

· 胰腺疾病 ·

DOI: 10.12449/JCH260618

基于国际胰腺外科研究小组2022标准的微创胰十二指肠切除术后发生急性胰腺炎的危险因素及预后分析

李 骞¹, 曹 鹏¹, 刘 成¹, 赵碧波¹, 林运鹏¹, 陈国栋^{1,2}

1 南华大学附属第一医院肝胆胰外科, 湖南 衡阳 421001

2 吐鲁番市人民医院普外科, 新疆 吐鲁番 838000

通信作者: 陈国栋, chenguodong@usc.edu.cn (ORCID: 0009-0003-5196-2007)

摘要: **目的** 探讨微创胰十二指肠切除术(MIPD)术后发生急性胰腺炎的危险因素及其与主要并发症的相关性,以提高对胰腺切除术后急性胰腺炎(PPAP)与术后胰瘘(POPF)的认识,从而减少PPAP和POPF的发生。**方法** 回顾性分析2015年3月—2023年12月于南华大学附属第一医院肝胆胰外科行MIPD的114例患者的临床资料,采用国际胰腺外科研究小组对PPAP的定义与诊断标准判断是否发生PPAP。计量资料两组间比较采用成组 t 检验或Mann-Whitney U 秩和检验,多组间比较采用Kruskal-Wallis H 检验,进一步两两比较采用Dunn检验。计数资料两组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法,进一步两两比较采用Bonferroni校正的 χ^2 检验。采用多因素Logistic回归分析MIPD术后PPAP的危险因素。**结果** 114例MIPD患者中,27例(23.7%)发生PPAP。多因素分析显示,主胰管直径 ≤ 3 mm($OR=5.083$, 95% CI : 1.703 ~ 15.172, $P=0.004$)、胰腺质地柔软($OR=5.925$, 95% CI : 1.986 ~ 17.677, $P=0.001$)、术后第1天C-反应蛋白 ≥ 180 mg/L($OR=5.419$, 95% CI : 1.586 ~ 18.513, $P=0.007$)为MIPD术后PPAP发生的独立危险因素。临床分析结果显示,PPAP患者术后POPF、腹腔感染、Clavien-Dindo 3/4级并发症、带管出院、术后90天死亡的发生率更高($\chi^2=5.676$ 、5.460、9.863、5.439、4.207, P 值均 <0.05)。**结论** 主胰管直径、胰腺质地及术后第1天C-反应蛋白与MIPD术后PPAP发生密切相关;PPAP可导致术后其他并发症甚至死亡。

关键词: 胰十二指肠切除术; 胰腺炎; 危险因素; 预后

基金项目: 南华大学临床医学研究“4310”计划项目(20224310NHYYCG01); 中央引导地方科技发展资金项目(ZYYD2024CG17); 湖南省创新生态建设计划科技援疆项目(2024WK4008); 南华大学附属第一医院医工交叉研究专项(IRP-M&E-2025-08)

Risk factors for acute pancreatitis after minimally invasive pancreaticoduodenectomy and a prognostic analysis based on the 2022 International Study Group of Pancreatic Surgery criteria

LI Qian¹, CAO Peng¹, LIU Cheng¹, ZHAO Bibo¹, LIN Yunpeng¹, CHEN Guodong^{1,2}

1. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, The First Affiliated Hospital of University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China; 2. Department of General Surgery, Turpan People's Hospital, Turpan, Xinjiang 838000, China

Corresponding author: CHEN Guodong, chenguodong@usc.edu.cn (ORCID: 0009-0003-5196-2007)

Abstract: Objective To investigate the risk factors for postpancreatectomy acute pancreatitis (PPAP) after minimally invasive pancreaticoduodenectomy (MIPD) and their association with major complications, to improve the understanding of PPAP and postoperative pancreatic fistula (POPF), and to reduce the incidence rates of PPAP and POPF. **Methods** A retrospective analysis was performed for the clinical data of 114 patients who underwent MIPD in Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, The First Affiliated Hospital of University of South China, from March 2015 to December 2023, and the definition of PPAP and its diagnostic criteria provided by the International Study Group of Pancreatic Surgery were used to determine the presence or absence of PPAP. The independent samples t -test or the Mann-Whitney U rank sum test was used for comparison of continuous data between

groups, and the Kruskal-Wallis H test was used for comparison between multiple groups, and the Dunn-test was used for further comparison between two groups.; the chi-square test or the Fisher's exact test was used for comparison of categorical data between groups., and the Bonferroni-test was used for further comparison between two groups. The multivariate logistic regression analysis was used to identify the risk factors for PPAP after MIPD. **Results** Of all 114 patients undergoing MIPD, 27 (23.7%) experienced PPAP. The multivariate analysis showed that main pancreatic duct diameter ≤ 3 mm (odds ratio [OR]=5.083, 95% confidence interval [CI]: 1.703 — 15.172, $P=0.004$), soft pancreatic texture (OR=5.925, 95%CI: 1.986 — 17.677, $P=0.001$), and C-reactive protein ≥ 180 mg/L on day 1 after surgery (OR=5.419, 95%CI: 1.586 — 18.513, $P=0.007$) were independent risk factors for the onset of PPAP after MIPD. Clinical analyses showed that the patients with PPAP tended to have significantly higher incidence rates of POPF, peritoneal infection, Clavien-Dindo grade 3/4 complications, discharge with tube, and 90-day postoperative death ($\chi^2=5.676, 5.460, 9.863, 5.439$, and 4.207 , all $P<0.05$). **Conclusion** Main pancreatic duct diameter, pancreatic texture, and C-reactive protein on day 1 after surgery are closely associated with the onset of PPAP after MIPD, and PPAP can lead to other postoperative complications and even death.

