义 器官/腔隙 SSI 参照美国疾病控制与预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)及其医院感染监测网(National Nosocomial Infection Surveillance, NNIS)的诊断标准定义器官/腔隙 SSI^[8],即感染涉及手术切口以外的任何器官或腔隙,术后 30 d 内(本研究纳入的患者手术部位均无植入物)至少出现以下任何情况之一:

①腹腔引流管见脓性液体引出;②从器官/腔隙中收集的液体培养物中分离获得病原菌;③经影像学检查,介入穿刺或再次手术证实涉及腹、盆腔器官/腔隙的脓肿、脓性液体聚集或其他感染证据。贫血根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)的标准定义,即男性血红蛋白值(hemoglobin, Hb) < 13 g/dL, 女性 < 12 g/dL。低蛋白血症是指术前血清清蛋白 < 35.0 g/L。TNM 分期根据美国癌症联合会(American Joint Committee on Cancer, AJCC)第 8 版胃癌、结直肠癌分期系统记录。

1.5 统计学方法 应用 R 软件(4.2.1 版)进行数据统计。符合正态分布的连续变量以均数 ± 标准差表示,否则以中位数和四分位数间距(interquartile range, IQR)描述,基于数据分布采用独立样本 *t* 检验或 *Mann-Whitney U* 检验。采用二元 logistic 回归模型筛选胃肠癌术后器官/腔隙 SSI 的风险因素,根据中位数或已知的共识标准将连续变量转换为二分类变量,单因素分析中有统计学意义($P < 0.05$)的变量进一步纳入多因素分析,采用向后逐步选择法确定器官/腔隙 SSI 的独立预测因素,结果以优势比(Odds ratio, OR)和 95% 置信区间(confidence interval, CI)表示。基于筛选的独立风险因素分别构建胃癌、结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的列线图模型,Bootstrap 内部验证计算一致性指数(concordance index, C-index),评估模型的预测能力。绘制校准曲线评价列线图预测概率与实际风险的一致性,决策曲线评估预测模型的临床实用性。双侧检验 $P \leq 0.05$ 认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般特征 共纳入 356 例胃癌和 305 例结直肠癌患者。356 例胃癌患者,平均年龄(65.8 ± 12.5)岁,中位手术时间 208.0(IQR: 155.0~298.0)min,中位住院日数 13.0(IQR: 9.0~15.0)d,30 例患者发生器官/腔隙 SSI,发生率为 8.4%。305 例结直肠癌患者,平均年龄(61.6 ± 11.3)岁,中位手术时间 190.0(IQR: 165.0~226.0)min,中位住院日数 11.0(IQR: 8.0~14.0)d,29 例患者术后发生器官/腔隙 SSI,发

生率为 9.5%。器官/腔隙 SSI 患者住院时间长于非器官/腔隙 SSI 患者,差异有统计学意义[胃癌:12.0(IQR: 9.0~14.0)d VS 25.0(IQR: 20.0~31.0)d, $Z = 10.559, P < 0.001$; 结直肠癌:10.0(IQR: 8.0~14.0)d VS 21.0(IQR: 16.0~25.0)d, $Z = 7.390, P < 0.001$]。59 例器官/腔隙 SSI 患者共检出 74 株病原菌,其中 44 例为单一菌感染,15 例为混合感染(2 种及以上病原菌)。74 株病原菌中革兰阴性菌 54 株,革兰阳性菌 17 株,真菌 3 株,见表 1。

表 1 胃肠癌术后器官/腔隙 SSI 的病原菌分布

Table 1 Distribution of pathogens in organ/space surgical site infection after gastric and colorectal cancer surgery

病原菌	株数	构成比(%)
革兰阴性菌	54	73.0
大肠埃希菌	26	35.1
铜绿假单胞菌	17	23.0
肺炎克雷伯菌	6	8.1
其他	5	6.8
革兰阳性菌	17	23.0
金黄色葡萄球菌	9	12.2
肺炎链球菌	5	6.8
表皮葡萄球菌	3	4.0
真菌	3	4.0
白念珠菌	3	4.0
合计	74	100

