

## • 诊治分析 •

# 胃肠道肿瘤术后手术部位感染危险因素分析及预测模型建立

顾驰江, 段文彪, 孙伟亮, 杨明金

【关键词】 胃肠肿瘤; 外科治疗; 感染; 危险因素; 预测模型

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.09.022

【中图分类号】 R656 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2024)09-1194-04

手术部位感染(surgical site infection, SSI)是术后常见并发症之一,特别是在胃肠道手术,SSI发生率高达12%~30%<sup>[1-2]</sup>。美国国家医院感染监测系统(national nosocomial infections surveillance, NNIS)研究表明,伤口等级、美国麻醉师协会(American society of anesthesiologists, ASA)分级及手术时间等因素与SSI风险密切相关<sup>[3-5]</sup>。本研究拟分析胃肠道肿瘤术后SSI危险因素并建立预测模型,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2018年1月至2023年1月宁波大学附属人民医院收治的行胃肠道肿瘤切除手术患者1387例,纳入标准:(1)基于临床表现、实验室检测及影像学检查确诊的胃肠道肿瘤;(2)行外科治疗;(3)年龄≥18岁。排除标准:(1)术前已存在感染迹象者;(2)术后48h死亡者;(3)病历记录不完整者。本研究获得宁波大学附属人民医院医学伦理委员会审核批准,豁免/免除知情同意。

1.2 方法 通过电子病历系统筛选出术后48h至30d内发生SSI患者,设为SSI组,未发生SSI患者设为无SSI组。收集两组患者以下信息:性别、年龄、基础疾病(有或无)、术前低蛋白血症(有或无)、住院时间、手术方式(腹腔镜或传统开放切口)、手术性质(急诊或择期)、术后使用抗生素种类(1种或2种以上)、围手术期使用激素(有或无)、术后腹腔化疗(有

或无)、围手术期使用鼻胃管(有或无)、既往ICU入住病史(有或无)、既往感染疾病史(有或无)和术后引流(有或无)。

SSI组均行分泌物培养确诊致病菌,包括多重耐药(MDR)和非耐药(non-MDR)菌。药物敏感性测试结果的解读遵循临床和实验室标准化研究所(CLSI)发布标准<sup>[6]</sup>。此外,SSI根据感染的深度和范围进一步细分为浅表感染、深部感染及器官间隙感染<sup>[7]</sup>。伤口污染程度按照标准化分类被划分为清洁伤口、清洁-潜在污染伤口、污染伤口以及污秽-感染伤口。低蛋白血症定义为血清蛋白浓度<3.5g/dl。

1.3 统计方法 数据采用R软件(版本3.6.1)分析,符合正态分布计量资料以均数±标准差表示,采用 $t$ 检验;非正态分布计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料采用 $\chi^2$  检验。采用Logistic回归分析确定SSI独立危险因素。使用R软件的rms包构建列线图预测模型,并计算模型的C-index以评估其区分度。通过bootstrap重采样对模型进行内部验证,并利用ROCR包生成校准曲线图以评价模型的一致性。采用决策曲线分析(DCA)用于评估模型的临床应用价值。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 感染情况及病原体分布 1387例发生SSI 96例(SSI组),其中MDR为17例。96例SSI患者浅表感染66例,深部感染19例,器官间隙感染11例。17例MDR患者中革兰阴性菌9例,分别为大肠埃希菌6例,肺炎克雷伯菌2例,铜绿假单胞菌1例;

基金项目: 宁波市科技计划项目(2023J171);宁波市鄞州区医学重点学科(胃肠外科)

作者单位: 315040 宁波,宁波大学附属人民医院

通信作者: 顾驰江, Email: nbgcjiang@126.com

革兰阳性菌 6 例,分别为粪肠球菌 3 例,屎肠球菌 2 例,金黄色葡萄球菌 1 例;真菌 2 例,分别为白假丝酵母菌 1 例,热带假丝酵母菌 1 例。

2.2 单因素分析 结果显示,急诊手术、围手术期使用过激素和既往有感染疾病史是胃肠道肿瘤切除手术患者术后发生 SSI 的危险因素(均  $P < 0.05$ ),见表 1。

2.3 多因素分析结果 结果显示,急诊手术、围手术期使用过激素和既往有感染疾病史是胃肠道肿瘤切除手术患者术后发生 SSI 的独立危险因素(均  $P < 0.05$ ),见表 2。