Key words: Pancreaticoduodenectomy; Pancreatitis; Risk Factors; Prognosis

Research funding: University of South China Clinical Research 4310 Program (20224310NHYCG01); Central Government Guided Local Science and Technology Development Fund Project in Xinjiang Uygur Autonomous Region (ZYYD2024CG17); Hunan Province Innovation Ecological Construction Plan Science and Technology Assistance Project in Xinjiang Uygur Autonomous Region (2024WK4008); Interdisciplinary Research Program in Medicine and Engineering, The First Affiliated Hospital of University of South China (IRP-M&E-2025-08)

术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)作为胰十二指肠切除术(pancreaticoduodenectomy, PD)术后严重并发症之一,其发生率为7.8%~24.0%^[1-3]。随着相关研究的不断深入,POPF患者术后早期的生化改变,尤其是血清淀粉酶水平的升高,逐渐引起临床关注。2016年,Connor^[4]首次提出了术后急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)的概念,后续大量回顾性研究证实了术后AP的存在及其与POPF的相关性^[5-7],为POPF的预防与治疗提供了新思路。2022年,国际胰腺外科研究小组(International Study Group of Pancreatic Surgery, ISGPS)基于生化改变、影像学特征以及临床证据,将胰腺部分切除术后AP定义为:术后3天内出现的残余胰腺急性炎症,通过引起局部或全身的并发症从而使康复过程偏离预期,并更名为胰腺切除术后急性胰腺炎(postpancreatectomy acute pancreatitis, PPAP)^[8]。近期研究显示,PPAP在POPF的发展中起关键性驱动作用,为POPF的预防提供了新靶点^[9]。目前主流观点认为,微创胰十二指肠切除术(minimally invasive pancreaticoduodenectomy, MIPD)在疗效上不亚于开放PD的同时,能改善患者的围手术期结局,并降低部分并发症的发生概率^[10-12]。然而,现有基于ISGPS标准的PPAP研究多以开放PD患者作为研究对象,针对MIPD,尤其是腹腔镜胰十二指肠切除术(laparoscopic pancreaticoduodenectomy, LPD)的研究鲜有

报道。因此,本研究旨在探讨MIPD术后PPAP的危险因素及其对患者预后的影响,同时分析不同胰腺质地、主胰管直径下PPAP与POPF的关联性,以期PPAP的研究提供临床证据,并为高危患者分层管理及MIPD预后改善提供新思路。

1 资料与方法

1.1 研究对象 参考ISGPS标准回顾性分析2015年3月—2023年12月于南华大学附属第一医院肝胆胰外科行MIPD患者的临床资料。纳入标准:(1)患者心肺功能良好,能耐受全身麻醉及手术;(2)术前通过增强计算机体层成像(computed tomography, CT)、磁共振成像、超声内镜或活检明确手术指征;(3)行标准MIPD,无远处转移、大血管侵犯。排除标准:(1)临床资料不完整者;(2)术中中转开腹者(因手术创伤、操作流程与MIPD差异大,可能干扰PPAP发生风险评估);(3)联合其他脏器切除或血管切除重建者(多器官操作可能增加术后炎症反应,混淆PPAP危险因素)。

1.2 围手术期管理 围手术期管理遵循加速康复外科^[13]理念,黄疸严重患者(总胆红素 >250 $\mu\text{mol/L}$)根据肿瘤大小、位置及肝内胆管扩张程度,予以经皮肝穿刺胆道引流术或经内镜鼻胆管引流术积极减黄。术前指导患者进行肺部功能锻炼与饮食,存在营养不良风险患

者额外口服肠内营养;术前1天晚上嘱患者口服泻药行肠道准备,术前30 min预防性使用抗生素。LPD与机器人胰十二指肠切除术(robotic pancreaticoduodenectomy, RPD)均采用Child顺序,以3-0可吸收缝线间断缝合(针距2~3 mm),主胰管直径 ≤ 3 mm及术前评估POPF高风险患者常规放置5Fr胰管支撑管。术后前3天常规连续复查血常规、肝肾功能、电解质、淀粉酶和C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等指标。术后予以生长抑素抑制胰液分泌,并予预防性抗感染、白蛋白补充和营养支持等治疗。视患者恢复情况,术后3~5天复查CT。遵循加速康复外科流程,结合患者恢复情况,尽早进食并下床活动,待患者恢复饮食与排便,无消化道症状且腹部查体无明显异常后,办理出院。

1.3 观察指标 (1)基本信息:性别、年龄、身高、体重指数(body mass index, BMI)、糖尿病、高血压和黄疸等。(2)实验室检查指标:术前及术后血常规、肝功能、血清淀粉酶和CRP等。(3)影像学资料:CT或磁共振成像测量主胰管直径,在非增强CT图像上分别测量胰腺与脾脏的CT值,通过计算胰腺指数即胰腺/脾脏CT值^[14](P/S值),并结合术中情况综合评估胰腺质地,P/S值 ≤ 0.75 的患者视为胰腺质地柔软。(4)病程资料:住院时间、术后住院时间、术前及术后治疗干预情况、术后并发症发生情况、并发症分级、是否带管出院、转入重症监护室(intensive care unit, ICU)、术后90天非计划再入院、术后90天非计划再手术及术后90天死亡情况。(5)手术及病理情况:手术方式、手术时间、术后失血量、美国麻醉医师协会分级、肿瘤最大直径和病理类型。

1.4 评价标准 (1)PPAP采用2022年ISGPS提出的诊断标准^[8]:①术后48 h内血清淀粉酶持续高于正常值上限;②具有临床相关性,即导致术后康复过程偏离预期,包括营养支持、抗生素及激素类药物的使用、需要介入或再次手术治疗、术后发生POPF、术后出血、持续的器官功能衰竭、转入ICU或死亡;③胰腺炎的影像学表现,包括间质实质水肿、胰腺周围积液、胰腺周围和实质坏死等。只有同时满足以上3条标准才能诊断为PPAP,术后单纯淀粉酶升高仅被诊断为高淀粉酶血症。(2)POPF、术后晚期出血、胃排空延迟均采用ISGPS提出的诊断与分级标准^[15-17]。(3)胆漏采用国际肝脏外科研究小组提出的诊断标准^[18]。(4)腹腔感染诊断标准:影像学提示腹腔内液体积聚或脓肿形成,伴有畏寒、发热等临床表现,并经引流液细菌学检查确诊。(5)其他并发症参照Clavien-Dindo分级系统进行评估^[19]。

