

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.05.010
文章编号: 1005-8982 (2024) 05-0065-07

临床研究·论著

胰十二指肠切除术术后出血列线图预测模型的建立和验证*

郑康鹏, 刘竞航, 唐鑫国, 徐琦, 樊钰亭, 徐良智,
刘天德, 梁博, 熊虎, 李文, 付晓伟, 方路
(南昌大学第二附属医院 肝胆外科, 江西 南昌 330006)

摘要: 目的 分析胰十二指肠切除术(PD)术后出血的危险因素, 构建预测PD术后出血的列线图模型。
方法 回顾性分析2017年1月—2023年1月494例在南昌大学第二附属医院行PD患者的临床资料。将2017年1月—2020年12月收集的376例患者作为训练集, 2021年1月—2023年1月118例患者作为验证集。通过单因素分析、Lasso回归分析和多因素一般Logistic回归分析筛选预测因素并构建列线图预测模型。通过受试者工作特征曲线下面积(AUC)、校正曲线和决策曲线分析(DCA)评估模型的鉴别能力、一致性和临床效果。**结果** 多因素一般Logistic回归分析结果显示, 血管重建、术后胰瘘、术后胆瘘、腹腔感染和白蛋白为PD术后出血的独立危险因素($P < 0.05$)。由上述因素构建列线图预测模型在训练集的AUC为0.870(95% CI: 0.820, 0.920), 验证集AUC为0.799(95% CI: 0.691, 0.907), 提示模型诊断效能较好, 在训练集和验证集中绘制出的校正曲线与标准曲线较为接近, 提示模型一致性较好。绘制的DCA曲线也表明了明显的正向净收益。**结论** 通过血管重建、术后胰瘘、术后胆瘘和腹腔感染和白蛋白构建的列线图预测模型能够很好识别出PD术后出血的高风险患者, 具有很好的临床应用价值。

关键词: 胰十二指肠切除术; 术后出血; 预测模型; 列线图

中图分类号: R576

文献标识码: A

Development and validation of a nomogram predictive model for post-pancreaticoduodenectomy bleeding*

Zheng Kang-peng, Liu Jing-hang, Tang Xin-guo, Xu Qi, Fan Yu-ting, Xu Liang-zhi,
Liu Tian-de, Liang Bo, Xiong Hu, Li Wen, Fu Xiao-wei, Fang Lu
(Department of Hepatobiliary Surgery, The Second Affiliated Hospital of Nanchang University,
Nanchang, Jiangxi 330006, China)

Abstract: Objective To analyze the risk factors for postoperative bleeding after pancreaticoduodenectomy (PD) and construct a nomogram predictive model for post-PD bleeding. **Methods** Clinical data of 494 patients who underwent PD at the Second Affiliated Hospital of Nanchang University from January 2017 to January 2023 were retrospectively analyzed. Among them, 376 patients collected from January 2017 to December 2020 were used as the training set, and 118 patients from January 2021 to January 2023 were used as the validation set. Predictive factors were selected through univariate and multivariate analyses, LASSO regression analysis, and logistic regression analysis, followed by the construction of a nomogram predictive model. The discriminative ability, consistency, and clinical utility of the model were evaluated using the area under the receiver operating characteristic (ROC) curve

收稿日期: 2023-07-25

* 基金项目: 国家自然科学基金(No: 82160578); 江西省卫生健康委科技计划(No: 202210033)

[通信作者] 方路, E-mail: fanglu@medmail.com.cn

(AUC), calibration curve, and decision curve analysis (DCA). **Results** Logistic regression analysis showed that vascular reconstruction, postoperative pancreatic fistula, postoperative bile fistula, intra-abdominal infection, and albumin were independent risk factors for post-PD bleeding ($P < 0.05$). The constructed nomogram predictive model based on these factors had an AUC of 0.870 (95% CI: 0.820, 0.920) in the training set and an AUC of 0.799 (95% CI: 0.691, 0.907) in the validation set, indicating good diagnostic efficacy. The calibration curves in both the training and validation sets closely approximated the standard curve, indicating good consistency of the model. The DCA curves showed a clear positive net benefit. **Conclusion** The nomogram predictive model constructed based on vascular reconstruction, postoperative pancreatic fistula, postoperative bile fistula, intra-abdominal infection, and albumin can effectively identify high-risk patients for post-PD bleeding and has good clinical application value.