2.2 术后器官/腔隙 SSI 的风险因素分析

2.2.1 胃癌 单变量分析结果显示,性别、BMI、ASA 分级、联合脏器切除和术中失血量与胃癌术后器官/腔隙 SSI 相关(均 $P < 0.05$),见表 2。多变量 logistic 分析结果显示,男性($OR = 5.203, 95\% CI: 1.167 \sim 23.193, P = 0.031$)、术前 ASA III 级($OR = 5.078, 95\% CI: 2.047 \sim 12.598, P < 0.001$)、联合脏器切除($OR = 3.479, 95\% CI: 1.261 \sim 9.546, P = 0.016$)及术中失血量 ≥ 100 mL($OR = 3.629, 95\% CI: 1.577 \sim 8.350, P = 0.002$)为胃癌术后器官/腔隙 SSI 的独立风险因素,见表 3。

表 2 胃癌患者器官/腔隙 SSI 单因素分析结果[例(%)]

Table 2 Univariate analysis results of organ/space surgical site infection in gastric cancer patients (No. of cases [%])

因素	全部 (n = 356)	器官/腔隙 SSI 组 (n = 30)	非器官/腔隙 SSI 组 (n = 326)	χ^2	P	OR	95%CI
年龄(岁)				0.485	0.486	1.310	0.611~2.808
≤65	164(46.1)	12(40.0)	152(46.6)				
>65	192(53.9)	18(60.0)	174(53.4)				
性别				10.542	0.001	7.837	1.834~33.488
男	237(66.6)	28(93.3)	209(64.1)				
女	119(33.4)	2(6.7)	117(35.9)				
BMI(kg/m ²)				5.539	0.019	2.475	1.141~5.370
≤23	203(57.0)	11(36.7)	192(58.9)				
>23	153(43.0)	19(63.3)	134(41.1)				
吸烟史				3.738	0.053	2.424	0.964~6.095
有	129(36.2)	6(20.0)	123(37.7)				
无	227(63.8)	24(80.0)	203(62.3)				
腹部手术史	33(9.3)	3(10.0)	30(9.2)	0.021	0.885	1.096	0.314~3.828
糖尿病	51(14.3)	4(13.3)	47(14.4)	0.026	0.871	0.913	0.305~2.736
高血压	107(30.1)	11(36.7)	96(29.4)	0.681	0.409	1.387	0.636~3.025
ASA 分级				13.322	<0.001	4.139	1.836~9.333
I~II	305(85.7)	19(63.3)	286(87.7)				
III	51(14.3)	11(36.7)	40(12.3)				
贫血				3.679	0.055	2.172	0.968~4.875
是	71(19.9)	10(33.3)	61(18.7)				
否	285(80.1)	20(66.7)	265(81.3)				
低蛋白血症				0.001	0.986	0.987	0.221~4.416
是	24(6.7)	2(6.7)	22(6.7)				
否	332(93.3)	28(93.3)	304(93.3)				
新辅助化学治疗				0.243	0.622	1.524	0.347~6.694
是	42(11.8)	8(26.7)	34(10.4)				
否	314(88.2)	22(73.3)	292(89.6)				
TNM 分期				5.869	0.053		
I	60(16.9)	6(20.0)	54(16.6)				
II	128(35.9)	16(53.3)	112(34.3)			0.778	0.288~2.099
III	168(47.2)	8(26.7)	160(49.1)			1.350	0.645~2.846
手术方式				0.207	0.649	0.751	0.218~2.586
开腹	211(59.3)	17(56.7)	194(59.5)				
腹腔镜	145(40.7)	13(43.3)	132(40.5)				
切除范围				0.143	0.705	0.858	0.389~1.895
胃大部	226(63.5)	20(66.7)	206(63.2)				
全胃	130(36.5)	10(33.3)	120(36.8)				

续表 2 (Table 2, Continued)

因素	全部 (n = 356)	器官/腔隙 SSI 组 (n = 30)	非器官/腔隙 SSI 组 (n = 326)	χ^2	P	OR	95%CI
淋巴结清扫				0.005	0.942	1.033	0.427~2.500
D1+	85(23.9)	7(23.3)	78(23.9)				
D2	271(76.1)	23(76.7)	248(76.1)				
吻合方式				0.007	0.996		
Roux-en-Y	144(40.4)	12(40.0)	132(40.5)				
Billroth I	128(36.0)	11(36.7)	117(35.9)			1.034	0.440~2.432
Billroth II	84(23.6)	7(23.3)	77(23.6)			1.000	0.378-2.647
联合脏器切除				11.110	0.001	3.588	1.470~8.755
是	34(9.6)	8(26.7)	26(8.0)				
否	322(90.4)	22(73.3)	300(92.0)				
手术时间(h)				2.443	0.118	1.893	0.841~4.258
≤3	155(43.5)	9(30.0)	146(44.8)				
>3	201(56.5)	21(70.0)	180(55.2)				
术中失血量(mL)				17.521	<0.001	4.613	2.140~9.944
<100	267(75.0)	13(43.3)	254(77.9)				
≥100	89(25.0)	17(56.7)	72(22.1)				