1.5 统计学方法 本研究采用统计学软件SPSS 26.0进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用成组 t 检验;不符合正态分布的以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示,两组间比较采用Mann-Whitney U 秩和检验,多组间比较采用Kruskal-Wallis H 检验,进一步两两比较采用Dunn检验。计数资料组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法,进一步两两比较采用Bonferroni校正的 χ^2 检验,多重比较校正后检验水准取 $\alpha' = 0.017$ 。采用多因素Logistic回归分析MIPD术后PPAP的危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 根据纳入与排除标准,最终共入组114例MIPD患者,其中52例行LPD,62例行RPD,具体如表1所示。PPAP的影像学诊断由2名高年资影像科医师盲于患者临床结局独立判定,诊断不一致时经科室集体会诊确定。

2.2 MIPD术后PPAP的危险因素分析 根据前期预实验结果显示,MIPD术后PPAP发生率约为20%,设定检验水准 $\alpha = 0.05$ 、把握度 $1 - \beta = 0.8$,通过PASS 15.0软件估算最小样本量为103例,本研究纳入114例,满足检验效能要求。114例患者中,共有27例(23.7%)患者发生PPAP。根据是否发生PPAP,将患者分为PPAP组与非PPAP组。参考相关文献^[6,20],筛选的因素包括:年龄(以65岁为界),性别,BMI(以 24 kg/m^2 为界),是否合并黄疸、糖尿病、高血压病,术前直接胆红素、血红蛋白、白蛋白,术前是否行胆道引流(无/经皮肝穿刺胆道引流术/经内镜鼻胆管引流术),手术方式(LPDP/RPD),手术时间,术中失血量,美国麻醉医师协会分级(以3级为界),主胰管直径(以3 mm为界),胰腺质地(坚硬/柔软),肿瘤最大直径(以2 cm为界),病理类型(胰腺导管腺癌或慢性胰腺炎/其他),胰瘘风险评分(无危险+低危/中危+高危),术后第1天直接胆红素、白蛋白、CRP(以 180 mg/L 为界)。单因素分析结果显示,BMI、主胰管直径、胰腺质地、胰瘘风险评分、术后第1天CRP与PPAP的发生密切相关(P 值均 < 0.05)(表2)。

将上述单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素Logistic回归分析,并采用方差膨胀因子检验变量间多重共线性,结果显示主胰管直径、胰腺质地与胰瘘风险评分的方差膨胀因子均 > 15 ,提示存在严重共线性,故排除胰瘘风险评分。最终分析结果显示,主胰管直径($OR = 5.083, 95\%CI: 1.703 \sim 15.172, P = 0.004$)、胰腺质地($OR = 5.925, 95\%CI: 1.986 \sim 17.677, P = 0.001$)、术后第

表1 患者一般资料
Table 1 Baseline data of patients

指标	数值
年龄(岁)	59.5(56.0~66.0)
女性[例(%)]	59(51.8)
BMI(kg/m ²)	21.9(20.3~23.0)
术前合并黄疸(总胆红素>34.2 μmol/L)[例(%)]	77(67.5)
糖尿病[例(%)]	10(8.8)
高血压病[例(%)]	22(19.3)
术前直接胆红素(μmol/L)	44.2(6.4~100.1)
术前血红蛋白(g/L)	112.0(100.5~123.0)
术前白蛋白(g/L)	38.8(35.2~40.3)
术前胆道引流[例(%)]	
无	74(64.9)
PTCD	17(14.9)
ENBD	23(20.2)
手术方式[例(%)]	
RPD	62(54.4)
LPD	52(45.6)
手术时间(h)	6.3(4.8~7.5)
术中失血量(mL)	250.0(137.5~300.0)
ASA分级[例(%)]	
2级	29(25.4)
3级	83(72.8)
4级	2(1.8)
主胰管直径≤3 mm[例(%)]	37(32.5)
胰腺质地P/S值≤0.75[例(%)]	44(38.6)
肿瘤最大直径≤2 cm[例(%)]	59(51.8)
病理结果[例(%)]	
胰腺导管腺癌	26(22.8)
慢性胰腺炎	4(3.5)
十二指肠及乳头腺癌	53(46.5)
胆管癌	11(9.6)
其他病理	20(17.6)
术后第1天直接胆红素(μmol/L)	29.8(12.4~83.3)
术后第1天白蛋白(g/L)	34.1±4.6
术后第1天CRP(mg/L)	54.6(23.7~129.0)

注: BMI, 体重指数; PTCD, 经皮肝穿刺胆道引流术; ENBD, 经内镜鼻胆管引流术; RPD, 机器人胰十二指肠切除术; LPD, 腹腔镜胰十二指肠切除术; ASA, 美国麻醉医师协会; P/S值, 胰腺/脾脏CT值; CRP, C-反应蛋白。

1天CRP($OR=5.419$, $95\%CI: 1.586 \sim 18.513$, $P=0.007$)均为MIPD术后PPAP发生的独立危险因素; BMI的 $OR=3.214$ ($95\%CI: 0.990 \sim 10.428$, $P=0.052$), 接近显著水平, 推测可能因主胰管直径、胰腺质地等强危险因素的调整, 削弱了BMI对PPAP的独立影响, 需更大样本进一步验证(表3)。

2.3 按PPAP发生情况分层的MIPD术后结局 PPAP组中4例患者(1例术后晚期出血、2例C级胰瘘、1例长期消耗性营养不良)术后90天死亡; 非PPAP组中2例患者(1例术后晚期出血、1例长期消耗性营养不良)术后90天死亡。两组术后结局对比结果显示, PPAP组的Clavien-Dindo 3/4级并发症(40.7% vs 11.5%, $P=0.002$)、POPF(48.1% vs 24.1%, $P=0.017$)、腹腔感染(51.9% vs 27.6%, $P=0.019$)、带管出院(37.0% vs 16.0%, $P=0.020$)和术后90天死亡(14.8% vs 2.3%, $P=0.040$)发生率显著高于非PPAP组; 两组在胆漏、术后晚期出血、术后胃排空延迟、穿刺引流、转入ICU、术后住院天数、术后90天非计划再手术和非计划再入院发生率方面的差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)(表4)。