Keywords: pancreaticoduodenectomy; postoperative hemorrhage; prediction model; nomogram

胰十二指肠切除术 (Pancreaticoduodenectomy, PD) 是普外科最复杂、最具挑战性的手术之一, 常用于腹部肿瘤性疾病治疗, 包括胰头、十二指肠及壶腹周围的良恶性肿瘤^[1-2]。尽管 PD 手术的安全性已经大大提高, 但是由于 PD 手术难度较大, 涉及器官多, 术后极易出现各种并发症^[3-4]。PD 术后出血虽然不是术后最常见的并发症, 但却是 PD 术后最重要的致死原因^[5]。因此及时准确地识别 PD 术后出血的高危人群可以使外科医生进行早期干预措施, 最大程度降低患者的病死率。本研究旨在确定 PD 术后出血的危险因素, 同时建立预测术后出血的列线图预测模型。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2017 年 1 月—2023 年 1 月 494 例在南昌大学第二附属医院行 PD 患者的临床资料。将 2017 年 1 月—2020 年 12 月收集的 376 例患者作为训练集, 2021 年 1 月—2023 年 1 月收集的 118 例患者作为验证集。收集患者术前资料, 包括性别、年龄、腹部手术史、高血压、糖尿病、血红蛋白、白蛋白、天门冬氨酸氨基转移酶 (aspartate transaminase, AST)、丙氨酸氨基转移酶 (alanine transaminase, ALT)、胆红素; 术中资料, 包括手术方式、术中出血量、手术时间、术中输血量、血管重建; 术后资料, 包括病理性质、术后胰瘘、术后胆漏、术后胃瘫、腹腔感染。纳入标准为行 PD 的患者, 且临床资料完整。本研究经医院医学伦理委员会批准, 由于是回顾性研究, 所有患者均免除知情同意要求。

1.2 术后出血的判定

2007 年国际胰腺病研究组 (International Study Group on Pancreatic Surgery, ISGPF) 将胰腺手术后出血的严重程度分为轻度和重度^[6]。轻度出血: 引流管、鼻胃管或超声检查观察到少量或中等量的失血, 血红蛋白水平下降 < 3 g/dL, 输血少于 3 个单位红细胞。重度出血: 血红蛋白水平下降 > 3 g/dL, 临床上有低血容量休克症状, 如心动过速、低血压、少尿等, 输血超过 3 个单位红细胞。

1.3 统计学方法

数据分析采用 R 4.2.3 和 SPSS 25.0 统计软件。根据相关文献^[7-8], 将所有计量资料转换为分类变量; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验; 对单因素分析有统计学意义的因素进行 Lasso 回归 (最小绝对收缩率和选择运算符) 筛选可能影响 PD 术后出血的因素; 影响因素的分析采用多因素一般 Logistic 回归模型; 利用列线图直观显示 PD 术后出血的概率; 绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线, 观察结果和实际结果之间的一致性, 以校准曲线表示; 内部验证用 Bootstrap 法; 决策曲线评估列线图的实际效用。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 训练集和验证集患者 PD 术后出血情况

训练集的 376 例患者有 46 例患者出现 PD 术后出血, 其中, 消化道出血 10 例, 腹腔出血 36 例。10 例消化道出血中, 胰肠吻合口出血 4 例, 胆肠吻合口出血 2 例, 胃肠吻合口出血 3 例, 吻合口溃疡 1 例。36 例腹腔出血中, 胃十二指肠动脉出血 16 例,

胃左动脉出血3例,胃右动脉出血6例,肠系膜上动脉分支出血7例,肝右动脉分支出血2例,静脉出血2例。验证集的118例患者有21例患者出现PD术后出血,其中,消化道出血3例,腹腔出血18例。消化道出血包括2例胰肠吻合口出血,1例胃肠吻合口出血。腹腔出血18例中,胃十二指肠动脉出血9例,胃左动脉出血2例,胃右动脉出血