2.4 预测模型的建立和验证 根据 SSI 危险因素构建列线图预测模型,见图 1。危险因素分析结果和预

测模型显示,术前清蛋白减少、急诊手术、术后抗生素超过 2 种以上、围手术期使用过激素、既往有感染疾病感染史和术后无引流,SSI 的风险会显著增加。

C-index 及 AUC 结果为 0.869 (95%CI: 0.833 ~ 0.904),见图 2。校准曲线显示预测模型的斜率接近 1,见图 3。DCA 曲线显示,患者根据模型进行风险评估可以获得满意的净收益,见图 4。

3 讨论

本研究 1 387 例胃肠道肿瘤切除手术的患者,SSI 发生率为 6.93%,与目前外科手术后 SSI 风险基本一致<sup>[1]</sup>,但低于文献 SSI 发生率<sup>[2]</sup>。研究显示,与择期手术相比,急诊手术后发生 SSI 的风险更高。这

| 表 1 胃肠道肿瘤切除手术患者术后发生 SSI 的单因素分析 |            |                       |                 |               | 例(%)     |
|--------------------------------|------------|-----------------------|-----------------|---------------|----------|
| 变量                             |            | 无 SSI 组( $n=1\ 291$ ) | SSI 组( $n=96$ ) | $\chi^2(Z)$ 值 | $P$ 值    |
| 性别                             | 男          | 640(49.6)             | 52(54.2)        | 0.98          | $> 0.05$ |
|                                | 女          | 651(50.4)             | 44(45.8)        |               |          |
| 年龄(岁)                          |            | 48.0(39.0,57.0)       | 48.5(38.7,58.0) | (0.44)        | $> 0.05$ |
| 基础疾病                           | 有          | 1 175(91.0)           | 87(90.6)        | 1.55          | $> 0.05$ |
|                                | 无          | 116( 9.0)             | 9(9.4)          |               |          |
| 术前低蛋白血症                        | 有          | 1 068(82.7)           | 70(72.9)        | 1.59          | $> 0.05$ |
|                                | 无          | 223(17.3)             | 26(27.1)        |               |          |
| 住院时间                           | $\geq 1$ 周 | 1 171(90.7)           | 87(90.6)        | 1.32          | $> 0.05$ |
|                                | $< 1$ 周    | 120(9.3)              | 9(9.4)          |               |          |
| 手术方式                           | 腹腔镜        | 882(68.3)             | 70(72.9)        | 1.38          | $> 0.05$ |
|                                | 传统开放切口     | 409(31.7)             | 26(27.1)        |               |          |
| 手术性质                           | 急诊         | 927(71.8)             | 31(32.3)        | 7.05          | $< 0.05$ |
|                                | 择期         | 364(28.2)             | 65(67.7)        |               |          |
| 术后使用抗生素种类                      | 1 种        | 905(70.1)             | 32(33.3)        | 0.42          | $> 0.05$ |
|                                | 2 种以上      | 386(29.9)             | 64(66.7)        |               |          |
| 围手术期使用激素                       | 有          | 905(70.1)             | 30(31.2)        | 7.48          | $< 0.05$ |
|                                | 无          | 386(29.9)             | 66(68.8)        |               |          |
| 术后腹腔化疗                         | 有          | 1 162(90.0)           | 86(89.6)        | 1.89          | $> 0.05$ |
|                                | 无          | 129(10.0)             | 10(10.4)        |               |          |
| 围手术期使用鼻胃管                      | 有          | 228(17.7)             | 22(22.9)        | 0.63          | $> 0.05$ |
|                                | 无          | 1 063(82.3)           | 74(77.1)        |               |          |
| 既往 ICU 入住病史                    | 有          | 1 059(82.0)           | 79(82.3)        | 0.38          | $> 0.05$ |
|                                | 无          | 232(18.0)             | 17(17.7)        |               |          |
| 既往有感染疾病史                       | 有          | 938(72.7)             | 29(30.2)        | 8.20          | $< 0.05$ |
|                                | 无          | 353(27.3)             | 67(69.8)        |               |          |
| 术后引流                           | 有          | 950(73.6)             | 38(39.6)        | 0.49          | $> 0.05$ |
|                                | 无          | 341(26.4)             | 58(60.4)        |               |          |