2.4 按PPAP与POPF发生情况分层的MIPD术后结局 根据是否发生PPAP与POPF, 将114例患者分为PPAP-/POPF-组(66例, 57.9%)、PPAP+/POPF-组(14例, 12.3%)、PPAP-/POPF+组(21例, 18.4%)与PPAP+/POPF+组(13例, 11.4%)四组。整体分析结果如下, 四组间Clavien-Dindo 3/4级并发症、腹腔感染、穿刺引流、带管出院、术后90天死亡发生率及术后住院天数整体比较差异均有统计学意义(P 值分别为 <0.001 、 <0.001 、 0.014 、 0.002 、 0.034 、 0.005), 其余指标四组间整体比较差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)(表5)。

为进一步探讨PPAP对结局的影响是否独立于POPF, 并显示PPAP及POPF对结局的影响, 分别将PPAP-/POPF-组与PPAP+/POPF-组、PPAP-/POPF+组与PPAP+/POPF+组以及PPAP-/POPF-组与PPAP+/POPF+组的结局进行两两比较。结果显示, PPAP-/POPF-组与PPAP+/POPF-组的术后结局相比, 单独发生PPAP患者的Clavien-Dindo 3/4级并发症发生率(28.6% vs 6.1%, $P=0.039$)及术后90天死亡率(14.3% vs 1.5%, $P=0.078$)显著高于未发生PPAP与POPF的患者, 但校正后差异均无统计学意义, 推测可能因亚组样本量较小未达统计学显著水平。其余指标两组间比较, 差异均无统计学意义(P 值均 >0.017)。PPAP-/POPF+组与PPAP+/POPF+组的术后结局对比结果显示, 在发生POPF的情况下, PPAP的发生反而能减少住院时间($Z=3.357$, $P=0.005$), 因亚组样本量较小未来还需要大样本研究进一步验证。其余指标两组间校正后差异均无统计学意义(P 值均 >0.017)。

2.5 不同胰腺条件下PPAP与POPF的关系 将114例患者按胰腺质地与胰管直径(≤ 3 mm定义为细胰管, >3 mm

表2 MIPD术后PPAP危险因素的单因素分析
Table 2 Univariate analysis of risk factors for PPAP after MIPD

因素	PPAP组(<i>n</i> =27)	非PPAP组(<i>n</i> =87)	统计值	<i>P</i> 值
年龄>65岁[例(%)]	7(25.9)	26(29.9)	$\chi^2=0.157$	0.692
女性[例(%)]	17(63.0)	42(48.3)	$\chi^2=1.780$	0.182
BMI≥24 kg/m ² [例(%)]	9(33.3)	12(13.8)	$\chi^2=4.016$	0.045
术前合并黄疸[例(%)]	16(59.3)	51(58.6)	$\chi^2=0.003$	0.953
糖尿病[例(%)]	1(3.7)	9(10.3)	$\chi^2=0.457$	0.499
高血压病[例(%)]	3(11.1)	19(21.8)	$\chi^2=1.523$	0.217
术前直接胆红素(μmol/L)	52.5(6.8~101.7)	35.7(6.2~99.6)	<i>Z</i> =-0.257	0.797
术前血红蛋白(g/L)	112.0(104.0~124.0)	112.0(99.0~123.0)	<i>Z</i> =-0.007	0.995
术前白蛋白(g/L)	38.1(34.7~39.4)	38.9(35.2~40.6)	<i>Z</i> =-0.687	0.492
术前胆道引流[例(%)]			$\chi^2=0.754$	0.686
无	16(59.3)	58(66.7)		
PTCD	4(14.8)	13(14.9)		
ENBD	7(25.9)	16(18.4)		
手术方式[例(%)]			$\chi^2=1.410$	0.235
RPD	12(44.4)	50(57.5)		
LPD	15(55.6)	37(42.5)		
手术时间(h)	6.0(4.8~7.5)	6.6(4.8~8.3)	<i>Z</i> =-0.777	0.437
术中失血量(mL)	200(100~300)	300(150~300)	<i>Z</i> =-0.387	0.699
ASA分级≥3级[例(%)]	22(81.5)	63(72.4)	$\chi^2=0.893$	0.345
主胰管直径≤3 mm[例(%)]	14(51.9)	23(26.4)	$\chi^2=6.071$	0.014
胰腺质地P/S值≤0.75[例(%)]	16(59.3)	28(32.2)	$\chi^2=6.374$	0.012
肿瘤最大直径≤2 cm[例(%)]	16(59.3)	43(49.4)	$\chi^2=0.798$	0.372
病理结果[例(%)]			$\chi^2=2.413$	0.120
胰腺导管腺癌/慢性胰腺炎	4(14.8)	26(29.9)		
其他	23(85.2)	61(70.1)		
胰瘘风险评分[例(%)]			$\chi^2=10.067$	0.002
无危险+低危	3(11.1)	39(44.8)		
中危+高危	24(88.9)	48(55.2)		
术后直接胆红素(μmol/L)	33.6(14.0~63.5)	28.6(10.4~83.4)	<i>Z</i> =-0.147	0.883
术后第1天白蛋白(g/L)	33.9±5.4	34.2±4.4	<i>t</i> =0.208	0.835
术后第1天CRP≥180 mg/L[例(%)]	9(33.3)	12(13.8)	$\chi^2=4.016$	0.045

注: BMI, 体重指数; PTCD, 经皮肝穿刺胆道引流术; ENBD, 经内镜鼻胆管引流术; RPD, 机器人胰十二指肠切除术; LPD, 腹腔镜胰十二指肠切除术; ASA, 美国麻醉医师协会; P/S值, 胰腺/脾脏CT值; CRP, C-反应蛋白; MIPD, 微创胰十二指肠切除术; PPAP, 胰腺切除术后急性胰腺炎。

表3 MIPD术后PPAP危险因素的多因素分析
Table 3 Multivariate analysis of risk factors for PPAP after MIPD

因素	OR(95%CI)	<i>P</i> 值
BMI(<24 kg/m ² =0, ≥24 kg/m ² =1)	3.214(0.990~10.428)	0.052
主胰管直径(>3 mm=0, ≤3 mm=1)	5.083(1.703~15.172)	0.004
胰腺质地(坚硬=0, 柔软=1)	5.925(1.986~17.677)	0.001
术后第1天CRP(<180 mg/L=0, ≥180 mg/L=1)	5.419(1.586~18.513)	0.007