3例,肠系膜上动脉分支出血4例。

2.2 预测因素的筛选

训练集376例患者,根据PD术后是否出血分为未出血组330例和出血组46例。两组患者的高血压、血红蛋白>120 g/L、白蛋白>38 g/L、AST、血管重建、术后胰瘘、术后胆瘘、腹腔感染比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表1 未出血组与出血组临床资料的比较

| 组别 | n | 性别 例(%) | | 病理性质 例(%) | | 手术方式 例(%) | | 年龄>65岁 例(%) | 腹部手术史 例(%) |
|------------|-----|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| | | 男 | 女 | 良性 | 恶性 | 开腹 | 腹腔镜 | | |
| 未出血组 | 330 | 183(55.45) | 147(44.54) | 58(17.58) | 272(82.42) | 205(62.12) | 125(37.88) | 95(28.79) | 96(29.09) |
| 出血组 | 46 | 31(67.39) | 15(32.61) | 10(21.74) | 36(78.26) | 23(50.00) | 23(50.00) | 13(28.26) | 14(30.44) |
| χ^2 值 | | 2.346 | | 0.472 | | 2.485 | | 0.005 | 0.035 |
| P值 | | 0.126 | | 0.492 | | 0.115 | | 0.941 | 0.851 |

| 组别 | 高血压 例(%) | 糖尿病 例(%) | 血红蛋白>120 g/L 例(%) | 白蛋白>38 g/L 例(%) | AST>40 u/L 例(%) | ALT>50 u/L 例(%) | 胆红素>171 μ mol/L 例(%) |
|------------|-----------|----------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 未出血组 | 56(16.97) | 23(6.97) | 154(46.67) | 161(48.79) | 192(58.18) | 191(57.88) | 48(14.55) |
| 出血组 | 15(32.61) | 4(8.70) | 14(30.43) | 7(15.22) | 34(73.91) | 27(58.70) | 5(10.87) |
| χ^2 值 | 6.446 | 0.014 | 4.304 | 18.408 | 4.167 | 0.011 | 0.451 |
| P值 | 0.011 | 0.905 | 0.038 | 0.000 | 0.041 | 0.916 | 0.502 |

| 组别 | 血管重建 例(%) | 术后胰瘘 例(%) | 术后胆瘘 例(%) | 术后胃瘫 例(%) | 腹腔感染 例(%) | 术中出血>400 mL 例(%) | 手术时间>6 h 例(%) | 术中输血 例(%) |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|---------------|------------|
| 未出血组 | 21(6.36) | 64(19.39) | 23(6.97) | 57(17.27) | 50(15.15) | 94(28.49) | 231(70.00) | 160(48.48) |
| 出血组 | 9(19.57) | 18(39.13) | 16(34.78) | 10(21.74) | 21(25.65) | 17(36.96) | 32(69.57) | 25(54.35) |
| χ^2 值 | 9.583 | 9.222 | 33.594 | 0.364 | 24.520 | 1.393 | 0.004 | 0.555 |
| P值 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.546 | 0.000 | 0.238 | 0.952 | 0.456 |