注:SSI 为手术部位感染

| 表 2 胃肠道肿瘤切除手术患者术后发生 SSI 的 Logistic 回归分析 |           |       |                 |          |                       |
|-----------------------------------------|-----------|-------|-----------------|----------|-----------------------|
| 变量                                      | $\beta$ 值 | SE 值  | Wald $\chi^2$ 值 | $P$ 值    | OR 值(95%CI)           |
| 急诊手术                                    | 1.797     | 0.266 | 6.74            | $< 0.05$ | 6.033(3.579 ~ 10.168) |
| 围手术期使用过激素                               | 1.633     | 0.267 | 6.11            | $< 0.05$ | 5.120(3.034 ~ 8.641)  |
| 既往有感染疾病感染史                              | 1.734     | 0.265 | 6.54            | $< 0.05$ | 5.663(3.369 ~ 9.519)  |

注:SSI 为手术部位感染

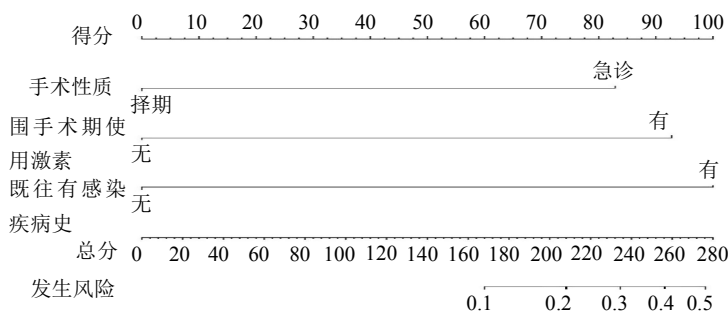


图1 预测胃肠道肿瘤术后发生SSI风险列线图模型

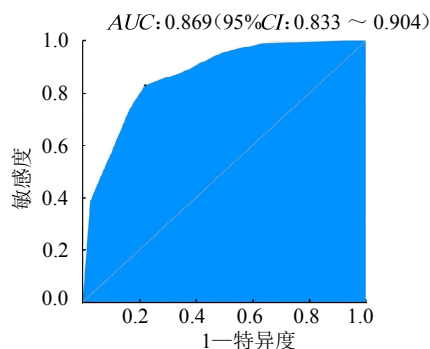


图2 预测模型的受试者工作特征曲线

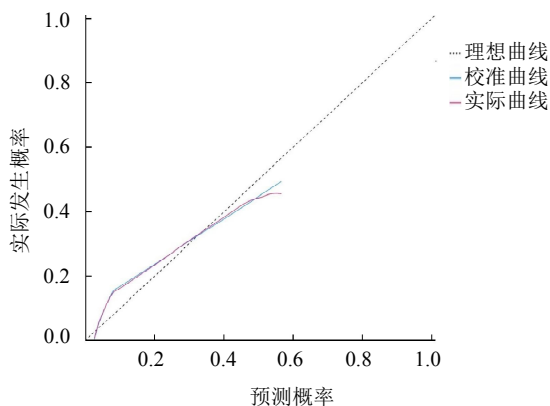


图3 预测模型 Calibration 曲线

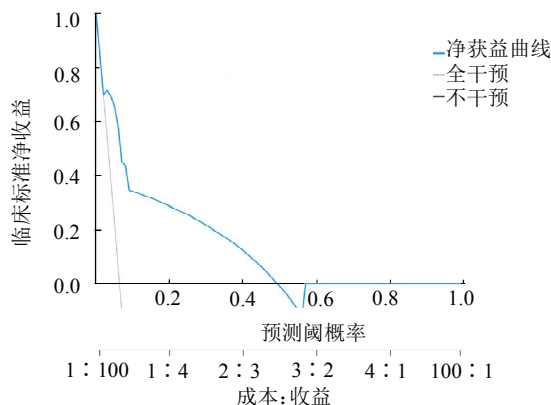


图4 DCA 曲线

可能与急诊手术较短的围手术期准备时间有关,导致无法全面评估患者的一般情况及疾病相关情况,尤其是对于全身状况较差的患者,其抵抗力更弱,术后发生 SSI 的风险更高。目前,仅有少数文献提及急诊手术增加胃肠手术后 SSI 风险,但尚未深入探讨其致病机制及预防措施<sup>[4]</sup>。因此建议对于急诊手术患者,尤其是全身状况较差的患者,应进行全面及时的评估,并给予适当的对症治疗,以降低 SSI 风险。此外,长期或大量使用激素的患者,由于内分泌系统紊乱,尤其是免疫系统功能障碍,也被识别为 SSI 的独立风险因素<sup>[8]</sup>。提示对于有激素使用史患者,术前应进行积极的评估,并在术中采取更为严谨的无菌操作,术后对手术创面进行更多的关注,可能会降低 SSI 风险。目前关于激素使用与 SSI 关系的研究尚不充分,需要进一步探讨。