表 3 胃癌术后器官/腔隙 SSI 风险因素的多变量 logistic 回归分析

Table 3 Multivariate logistic regression analysis on risk factors for organ/space surgical site infection after gastric cancer surgery

变量	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
性别	1.732	0.760	5.196	5.203	1.167~23.193	0.031
BMI	0.509	0.422	1.453	1.868	0.795~4.387	0.152
ASA 分级	1.571	0.499	12.251	5.078	2.047~12.598	<0.001
联合脏器切除	1.244	0.516	5.805	3.479	1.261~9.546	0.016
术中失血量	1.354	0.418	10.509	3.629	1.577~8.350	0.002

2.2.2 结直肠癌 单变量分析结果显示,ASA 分级、低蛋白血症、联合脏器切除及手术时间是结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的潜在风险因素(均 $P < 0.05$),见表 4。多变量 logistic 分析结果显示,ASA 分级($OR = 3.128, 95\%CI: 1.334 \sim 7.337, P = 0.007$)、联合脏器切除($OR = 3.442, 95\%CI: 1.292 \sim 9.168, P = 0.013$)及手术时间($OR = 3.091, 95\%CI: 1.367 \sim 6.991, P = 0.007$)是结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的独立风险因素,见表 5。

2.3 列线图模型的构建与评价 根据多变量分析筛选出的独立风险因素分别构建预测胃癌、结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的列线图模型,C-index 分别为 0.808(95%CI: 0.722~0.894)、0.763(95%CI: 0.674~0.852),见图 1。校准曲线表明模型预测曲线与理想参考线具有良好一致性,可用于胃肠癌术后器官/腔隙 SSI 的风险预测与分层,见图 2。决策曲线分析显示,使用该预测模型能够获得较多的净收益,表明构建的列线图可以用来作出临床决策,见图 3。

表 4 结直肠癌患者器官/腔隙 SSI 单因素分析结果[例(%)]

Table 4 Univariate analysis results of organ/space surgical site infection in colorectal cancer patients (No. of cases [%])

因素	全部 (n = 305)	器官/腔隙 SSI 组 (n = 29)	非器官/腔隙 SSI 组 (n = 276)	χ^2	P	OR	95%CI
年龄(岁)				0.716	0.397	0.716	0.330~1.556
≤65	156(51.1)	17(58.6)	139(50.4)				
>65	149(48.9)	12(41.4)	137(49.6)				
性别				0.231	0.631	2.313	0.956~5.595
男	181(59.3)	16(55.2)	165(59.8)				
女	124(40.7)	13(44.8)	111(40.2)				
BMI(kg/m ²)				2.59	0.108	1.614	0.743~3.507
≤23	159(52.1)	11(37.9)	148(53.6)				
>23	146(47.9)	18(62.1)	128(46.4)				
吸烟史				1.691	0.193	1.687	0.722~3.946
有	75(24.6)	10(34.5)	65(23.6)				
无	230(75.4)	19(65.5)	211(76.4)				
腹部手术史	30(9.8)	4(13.8)	26(9.4)	0.566	0.452	1.538	0.497~4.763
糖尿病	42(13.8)	4(13.8)	38(13.8)	0.001	0.997	1.002	0.330~3.040
高血压	88(28.9)	7(24.1)	81(29.3)	0.347	0.556	0.766	0.315~1.864
ASA 分级				18.265	<0.001	3.732	1.638~8.506
I~II	241(79.0)	14(48.3)	227(82.2)				
III	64(21.0)	15(51.7)	49(17.8)				
贫血				0.025	0.873	0.913	0.425~1.964
是	122(40.0)	12(41.4)	110(39.9)				
否	183(60.0)	17(58.6)	166(60.1)				
低蛋白血症				5.655	0.017	2.735	1.161~6.440
是	48(15.7)	9(31.0)	39(14.1)				
否	257(84.3)	20(69.0)	237(85.9)				
新辅助化学治疗				0.566	0.452	1.847	0.590~5.787
是	30(9.8)	4(13.8)	26(9.4)				
否	275(90.2)	25(86.2)	250(90.6)				
TNM 分期				1.214	0.545		
I	61(20.0)	7(24.1)	54(19.6)				
II	101(33.1)	7(24.1)	94(34.0)			1.000	0.334~2.992
III	143(46.9)	15(51.8)	128(46.4)			1.239	0.483~3.177
手术方式				1.485	0.223	0.529	0.241~1.161
开腹	146(47.9)	17(58.6)	129(46.7)				
腹腔镜	159(52.1)	12(41.4)	147(53.3)				
切除类型				3.897	0.142		
右半结肠切除	109(35.7)	6(20.7)	103(37.3)				
左半结肠/乙状结肠切除	79(25.9)	11(37.9)	68(24.6)			1.415	0.591~3.389
直肠切除	117(38.4)	12(41.4)	105(38.1)			0.510	0.184~1.409