将高血压、血红蛋白>120 g/L、白蛋白>38 g/L、AST、血管重建、术后胰瘘、术后胆瘘、腹腔感染8个因素进行Lasso回归分析,排除数据的共线性,将潜

在的风险预测因素减少到6个。每个变量的轨迹变化见图1A所示, λ 的置信区间展示见图1B。

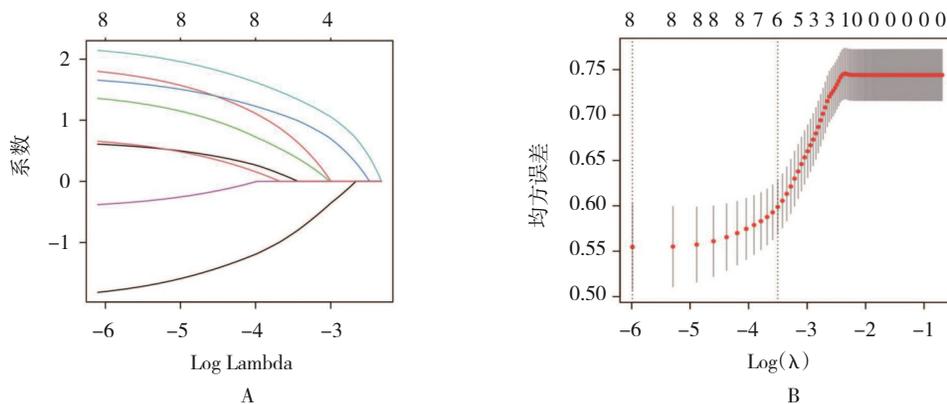


图1 基于Lasso回归的变量筛选

以 PD 术后是否出血为因变量(否=0,是=1), Lasso 回归分析中保留的高血压(否=0,是=1)、血管重建(否=0,是=1)、术后胰瘘(否=0,是=1)、术后胆瘘(否=0,是=1)、腹腔感染(否=0,是=1)和白蛋白>38 g/L(否=0,是=1)6个因素作为自变量,进行多因素一般 Logistic 回归分析(引入水准为0.05),结果显示:血管重建[$\hat{O}R = 7.297$ (95% CI: 2.332,

22.829)]、术后胰瘘 [$\hat{O}R = 3.601$ (95% CI: 1.619, 8.009)]、术后胆瘘 [$\hat{O}R = 8.820$ (95% CI: 3.538, 21.987)]、腹腔感染 [$\hat{O}R = 5.251$ (95% CI: 2.390, 11.540)]为 PD 术后出血的危险因素($P < 0.05$),白蛋白>38 g/L [$\hat{O}R = 0.117$ (95% CI: 0.041, 0.334)]为 PD 术后出血的保护因素($P < 0.05$)。见表 2 和图 2。

表 2 PD 术后出血多因素一般 Logistic 回归分析参数

| 因素 | b | S _b | Wald χ^2 | P 值 | $\hat{O}R$ | 95% CI | |
|------------|--------|----------------|---------------|-------|------------|--------|--------|
| | | | | | | 下限 | 上限 |
| 高血压 | 0.664 | 0.328 | 2.415 | 0.120 | 1.943 | 0.841 | 4.492 |
| 血管重建 | 1.987 | 0.582 | 11.664 | 0.001 | 7.297 | 2.332 | 22.829 |
| 术后胰瘘 | 1.281 | 0.408 | 9.868 | 0.002 | 3.601 | 1.619 | 8.009 |
| 术后胆瘘 | 2.177 | 0.466 | 21.821 | 0.000 | 8.820 | 3.538 | 21.987 |
| 腹腔感染 | 1.658 | 0.402 | 17.044 | 0.000 | 5.251 | 2.390 | 11.540 |
| 白蛋白>38 g/L | -2.148 | 0.536 | 16.04 | 0.000 | 0.117 | 0.041 | 0.334 |
| 常量 | -2.589 | 0.665 | 8.945 | 0.003 | - | - | - |

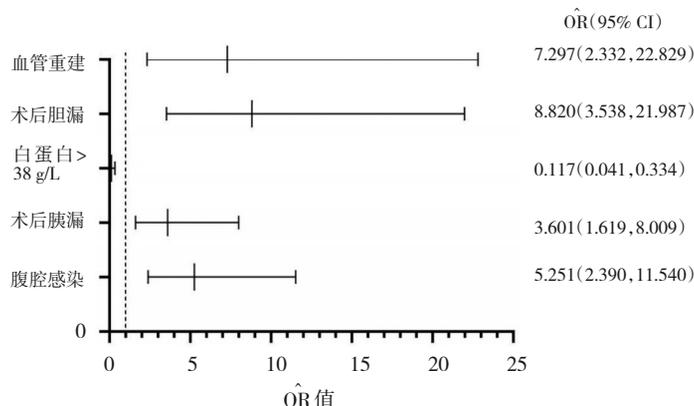


图 2 多因素一般 Logistic 回归分析森林图

2.3 列线图的建立和验证

根据 Logistic 回归分析结果建立列线图预测模型,得分越高表示 PD 术后出血的概率越大,见图 3。Hosmer-Lemeshow 检验显示该模型的适用性良好($\chi^2=5.850, P=0.440$)。在训练集中,诊断临界点对应的概率为 0.124,此时模型的敏感性为 81.2% (95% CI: 0.724, 0.898),特异性为 84.8% (95% CI: 0.797, 0.872),AUC 为 0.870 (95% CI: 0.820, 0.920) (见图 4A),表明该模型具有良好的鉴别能力。校准曲线接近标准曲线(见图 5A),表明观察结果和实际结果之间有良好的 consistency。此外,DCA 显示,该列线图在临床使用中具有明显的净效益(见图 6A)。在验证集中,有 118 例患者被用来测试该列