注: BMI, 体重指数; CRP, C-反应蛋白; MIPD, 微创胰十二指肠切除术; PPAP, 胰腺切除术后急性胰腺炎。

定义为粗胰管)进行分组,分析不同胰腺条件下PPAP与POPF发生的关系。结果显示,不同胰腺条件下,PPAP与POPF无明显关联(*P*值均>0.05)(表6)。

3 讨论

本研究结果显示,PPAP的危险因素与目前公认POPF的危险因素相似,主胰管细与质地柔软的患者发生PPAP的风险分别约为正常患者的5倍与6倍。近期Quero等^[21]开展的包含520例PD患者的回顾性研究也

表4 按PPAP发生情况分层的MIPD术后结局
Table 4 Postoperative outcomes of MIPD stratified by PPAP occurrence

因素	PPAP组(n=27)	非PPAP组(n=87)	统计值	P值
Clavien-Dindo 3/4级并发症[例(%)]	11(40.7)	10(11.5)	$\chi^2=9.863$	0.002
POPF[例(%)]	13(48.1)	21(24.1)	$\chi^2=5.676$	0.017
胆漏[例(%)]	4(14.8)	6(6.9)	$\chi^2=0.777$	0.378
术后晚期出血[例(%)]	3(11.1)	9(10.3)	$\chi^2<0.001$	>0.05
术后胃排空延迟[例(%)]	4(14.8)	8(9.2)	$\chi^2=0.223$	0.637
腹腔感染[例(%)]	14(51.9)	24(27.6)	$\chi^2=5.460$	0.019
穿刺引流[例(%)]	5(18.5)	6(6.8)	$\chi^2=1.998$	0.157
转入ICU[例(%)]	1(3.7)	3(3.4)		>0.05
术后住院天数(d)	20(16~23)	19(16~27)	$Z=-0.124$	0.902
带管出院[例(%)]	10(37.0)	14(16.0)	$\chi^2=5.439$	0.020
术后90天非计划再手术[例(%)]	1(3.7)	4(4.5)	$\chi^2<0.001$	>0.05
术后90天非计划再入院[例(%)]	1(3.7)	3(3.4)		>0.05
术后90天死亡[例(%)]	4(14.8)	2(2.3)	$\chi^2=4.207$	0.040

注:PPAP,胰腺切除术后急性胰腺炎;POPF,术后胰瘘;ICU,重症监护室;MIPD,微创胰十二指肠切除术。

表5 按POPF及PPAP发生情况分层的MIPD术后结局
Table 5 Postoperative outcomes of MIPD stratified by the occurrence of POPF and PPAP

因素	PPAP-/POPF-组 (n=66)	PPAP+/POPF-组 (n=14)	PPAP-/POPF+组 (n=21)	PPAP+/POPF+组 (n=13)	P值
Clavien-Dindo 3/4级并发症[例(%)]	4(6.1)	4(28.6)	6(28.6)	7(53.8)	<0.001
胆漏[例(%)]	3(4.5)	2(14.3)	3(14.3)	2(15.4)	0.157
术后晚期出血[例(%)]	7(10.6)	0(0.0)	2(9.5)	3(23.1)	0.280
术后胃排空延迟[例(%)]	4(6.1)	1(7.1)	4(19.0)	3(23.1)	0.104
腹腔感染[例(%)]	11(16.7)	5(35.7)	13(61.9)	9(69.2)	<0.001
穿刺引流[例(%)]	2(3.0)	2(14.3)	4(19.0)	3(23.1)	0.014
转入ICU[例(%)]	3(4.5)	0(0.0)	0(0.0)	1(7.7)	0.557
术后住院天数(d)	18.0(15.0~23.0)	19.0(15.5~22.0)	26.0(21.0~32.5)	22.0(16.5~30.0)	0.005
带管出院[例(%)]	7(10.6)	3(21.4)	7(33.3)	7(53.8)	0.002
术后90天非计划再手术[例(%)]	4(6.1)	1(7.1)	0(0.0)	0(0.0)	0.720
术后90天非计划再入院[例(%)]	2(3.0)	0(0.0)	1(4.8)	1(7.7)	0.468
术后90天死亡[例(%)]	1(1.5)	2(14.3)	1(4.8)	2(15.4)	0.034

注:PPAP,胰腺切除术后急性胰腺炎;POPF,术后胰瘘;ICU,重症监护室;MIPD,微创胰十二指肠切除术。

得到了类似的结论,主胰管直径 ≤ 3 mm和胰腺质地柔软被认为是PPAP的独立危险因素。既往研究显示,胰腺质地与胰腺断面高腺泡细胞占比相关^[22-23],而胰腺质地与胰管直径常被用来评估胰腺的功能^[24-25]。质地坚硬与胰管较粗的患者胰腺外分泌功能往往更好,由此推测,PPAP的发生机制可能与部分胰腺炎相似,与胰液引流受阻而异常激活有关。在行胰肠吻合时,质地柔软、主胰管细的胰腺对术者操作要求更高,此类胰腺腺泡细胞占比更高^[21],术中挤压易导致胰酶提前激活;同时,其对缺血更敏感,易因吻合时间延长、胰腺实质撕裂引发局部缺血,而胰酶异常激活与缺血-再灌注损伤的叠加作用,可能是PPAP发生的重要机制。非胰腺癌的病理

诊断是目前公认的POPF相关的高危因素,但其对PPAP发生的影响在不同研究中尚存争议^[6,20]。本研究结果显示,病理类型并非PPAP的危险因素,可能与样本量较小、胰腺导管腺癌/慢性胰腺炎病理类型占比低(26.3%)有关;但需注意,胰腺导管腺癌/慢性胰腺炎患者的PPAP发生率约为其他病理类型的50%(13.3% vs 27.4%)。术后第1天CRP ≥ 180 mg/L导致PPAP发生率升高,也从生化证据层面证实了PPAP作为残余胰腺的急性炎症的本质;但其他炎症指标如白细胞计数、中性粒细胞计数、中性粒细胞/淋巴细胞比值对PPAP的影响鲜有报道,仍需大样本研究进一步验证。其他临床指标,包括术前及术后的直接胆红素、白蛋白、血红蛋白水平对PPAP发生的