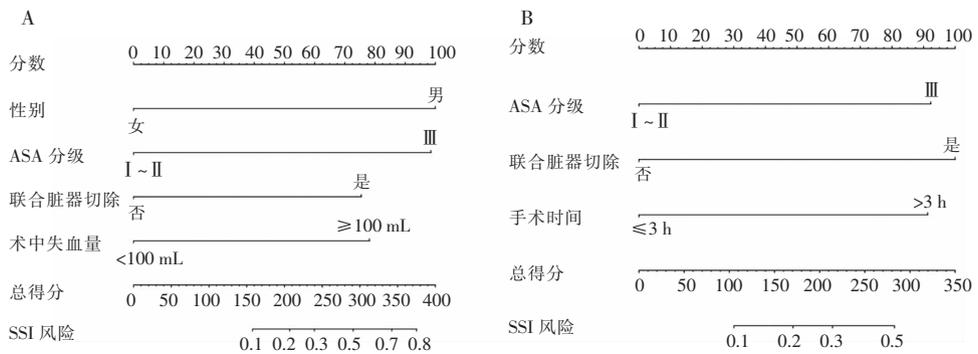
续表 4 (Table 4, Continued)

因素	全部 (n = 305)	器官/腔隙 SSI 组 (n = 29)	非器官/腔隙 SSI 组 (n = 276)	χ^2	P	OR	95%CI
联合脏器切除				10.018	0.002	4.190	1.671~10.509
是	26(8.5)	7(24.1)	19(6.9)				
否	279(91.5)	22(75.9)	257(93.1)				
手术时间(h)				10.922	0.001	3.995	1.826~8.741
≤3	182(59.7)	9(31.0)	173(62.7)				
>3	123(40.3)	20(69.0)	103(37.3)				
术中失血量(mL)				0.666	0.414	1.382	0.641~2.983
<100	189(62.0)	20(69.0)	169(61.2)				
≥100	116(38.0)	9(31.0)	107(38.8)				

表 5 结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 风险因素的多变量 logistic 回归分析

Table 5 Multivariate logistic regression analysis on risk factors for organ/space surgical site infection after colorectal cancer surgery

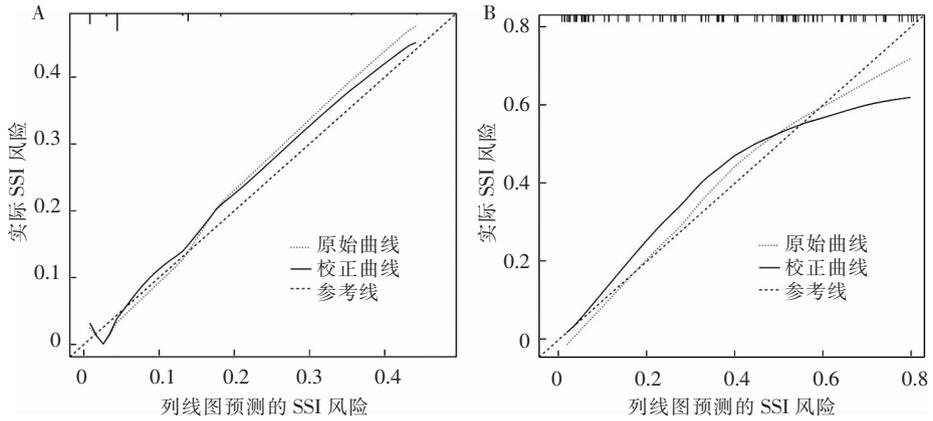
变量	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
ASA 分级	1.141	0.435	6.878	3.128	1.334~7.337	0.007
低蛋白血症	0.579	0.546	1.126	1.597	0.604~4.224	0.345
联合脏器切除	1.236	0.500	6.116	3.442	1.292~9.168	0.013
手术时间(h)	1.128	0.416	7.344	3.091	1.367~6.991	0.007