线图。AUC 为 0.799 (95% CI: 0.691, 0.907) (见图 4B),表明该列线图具有良好的鉴别能力。验证集的校准曲线接近标准曲线(见图 5B)。验证集中的 DCA 也显示了预测模型的显著正向净收益和良好的临床效用(见图 6B)。

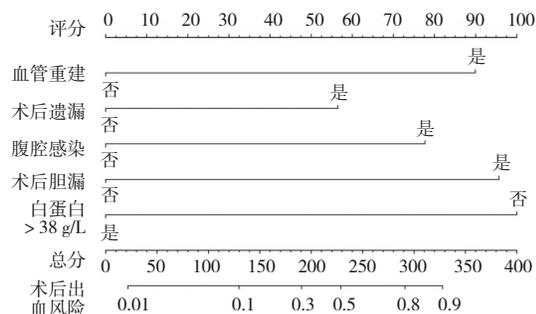


图 3 PD 术后出血列线图风险预测模型

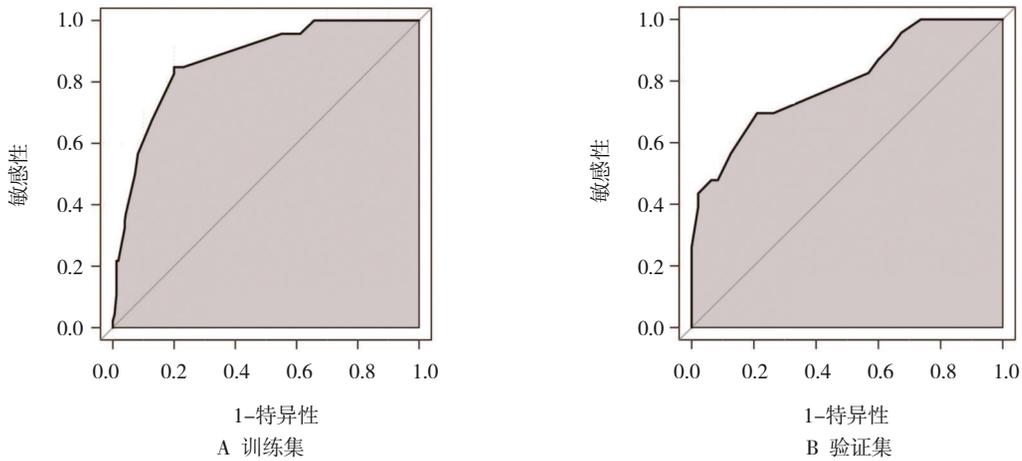


图4 ROC曲线

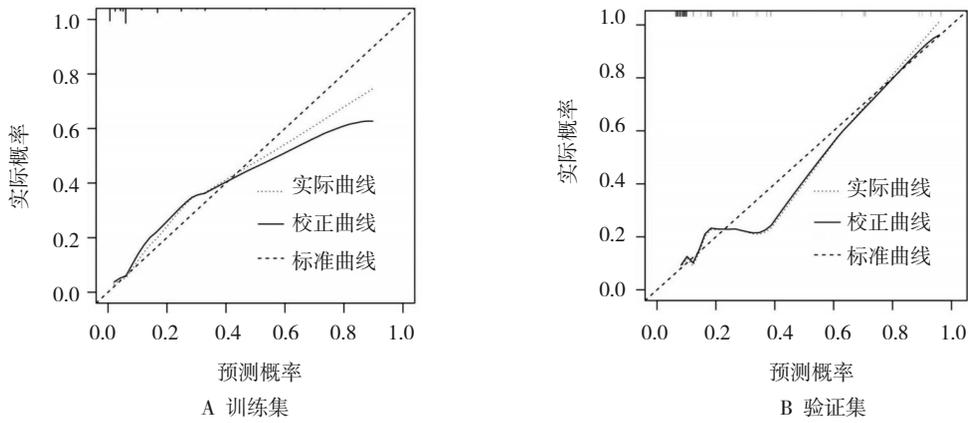


图5 预测PD术后出血校正曲线

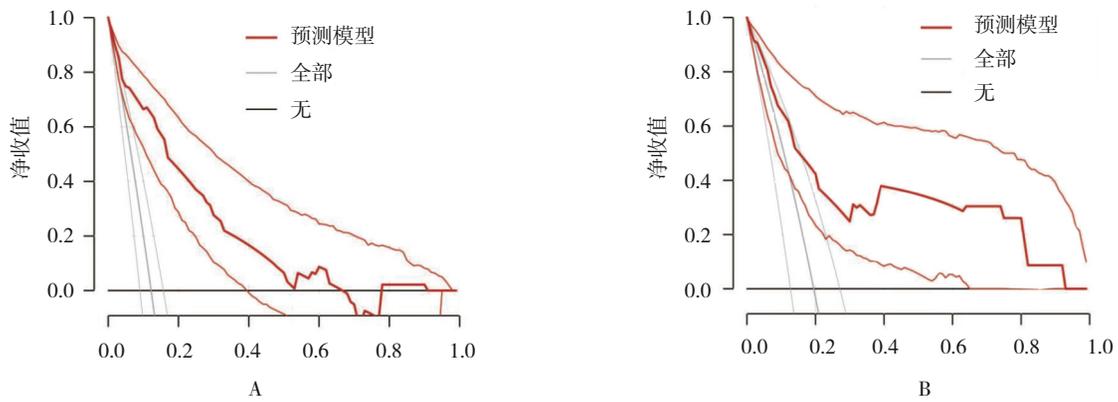


图6 预测PD术后出血决策曲线分析(DCA曲线)

3 讨论

通过发病机制和治疗方法的不同,PD术后出血被分为早发型和迟发型,早发性出血一般在术后24 h内,通常是由于止血不足或潜在的凝血功能障碍,而晚期PD术后出血通常发生在24 h后,是多因素病理生理机制共同作用的结果^[6]。有研究报道,

PD术后出血的概率在5.7%~20.2%^[9-11],本研究中PD术后出血的概率为13.5%,与已有的报道相符。虽然通过手术技术创新和围手术期的精细化管理,PD术后的病死率在不断下降^[12]。但术后出血仍然是PD术后死亡的主要原因之一,PD术后出血患者的死亡率比未出血患者高出4~6倍^[13-14]。本研究通过纳入20种临床资料,通过单因素和多因素分