表 6 不同胰腺条件下 PPAP 与 POPF 的关系
Table 6 Correlation between PPAP and POPF under different pancreatic conditions

条件	例数	POPF [例(%)]	非 POPF [例(%)]	P 值
质地柔软细胰管	11			0.242
PPAP 组	5	1(20.0)	4(80.0)	
非 PPAP 组	6	4(66.7)	2(33.3)	
质地坚硬细胰管	26			0.202
PPAP 组	18	7(38.9)	11(61.1)	
非 PPAP 组	8	6(75.0)	2(25.0)	
质地柔软粗胰管	33			>0.05
PPAP 组	23	5(21.7)	18(78.3)	
非 PPAP 组	10	2(20.0)	8(80.0)	
质地坚硬粗胰管	44			0.506
PPAP 组	41	8(19.5)	33(80.5)	
非 PPAP 组	3	1(33.3)	2(66.7)	

注:部分亚组样本量较小(如质地柔软胰管细组 11 例),检验效能有限,结果需谨慎解读;PPAP,胰腺切除术后急性胰腺炎;POPF,术后胰瘘。

影响,在不同的研究中不尽相同,且目前缺乏较为统一的临界值对其进行分组,因此本研究将上述指标视为连续变量进行分析讨论,结果显示上述指标并非 PPAP 的独立危险因素。尽管目前普遍认为机器人手术更为精细,且能减少部分术后并发症,但本研究中 RPD 与 LPD 在 PPAP 的发生率方面差异无统计学意义,可能与样本相对较少且回顾性研究存在选择偏倚有关,因而仍需大样本的前瞻性研究进一步分析手术方式对 PPAP 发生的影响。

对患者的围手术期结局统计分析发现,PPAP 的发生与主要并发症、POPF、腹腔感染、带管出院甚至术后 90 天死亡的发生率增加密切相关。鉴于既往研究已证实 PPAP 的发生与 POPF 密切相关,为排除 POPF 对患者预后的影响,本研究按患者是否发生 POPF 与 PPAP 进行分类,在该队列中,48.1% 的 PPAP 患者并发 POPF,38.2% 的 POPF 患者伴有 PPAP。结果显示,在未发生 POPF 的情况下,PPAP 的发生导致 Clavien-Dindo 3/4 级并发症(28.6% vs 6.1%, $P=0.039$)及术后 90 天死亡发生率(14.3% vs 1.5%, $P=0.078$)显著升高,但校正后差异均无统计学意义;且在发生 POPF 的情况下,PPAP 的发生反而能减少 POPF 患者的住院时间($Z=3.357$, $P=0.005$),但因亚组样本量较小未来还需要大样本研究进一步验证。近期一项纳入 124 例研究的 Meta 分析显示,PPAP 在 POPF 的发展中发挥关键性作用^[26],因此及时识别发生 PPAP 的患者并进行干预,对改善患者的整体预后具

有重要意义。目前 PPAP 诱发 POPF 的机制仍不明确,本研究将胰管直径与胰腺质地排列组合,分析不同胰腺条件下 PPAP 与 POPF 的关系,结果显示二者无显著相关性。而胰管直径与胰腺质地和胰肠吻合质量密切相关,说明 PPAP 可能通过诱发全身或局部的炎症反应导致局部组织水肿,而非单纯直接影响胰肠吻合质量,从而导致 POPF 的发生。在长期预后方面,Quero 等^[27]采用倾向评分匹配后纳入 64 例因胰腺导管腺癌接受 PD 治疗的患者,结果显示 PPAP 组与非 PPAP 组的长期预后差异并无统计学意义,考虑到样本量较少,未来还需要更多研究验证。

既往观点认为,术后 AP 可能与局部缺血导致的胰蛋白酶原被过早激活以及腺泡细胞介导的独立炎症级联反应相关^[28],但目前学界对 PPAP 发生发展的机制并未达成共识,由于缺乏特异性治疗方案,PPAP 的管理方案与 POPF 相似,应以早期预防与及时干预为主。患者的一般状况与胰腺的客观条件所带来的危险因素难以避免,因此外科医师应尽可能地避免手术方面的高危因素,以减少 PPAP 的发生。研究认为,胰腺组织对动脉缺血与静脉淤血均较为敏感,短暂的低灌注即可诱发炎症反应^[29]。Bellotti 等^[30]研究发现,使用低分子肝素桥接抗凝可降低 PPAP 的发生率,可能与低分子肝素改善胰腺组织微循环有关。而在手术操作中应注意维持血压,避免过度游离胰腺,尽可能保护供血动脉,尤其是胰背动脉左侧分支;在围绕肠系膜上静脉/门静脉周围操作时,避免反复提拉与长时间阻断回流;在行胰肠吻合时应选择合适的吻合方式,在保证吻合质量的同时尽可能缩短吻合时间,简化操作步骤,减少缝合次数,避免反复挤压胰腺组织。对于存在胰腺外分泌功能不全、术前接受新辅助化疗、胰腺质地柔软、胰管直径<3 mm 的高危患者,术中补液速度 $\leq 3\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 可增加 PPAP 的发生率^[31]。目前尚无针对 PPAP 的特异性治疗药物,多采用与 AP 类似的治疗方案,即禁食、营养支持、抗生素控制感染和生长抑素抑制胰液分泌。需要注意的是,生长抑素在抑制胰液分泌的同时可减少内脏供血,从而加剧胰腺的低灌注,因此生长抑素的使用是否能为 PPAP 患者带来益处还有待商榷,在不同的研究中甚至得到了完全相反的结论^[32-33]。芬兰的一项随机对照试验显示,炎症是 PD 术后主要并发症发生的重要介质,围手术期氢化可的松的使用可能显著减少 PD 术后高危患者的并发症^[34]。但关于糖皮质激素治疗 PPAP 的有效性还需要更多的基础研究与前瞻性临床研究进行验证。