注:A 为胃癌;B 为结直肠癌。

图 1 预测器官/腔隙 SSI 风险的列线图模型

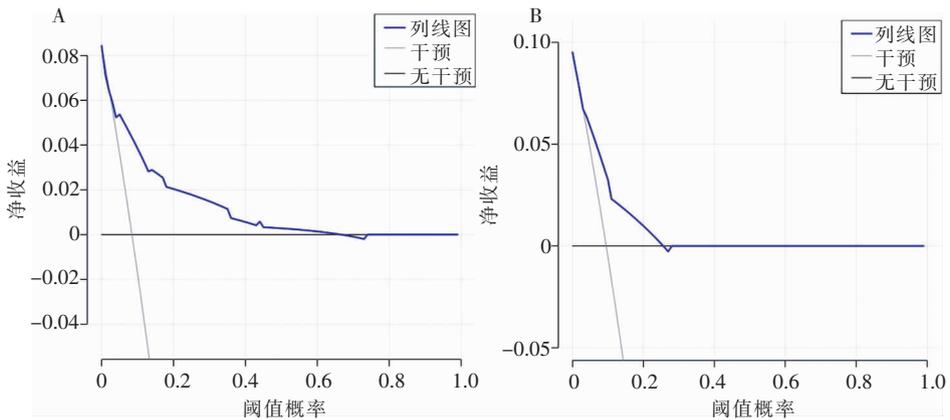
Figure 1 Nomogram models for predicting the risk of organ/space surgical site infection



注:A 为胃癌;B 为结直肠癌。

图 2 列线图模型的校准曲线图

Figure 2 Calibration curves of the nomogram models



注:A 为胃癌;B 为结直肠癌。

图 3 列线图模型的决策曲线评估结果

Figure 3 Decision curve evaluation of the nomogram models

3 讨论

器官/腔隙 SSI 的预防是胃癌、结直肠癌患者围手术期管理的关键问题。既往研究^[9-14]结果表明,胃癌、结直肠癌手术后器官/腔隙 SSI 的发生率分别为 4.1%~8.6%、5.6%~19.9%。本研究中,胃癌和结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的发生率分别为 8.4%、9.5%,表明其仍然是术后值得关注的常见并发症。

通过多变量 logistic 回归分析发现,胃癌术后器官/腔隙 SSI 的独立风险因素是男性、术前 ASA 分级 III、联合脏器切除及术中失血量 ≥ 100 mL,而 ASA III 级、联合脏器切除及手术时间则与结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 风险有关。性别是术后 SSI 的独立风险因素^[10],可能与男性内脏脂肪面积和性激素对免疫系统的影响有关,这些因素增加了感染风险^[15]。手

术时间延长和术中失血量增加是腹部手术后器官/腔隙 SSI 的危险因素^[9,11,16]。术中失血量和手术时间是唯一可能通过外科医生控制,降低器官/腔隙 SSI 风险的因素。提示术中应注意谨慎操作,减少术中出血量,在尽可能保证手术安全的前提下,缩短手术时间,以降低术后器官/腔隙 SSI 的发生率。

本研究结果显示,联合脏器切除分别使胃癌、结直肠癌患者术后器官/腔隙 SSI 风险增加 2.479 倍和 2.442 倍。对于胃癌手术,联合脏器切除,特别是预防性脾切除术一直存在一些争议。然而,由于术后高并发症率和低生存收益,很多外科医生对预防性脾切除术在胃癌中的作用持保留意见^[17-18]。一项多中心临床队列研究^[19]结果表明,对于侵犯脾门区的大弯侧近端胃癌,保留脾脏者的总体预后并不劣于接受脾切除者。Kinoshita 等^[20]研究表明,保留脾脏的脾门淋巴结清扫在进展期近端胃癌手术治疗