析筛选出血管重建、术后胰瘘、术后胆瘘、白蛋白 $>38\text{ g/L}$ 和腹腔感染5个预测因子建立一个准确的列线图预测模型,该模型可以准确地识别出PD术后出血的患者,模型曲线下面积为0.870,证明其有良好的诊断效能。

胰瘘是PD术后出血重要危险因素^[15]。在本研究中术后胰瘘的患者比未出现胰瘘的患者术后出血的风险高出3.601倍,也印证了这一观点。术后胰瘘会对血管和手术创面进行腐蚀导致出血,而PD术后经过脉络化清扫的血管失去了结缔组织的保护,更容易被胰液腐蚀。研究显示,前哨出血可以看作PD术后出血的预警性提示,胰瘘相关性迟发型出血与前哨出血密切相关^[16-17]。但令人遗憾的是大多数胰瘘后大出血患者都是在出血发生后才被诊断和治疗,如果能在出血和血流动力学不稳定发生之前通过预测模型将其准确识别出来,则可以大大降低患者病死率。同时临床上胰瘘并不是单独出现,在胰瘘的同时会出现消化液的渗漏,这就提示渗出的胰液除了会腐蚀血管还会腐蚀消化道,从而导致肠道细菌进入腹腔,引起感染,这无疑会加剧腹腔的炎症反应,引起更为严重的出血,最终形成“胰瘘-腹腔感染-出血”恶性循环^[18]。本研究结果提示腹腔感染也是术后出血的危险因素之一,腹腔感染的患者比未出现感染的患者术后出血风险高出5.251倍。因此PD术后预防感染也是非常重要的环节之一。