本研究存在以下局限性:(1)单中心回顾性设计,无法完全避免选择偏倚与信息偏倚;(2)病例数较少(114例),部分亚组(如“质地柔软细胰管”组)样本量不足,可能影响检验效能;(3)研究时间跨度较大(2015—2023年),2015—2018年对PPAP的认识不足,可能存在早期病例漏诊,同时术后抗生素、营养支持的常规方案在研究期间可能存在细微调整,或对PPAP诊断产生干扰;(4)未纳入长期预后指标(如胰腺导管腺癌患者的无病生存率、总体生存率),无法评估PPAP对患者远期结局的影响;(5)数据收集时的人为主观因素可能影响结论客观性。未来需开展多中心、大样本前瞻性研究补充验证。

综上所述,主胰管直径、胰腺质地及术后第1天CRP与MIPD术后PPAP发生密切相关,PPAP可导致术后其他并发症甚至死亡,并与POPF密切相关。随着患者对减轻疼痛、减少创伤和快速康复的需求日益强烈,微创外科发展迅速,而PPAP作为MIPD术后独特的不良事件,基于本研究结果可提出以下临床建议:(1)主胰管 ≤ 3 mm、胰腺质地柔软的高危患者,术中优先选择精细胰肠吻合(如放置胰管支撑管、控制吻合时间 < 30 min);(2)术后第1天常规监测CRP,CRP ≥ 180 mg/L者48 h内复查上腹部CT,早期识别PPAP;(3)无POPF时,需密切监测Clavien-Dindo 3/4级并发症、腹腔感染以及严重出血,一旦发生及时干预。通过上述措施提前识别高危患者、精准管理,有助于更好地发挥MIPD的优势并造福于患者。

伦理学声明:本研究方案于2021年2月16日经由南华大学附属第一医院伦理委员会审批,批号:2021-KS-GD-16-02。

利益冲突声明:本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明:李骞负责课题设计,资料分析,撰写论文;刘成、赵碧波、林运鹏参与收集数据,修改论文;陈国栋、曹鹏负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

参考文献:

- [1] WANG M, LI DW, CHEN RF, 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. DOI: 10.1016/S2468-1253(21)00054-6.
- [2] ZUREIKAT AH, BEANE JD, ZENATI MS, et al. 500 minimally invasive robotic pancreatoduodenectomies: One decade of optimizing performance[J]. *Ann Surg*, 2021, 273(5): 966-972. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003550.
- [3] de GRAAF N, EMMEN AMHL, RAMERA M, et al. Minimally invasive versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic and periampullary neoplasm (DIPLOMA-2): Study protocol for an international multicenter patient-blinded randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2023, 24(1): 665. DOI: 10.1186/s13063-023-07657-7.
- [4] CONNOR S. Defining post-operative pancreatitis as a new pancreatic specific complication following pancreatic resection[J]. *HPB*, 2016, 18(8): 642-651. DOI: 10.1016/j.hpb.2016.05.006.
- [5] GASTEIGER S, PRIMAVESI F, GÖBEL G, et al. Early post-operative pancreatitis and systemic inflammatory response assessed by serum lipase and IL-6 predict pancreatic fistula[J]. *World J Surg*, 2020, 44(12): 4236-4244. DOI: 10.1007/s00268-020-05768-9.
- [6] YANG JR. Related factors and clinical analysis of postoperative acute pancreatitis after pancreaticoduodenectomy[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2020. DOI: 10.27307/d.cnki.gsjtu.2020.000569.
- [7] WANG DB, SUN D, ZHANG WG, et al. The diagnosis and risk factors for postoperative acute pancreatitis following pancreaticoduodenectomy[J]. *Chin J Gen Surg*, 2022, 37(7): 487-491. DOI: 10.3760/cma.j.cn113855-20211231-00769.
- [8] MARCHEGIANI G, BARRETO SG, BANNONE E, et al. Postpancreatectomy acute pancreatitis (PPAP): Definition and grading from the International Study Group for Pancreatic Surgery (ISGPS) [J]. *Ann Surg*, 2022, 275(4): 663-672. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005226.
- [9] CHEN HM, DAI MH. Advances in the study of postpancreatectomy acute pancreatitis[J]. *Chin J Surg*, 2023, 61(7): 609-613. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20230221-00075.
- [10] WANG JH, GAO X, ZHANG PR. Minimally invasive versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours: A Meta-analysis[J]. *Chin J Pract Surg*, 2023, 43(9): 1046-1055. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.09.19.
- [11] DAI X, LIU HL, WANG Q, et al. Short-term efficacy and safety of Da Vinci robotic pancreatoduodenectomy versus traditional laparoscopic pancreatoduodenectomy: A meta-analysis[J]. *J Clin Hepatol*, 2022, 38(5): 1106-1113. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2022.05.025.
- [12] UIJTERWIJK BA, LEMMERS DHL, BOLM L, et al. Long-term outcomes after laparoscopic, robotic, and open pancreatoduodenectomy for distal cholangiocarcinoma: An international propensity score-matched cohort study[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(3): e570-e579. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005743.
- [13] JI B, LIU SY, ZHANG W, et al. Clinical effect of the enhanced recovery after surgery strategy for pancreatoduodenectomy[J]. *J Clin Hepatol*, 2019, 35(5): 1032-1036. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2019.05.019.
- [14] KARASU S, GUNGOR F, ONAK C, et al. Relation of computed tomography features of the pancreatic tissue and development of pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy[J]. *Clin Imaging*, 2021, 72: 114-119. DOI: 10.1016/j.clinimag.2020.10.034.
- [15] BASSI C, MARCHEGIANI G, DERVENIS C, et al. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of