中是安全可行的,与患者更好的生存质量相关。因此,对于胃癌患者,外科医生应该严格把握联合脏器切除的适应证,避免盲目扩大手术范围。

除了手术技术外,外科医生也需要认识到患者自身相关因素对术后器官/腔隙 SSI 的影响。本研究中,术前 ASA 评分与胃癌、结直肠癌患者术后器官/腔隙 SSI 均明显相关。ASA 分类是术前评估患者基本健康状况的重要工具,尽管存在一定主观性,但已有研究^[21-22]证实,ASA 评分越高,患者术后 SSI 风险性越高。针对此项不易在短期内改变的因素,及早给予术前干预改善患者一般状况,是降低术后 SSI 的有效措施之一。

列线图可以直观地显示每个风险因素对术后器官/腔隙 SSI 发生的影响程度,实现对患者的个体化预测^[23-24]。本研究基于以上讨论的风险因素,分别构建预测胃癌与结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的列线图模型。结果显示,两种模型对胃癌、结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 均具有较好的预测效能,可为临床医生识别高风险个体提供一种简单、有效的工具。

本研究也存在一定局限性。首先,单中心、回顾性设计一定程度上限制了基线变量的选择,无法忽视其他未知因素对术后器官/腔隙 SSI 的潜在影响。其次,尽管对胃肠癌患者术后器官/腔隙 SSI 的风险因素与预测模型进行了初步探索,但尚未在更广泛的人群中得到验证。因此,未来仍需要通过大规模、多中心、前瞻性队列研究进一步提高预测模型的准确性与可信度。

综上所述,本研究的结果表明,性别、ASA 分级、联合脏器切除与术中失血量是胃癌术后器官/腔隙 SSI 的独立风险因素,而 ASA 分级、联合脏器切除和手术时间则与结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 风险相关。基于以上风险因素,成功建立了胃癌、结直肠癌术后器官/腔隙 SSI 的预测模型,将有助于临床医生准确识别高风险个体,并针对性地进行干预。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

[1] Ban KA, Minei JP, Laronga C, et al. American college of surgeons and surgical infection society: surgical site infection guidelines, 2016 update[J]. *J Am Coll Surg*, 2017, 224(1): 59-74.

[2] Dégbey C, Kpotehouen A, Coulibaly D, et al. Prevalence and factors associated with surgical site infections in the university

clinics of traumatology and urology of the National University Hospital Centre Hubert Koutoukou Maga in Cotonou[J]. *Front Public Health*, 2021, 9: 629351.

[3] Kamboj M, Childers T, Sugalski J, et al. Risk of surgical site infection (SSI) following colorectal resection is higher in patients with disseminated cancer: an NCCN member cohort study[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2018, 39(5): 555-562.

[4] 姚雪, 卢冉冉, 刘雪燕, 等. 中老年胃癌手术器官/腔隙感染危险因素及直接经济负担[J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31(18): 2855-2859.

Yao X, Lu RR, Liu XY, et al. Risk factors for organ/space infection in middle-age and elderly patients undergoing gastric cancer surgery and direct economic burden[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2021, 31(18): 2855-2859.

[5] Seidelman JL, Mantyh CR, Anderson DJ. Surgical site infection prevention: a review[J]. *JAMA*, 2023, 329(3): 244-252.

[6] Liu ZM, Dumville JC, Norman G, et al. Intraoperative interventions for preventing surgical site infection: an overview of Cochrane reviews[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 2(2): CD012653.

[7] 陶一明, 王志明. 《外科手术部位感染的预防指南(2017)》更新解读[J]. *中国普通外科杂志*, 2017, 26(7): 821-824.

Tao YM, Wang ZM. Interpretation of update in guideline for the prevention of surgical site infection, 2017[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2017, 26(7): 821-824.

[8] Berrios-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, et al. Centers for disease control and prevention guideline for the prevention of surgical site infection, 2017[J]. *JAMA Surg*, 2017, 152(8): 784-791.