PD术后胆瘘的发生率较低,为2%~8%,其发生可能与术中胆管水肿,吻合口张力过高和术后低蛋白等原因有关^[19]。王素梅等^[20]研究表明,胆瘘和胰瘘为PD术后腹腔感染的危险因素。胆汁虽然不像胰液一样有着极强的腐蚀性,但漏入腹腔的胆汁会造成细菌移位造成腹腔感染,感染后的炎症反应又使得胆管水肿加剧,出现更为严重的胆瘘,两者互为因果,最终导致PD术后出血。PD手术本身即为一项具有挑战性的手术,再涉及血管重建后其风险更高^[21]。本研究发现血管重建也为PD术后出血的独立危险因素,这与GAO等的报道一致^[22]。进行血管重建的患者,术后容易出现血小板血细胞的沉积导致血栓的形成,为防止术后血栓的形成需要进行抗凝治疗。抗凝药物的使用则会导致PD术后出血的风险增加。因此对于血管重建的患者术后在

抗凝药物的使用上需要在凝血和抗凝之间找到一个平衡点。在本研究结果显示,白蛋白 $>38\text{ g/L}$ 是PD术后出血唯一的保护因素。有研究表明,低蛋白血症的患者PD术后并发症出现的风险更高^[23-24]。白蛋白是一个评估营养状况的基本指标,低蛋白血症的出现意味着患者营养状况差和免疫功能障碍^[25-26]。营养状况不良意味着术后胰管和胆管延迟愈合甚至难以愈合,进而出现胰瘘、胆瘘。而免疫功能的障碍则难以避免地出现腹腔感染,最终都会使PD术后出血的风险增加。

综上所述,本研究纳入了包括血管重建、术后胰瘘、术后胆瘘、腹腔感染和白蛋白5个预测因子建立预测模型。每个指标对PD术后出血都有着重要意义。该模型可以准确地预测出PD术后可能出血的患者,有助于临床医师对PD术后出血患者进行早期识别及早干预。本研究也存在一定局限性,首先模型建立于单中心的回顾性研究基础之上,会出现选择偏倚;其次样本量不足,未来仍需大样本多中心研究去进一步证实模型的有效性。

参 考 文 献 :

- [1] WANG M, LI D W, CHEN R F, et al. Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours: a multicentre, open-label, randomised controlled trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2021, 6(6): 438-447.
- [2] HÜTTNER F J, FITZMAURICE C, SCHWARZER G, et al. Pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy (pp Whipple) versus pancreaticoduodenectomy (classic Whipple) for surgical treatment of periampullary and pancreatic carcinoma[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2(2): CD006053.
- [3] KARIM S A M, ABDULLA K S, ABDULKARIM Q H, et al. The outcomes and complications of pancreaticoduodenectomy (Whipple procedure): cross sectional study[J]. *Int J Surg*, 2018, 52: 383-387.
- [4] MONTIEL CASADO M C, PARDO SÁNCHEZ F, ROTELLAR SASTRE F, et al. Experience of a cephalic pancreaticoduodenectomy fast-track program[J]. *Cir Esp*, 2010, 87(6): 378-384.
- [5] KHURI S, MANSOUR S, OBEID A, et al. Postpancreatoduodenectomy hemorrhage: association between the causes and the severity of the bleeding[J]. *Visc Med*, 2021, 37(3): 171-179.
- [6] WENTE M N, VEIT J A, BASSI C, et al. Postpancreatectomy hemorrhage (PPH): an international study group of pancreatic surgery (ISGPS) definition[J]. *Surgery*, 2007, 142(1): 20-25.