- postoperative pancreatic fistula: 11 Years After[J]. *Surgery*, 2017, 161(3): 584-591. DOI: 10.1016/j.surg.2016.11.014.
- [16] WENTE MN, VEIT JA, BASSI C, et al. Postpancreatectomy hemorrhage (PPH): An international study group of pancreatic surgery (ISGPS) definition[J]. *Surgery*, 2007, 142(1): 20-25. DOI: 10.1016/j.surg.2007.02.001.
- [17] WENTE MN, BASSI C, DERVENIS C, et al. Delayed gastric emptying (DGE) after pancreatic surgery: A suggested definition by the International Study Group of Pancreatic Surgery (ISGPS) [J]. *Surgery*, 2007, 142(5): 761-768. DOI: 10.1016/j.surg.2007.05.005.
- [18] KOCH M, GARDEN OJ, PADBURY R, et al. Bile leakage after hepatobiliary and pancreatic surgery: A definition and grading of severity by the International Study Group of Liver Surgery[J]. *Surgery*, 2011, 149(5): 680-688. DOI: 10.1016/j.surg.2010.12.002.
- [19] DINDO D, DEMARTINES N, CLAVIEN PA. Classification of surgical complications: A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey[J]. *Ann Surg*, 2004, 240(2): 205-213. DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
- [20] CHEN HD, WANG C, SHEN ZY, et al. Postpancreatectomy acute pancreatitis after pancreaticoduodenectomy: A distinct clinical entity [J]. *Ann Surg*, 2023, 278(2): e278-e283. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005605.
- [21] QUERO G, MASSIMIANI G, LUCINATO C, et al. Acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy: Clinical outcomes and predictive factors analysis according to the International Study Group of Pancreatic Surgery definition[J]. *HPB*, 2023, 25(3): 363-373. DOI: 10.1016/j.hpb.2023.01.002.
- [22] LAANINEN M, BLÄUER M, VASAMA K, et al. The risk for immediate postoperative complications after pancreaticoduodenectomy is increased by high frequency of acinar cells and decreased by prevalent fibrosis of the cut edge of pancreas[J]. *Pancreas*, 2012, 41(6): 957-961. DOI: 10.1097/MPA.0b013e3182480b81.
- [23] PERRI G, MARCHEGIANI G, PARTELLI S, et al. Either high or low risk: The acinar score at the resection margin dichotomizes the risk spectrum of pancreas-specific complications after pancreatoduodenectomy[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(6): e1242-e1249. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005943.
- [24] ANDRIANELLO S, BANNONE E, MARCHEGIANI G, et al. Characterization of postoperative acute pancreatitis (POAP) after distal pancreatectomy[J]. *Surgery*, 2021, 169(4): 724-731. DOI: 10.1016/j.surg.2020.09.008.
- [25] PARTELLI S, ANDREASI V, SCHIAVO LENA M, et al. The role of acinar content at pancreatic resection margin in the development of postoperative pancreatic fistula and acute pancreatitis after pancreaticoduodenectomy[J]. *Surgery*, 2021, 170(4): 1215-1222. DOI: 10.1016/j.surg.2021.03.047.
- [26] CHUI JN, SAHNI S, SAMRA JS, et al. Postoperative pancreatitis and pancreatic fistulae: A review of current evidence[J]. *HPB*, 2023, 25(9): 1011-1021. DOI: 10.1016/j.hpb.2023.05.007.
- [27] QUERO G, FIORILLO C, MASSIMIANI G, et al. The impact of post-pancreatectomy acute pancreatitis (PPAP) on long-term outcomes after pancreaticoduodenectomy: A single-center propensity-score-matched analysis according to the international study group of pancreatic surgery (ISGPS) definition[J]. *Cancers*, 2023, 15(10): 2691. DOI: 10.3390/cancers15102691.
- [28] RYKINA-TAMEEVA N, SAMRA JS, SAHNI S, et al. Non-surgical interventions for the prevention of clinically relevant postoperative pancreatic fistula-a narrative review[J]. *Cancers*, 2023, 15(24): 5865. DOI: 10.3390/cancers15245865.
- [29] SONG YQ, BAI R, SUN B. Interpretation of definition and classification of acute pancreatitis after pancreatic surgery by international pancreatic surgery research group in 2022[J]. *Chin J Gen Surg*, 2023, 38(5): 383-386. DOI: 10.3760/cma.j.cn113855-20230103-00005.
- 宋易钦, 白睿, 孙备. 2022年国际胰腺外科研究组《胰腺术后急性胰腺炎定义与分级》解读[J]. *中华普通外科杂志*, 2023, 38(5): 383-386. DOI: 10.3760/cma.j.cn113855-20230103-00005.
- [30] BELLOTTI R, PABLY D, MORELL-HOFERT D, et al. Post-pancreatectomy acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy: Analysis of a clinically-relevant complication in a single-center retrospective study[J]. *Pancreatology*, 2024, 24(1): 137-145. DOI: 10.1016/j.pan.2023.11.004.
- [31] BANNONE E, ANDRIANELLO S, MARCHEGIANI G, et al. Postoperative acute pancreatitis following pancreaticoduodenectomy: A determinant of fistula potentially driven by the intraoperative fluid management[J]. *Ann Surg*, 2018, 268(5): 815-822. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002900.
- [32] UEMURA K, MURAKAMI Y, HAYASHIDANI Y, et al. Randomized clinical trial to assess the efficacy of ulinastatin for postoperative pancreatitis following pancreaticoduodenectomy[J]. *J Surg Oncol*, 2008, 98(5): 309-313. DOI: 10.1002/jso.21098.
- [33] WU S, WU HX, XU GP, et al. Risk factors and clinical impacts of post-pancreatectomy acute pancreatitis after pancreaticoduodenectomy: A single-center retrospective analysis of 298 patients based on the ISGPS definition and grading system[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 916486. DOI: 10.3389/fsurg.2022.916486.
- [34] LAANINEN M, SAND J, NORDBACK I, et al. Perioperative hydrocortisone reduces major complications after pancreaticoduodenectomy: A randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2016, 264(5): 696-702. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001883.

收稿日期: 2025-12-21; 录用日期: 2026-02-12

本文编辑: 王亚南

引证本文: LI Q, CAO P, LIU C, et al. Risk factors for acute pancreatitis after minimally invasive pancreaticoduodenectomy and a prognostic analysis based on the 2022 International Study Group of Pancreatic Surgery criteria[J]. *J Clin Hepatol*, 2026, 42(6): 1358-1366.

李骞, 曹鹏, 刘成, 等. 基于国际胰腺外科研究小组2022标准的微创胰十二指肠切除术后发生急性胰腺炎的危险因素及预后分析[J]. *临床肝胆病杂志*, 2026, 42(6): 1358-1366.