本研究结果显示,感染疾病史的患者存在更高的 SSI 风险。尽管尚未看到与此相关的研究,认为既往需要住院治疗的感染可能与更严重的疾病、慢性疾病或免疫力低下有关。研究发现,术后使用多种抗生素并未降低 SSI 的风险,这与传统的外科预

防性用药观念不符。当前医学界普遍认为,非针对性的抗生素治疗,尤其是在没有明确感染指征的情况下预防性使用多种抗生素,可能促进微生物耐药性的增加,对患者健康造成长远影响。此外,过度使用抗生素还可能破坏消化道的正常菌群平衡,引发菌群失调,影响微量元素的吸收和肠道健康,从而可能增加 SSI 的风险。基于这些考虑,建议在没有明确指征的情况下,应避免常规使用多种抗生素进行预防性治疗,以减少耐药性的发展和 SSI 的风险。

术前清蛋白水平是评估患者营养状况的重要指标。本研究结果表明,术前低蛋白血症与术后 SSI 风险的显著增加有关。低蛋白血症通常由营养不良或慢性疾病引起,可导致切口愈合过程缓慢和抗感染能力下降,从而增加 SSI 风险。Kishawi 等<sup>[9]</sup>的研究也指出,关节置换术后清蛋白水平的降低与并发症风险增加相关。此外,本研究结果显示,术后引流管的留置时间与 SSI 的发生有关。尽管临床中存在一种假设,认为无引流可能导致切口淤血或液化脂肪积聚,从而增加 SSI 风险,但本研究数据并未支持这一假设。

本研究根据 SSI 危险因素构建列线图预测模型,能够对胃肠道肿瘤切除术后 SSI 风险进行个体化预测,通过模型评分,可以计算出 SSI 的风险概率,并筛选出术后 SSI 高风险患者,从而制定针对性措施以降低发生率。模型的 C-index 及 AUC 结果为 0.881,显著高于 0.5,表明模型的预测性能显著优于随机猜测,具有较高的准确性和临床应用价值。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] CULVER D H, HORAN T C, GAYNES R P, et al. Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. National nosocomial infections surveillance system[J]. Am J Med, 1991, 91(3B): 152S-157S.
- [2] AL-HAJRI A, GHABISHA S, AHMED F, et al. Identification of predictive factors for surgical site infections in gastrointestinal surgeries: A retrospective cross-sectional study in a resource-limited setting[J]. F1000Res, 2023, 12: 733.
- [3] HORAN T C, GAYNES R P, MARTONE W J, et al. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: A modification of CDC definitions of surgical wound infections[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 1992, 13(10): 606-608.
- [4] ZHANG X F, YANG Y Y, LIU P Z, et al. Identification of risk factors and phenotypes of surgical site infection in patients after abdominal surgery[J]. Ann Surg, 2023, 278(5): e988-e994.
- [5] UTSUMI M, YAMADA T, YAMABE K, et al. Differences in risk factors for surgical site infection between laparotomy and laparoscopy in gastrointestinal surgery[J]. PLoS One, 2022, 17(9): e0274887.
- [6] SCHISSLER J R, HILLIER A, DANIELS J B, et al. Evaluation of Clinical Laboratory Standards Institute interpretive criteria for methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from dogs[J]. J Vet Diagn Invest, 2009, 21(5): 684-688.
- [7] MANGRAM A J, HORAN T C, PEARSON M L, et al. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999[J]. Infection Control & Hospital Epidemiology, 1999, 20(4): 247-280.
- [8] PESSAUX P, PESSAUX P. Risk factors for postoperative infectious complications in noncolorectal abdominal surgery: a multivariate analysis based on a prospective multicenter study of 4718 patients[J]. Arch Surg, 2003, 138(3): 314-324.
- [9] KISHAWID, SCHWARZMAN G, MEJIA A, et al. Low preoperative albumin levels predict adverse outcomes after total joint arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(10): 889-895.

收稿日期:2024-05-14

(本文编辑:钟美春)