- [7] VILHAV C, FAGMAN J B, HOLMBERG E, et al. C-reactive protein identifies patients at risk of postpancreatectomy hemorrhage[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2022, 407(5): 1949-1959.
- [8] 钟云萍, 张宏宇, 戴海粟, 等. 胰十二指肠切除术后出血的危险因素分析及列线图预测模型建立[J]. *肝胆外科杂志*, 2022, 30(4): 276-280.
- [9] KOUKOUTSIS I, BELLAGAMBA R, MORRIS-STIFF G, et al. Haemorrhage following pancreaticoduodenectomy: risk factors and the importance of sentinel bleed[J]. *Dig Surg*, 2006, 23(4): 224-228.
- [10] BALACHANDRAN P, SIKORA S S, RAGHAVENDRA RAO R V, et al. Haemorrhagic complications of pancreaticoduodenectomy[J]. *ANZ J Surg*, 2004, 74(11): 945-950.
- [11] YEKEBAS E F, WOLFRAM L, CATALDEGIRMEN G, et al. Postpancreatectomy hemorrhage: diagnosis and treatment: an analysis in 1669 consecutive pancreatic resections[J]. *Ann Surg*, 2007, 246(2): 269-280.
- [12] MCPHEE J T, HILL J S, WHALEN G F, et al. Perioperative mortality for pancreatectomy: a national perspective[J]. *Ann Surg*, 2007, 246(2): 246-253.
- [13] DAS S, RAY S, MANGLA V, et al. Post pancreaticoduodenectomy hemorrhage: a retrospective analysis of incidence, risk factors and outcome[J]. *Saudi J Gastroenterol*, 2020, 26(6): 337-343.
- [14] KASUMOVA G G, ESKANDER M F, KENT T S, et al. Hemorrhage after pancreaticoduodenectomy: does timing matter?[J]. *HPB (Oxford)*, 2016, 18(10): 861-869.
- [15] LU J W, DING H F, WU X N, et al. Intra-abdominal hemorrhage following 739 consecutive pancreaticoduodenectomy: risk factors and treatments[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2019, 34(6): 1100-1107.
- [16] BRODSKY J T, TURNBULL A D. Arterial hemorrhage after pancreatoduodenectomy. The 'sentinel bleed'[J]. *Arch Surg*, 1991, 126(8): 1037-1040.
- [17] JILESEN A P J, TOL J A M G, BUSCH O R C, et al. Emergency management in patients with late hemorrhage after pancreatoduodenectomy for a periampullary tumor[J]. *World J Surg*, 2014, 38(9): 2438-2447.
- [18] 马靖雯, 孟尧, 陈高齐, 等. 胰十二指肠切除术后胰瘘出血研究进展[J]. *海军军医大学学报*, 2023, 44(4): 474-479.
- [19] 楼文晖, 刘颖斌, 梁廷波, 等. 胰腺术后外科常见并发症诊治及预防的专家共识(2017)[J]. *协和医学杂志*, 2017, 8(Z1): 139-146.
- [20] 王素梅, 张健东, 张金卷, 等. 胰十二指肠切除术后腹腔感染病原菌及其危险因素[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(13): 2018-2022.
- [21] CHEUNG T T, POON R T P, CHOK K S H, et al. Pancreaticoduodenectomy with vascular reconstruction for adenocarcinoma of the pancreas with borderline resectability[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(46): 17448-17455.
- [22] GAO F, LI J G, QUAN S W, et al. Risk factors and treatment for hemorrhage after pancreaticoduodenectomy: a case series of 423 patients[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 2815693.
- [23] QU G Z, WANG D, XU W Y, et al. The systemic inflammation-based prognostic score predicts postoperative complications in patients undergoing pancreaticoduodenectomy[J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14: 787-795.
- [24] KIM J H, LEE H, CHOI H H, et al. Nutritional risk factors are associated with postoperative complications after pancreaticoduodenectomy[J]. *Ann Surg Treat Res*, 2019, 96(4): 201-207.
- [25] RIVADENEIRA D E, GROBMYER S R, NAAMA H A, et al. Malnutrition-induced macrophage apoptosis[J]. *Surgery*, 2001, 129(5): 617-625.
- [26] VALENZUELA-LANDAETA K, ROJAS P, BASFI-FER K. Nutritional assessment for cancer patient[J]. *Nutr Hosp*, 2012, 27(2): 516-523.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 郑康鹏, 刘竞航, 唐鑫国, 等. 胰十二指肠切除术后出血列线图预测模型的建立和验证[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(5): 65-71.

Cite this article as: ZHENG K P, LIU J H, TANG X G, et al. Development and validation of a nomogram predictive model for post-pancreaticoduodenectomy bleeding[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(5): 65-71.