[9] Tu RH, Huang CM, Lin JX, et al. A scoring system to predict the risk of organ/space surgical site infections after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer based on a large-scale retrospective study[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(7): 3026-3034.

[10] Kosuga T, Ichikawa D, Komatsu S, et al. Clinical and surgical factors associated with organ/space surgical site infection after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(4): 1667-1674.

[11] Ushiku H, Hosoda K, Yamashita K, et al. A risk model for surgical site infection in the gastric cancer surgery using data of 790 patients[J]. *Dig Surg*, 2015, 32(6): 472-479.

[12] Chen KA, Joisa CU, Stem JM, et al. Improved prediction of surgical-site infection after colorectal surgery using machine learning[J]. *Dis Colon Rectum*, 2023, 66(3): 458-466.

[13] 吴秀文, 张旭飞, 阳怡羽, 等. 2018—2020 年中国结直肠术后手术部位感染现状研究[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2022, 25(9): 804-811.

Wu XW, Zhang XF, Yang YY, et al. Surgical site infection after colorectal surgery in China from 2018 to 2020[J]. *Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2022, 25(9): 804-

811.

- [14] Leaper DJ, Holy CE, Spencer M, et al. Assessment of the risk and economic burden of surgical site infection following colorectal surgery using a US longitudinal database: is there a role for innovative antimicrobial wound closure technology to reduce the risk of infection?[J]. *Dis Colon Rectum*, 2020, 63(12): 1628 - 1638.
- [15] Beery TA. Sex differences in infection and sepsis[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2003, 15(1): 55 - 62.
- [16] Xu ZH, Qu H, Kanani G, et al. Update on risk factors of surgical site infection in colorectal cancer: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2020, 35(12): 2147 - 2156.
- [17] Sano T, Sasako M, Mizusawa J, et al. Randomized controlled trial to evaluate splenectomy in total gastrectomy for proximal gastric carcinoma[J]. *Ann Surg*, 2017, 265(2): 277 - 283.
- [18] Li ZY, Lian B, Chen J, et al. Systematic review and Meta-analysis of splenectomy in gastrectomy for gastric carcinoma [J]. *Int J Surg*, 2019, 68: 104 - 113.
- [19] Sato S, Kunisaki C, Kondo H, et al. Is prophylactic splenectomy necessary for proximal advanced gastric cancer invading the greater curvature with clinically negative splenic hilar lymph node metastasis? A multi-institutional cohort study (YCOG2003)[J]. *Ann Surg Oncol*, 2022, 29(9): 5885 - 5891.
- [20] Kinoshita T, Sato R, Akimoto E, et al. Can laparoscopic spleen-preserving splenic hilar lymph node dissection replace prophylactic splenectomy for proximal advanced gastric cancers that invade the greater curvature?[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2021, 47(6): 1466 - 1472.
- [21] Tresson P, Quiquandon S, Rivoire E, et al. American Society of Anesthesiologists-physical status classification as an independent risk factor of surgical site infection after infra-inguinal arterial bypass[J]. *Ann Surg*, 2023, 277(5): e1157 - e1163.
- [22] Xu ZH, Qu H, Gong ZZ, et al. Risk factors for surgical site infection in patients undergoing colorectal surgery: a Meta-analysis of observational studies [J]. *PLoS One*, 2021, 16(10): e0259107.
- [23] de Campos-Lobato LF, Wells B, Wick E, et al. Predicting organ space surgical site infection with a nomogram[J]. *J Gastrointest Surg*, 2009, 13(11): 1986 - 1992.
- [24] Chen ZH, Zhong MC, Xu ZQ, et al. Development and validation of a nomogram based on geriatric nutritional risk index to predict surgical site infection among gynecologic oncology patients[J]. *Front Nutr*, 2022, 9: 864761.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:徐雅灵,费卫珠,高丽英,等.胃癌和结直肠癌术后器官/腔隙感染的风险因素分析与预测模型的建立[J].中国感染控制杂志,2023,22(9):1003-1012. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20234162.

Cite this article as: XU Ya-ling, FEI Wei-zhu, GAO Li-ying, et al. Analysis of risk factors and construction of prediction models for organ/space surgical site infection in gastric and colorectal cancer [J]. *Chin J Infect Control*, 2023, 22(9): 1003 - 1012. DOI: 10.12138/j.issn.1671 - 9638.20234162.