



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250118  
<http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250118>  
China Journal of General Surgery, 2025, 34(9):1934-1945.

· 专题研究 ·

## 术中鼻空肠管置入与腹腔镜胰十二指肠切除术后胃排空延迟的相关性分析

刘劭<sup>1</sup>, 王恒<sup>2</sup>, 孔晓晗<sup>1</sup>, 杨发基<sup>1</sup>, 牛哲禹<sup>1</sup>, 郝以杰<sup>1</sup>, 王新<sup>1</sup>, 朱化强<sup>1,2</sup>, 高恒军<sup>1,2</sup>, 卢俊<sup>1,2</sup>, 周旭<sup>1,2</sup>

(1. 山东第一医科大学附属省立医院奥体院区 胆胰外科, 山东 济南 250021; 2. 山东大学, 山东 济南 250021)

### 摘要

**背景与目的:** 腹腔镜胰十二指肠切除术 (LPD) 是治疗壶腹部周围肿瘤的重要手术方式, 但术后胃排空延迟 (DGE) 仍较为常见, 严重影响患者恢复。鼻空肠管 (NJT) 常用于术后早期肠内营养支持, 但其对 DGE 的影响尚存争议。本研究旨在探讨术中置入 NJT 与 LPD 术后 DGE 发生的相关性, 并评估其对术后恢复及预后的影响。

**方法:** 回顾性分析 2017 年 4 月—2023 年 11 月于山东第一医科大学附属省立医院接受 LPD 的 319 例患者的病历资料, 按术中是否放置 NJT 分为 NJT 组 ( $n=200$ ) 与无 NJT 组 ( $n=119$ )。比较两组 DGE 发生率及术后恢复指标差异。采用多因素 Logistic 回归及倾向性评分匹配 (PSM) 分析, 验证 NJT 置入是否为 DGE 的独立危险因素。

**结果:** NJT 组 B、C 级 DGE 发生率明显高于无 NJT 组 (36.5% vs. 21.8%,  $P=0.006$ ), 术后住院时间和住院费用亦明显增加 (均  $P<0.05$ )。多因素分析显示, 术中置入 NJT ( $OR=1.960$ , 95%  $CI=1.142\sim3.363$ ,  $P=0.015$ ) 及术中出血量  $>400$  mL ( $OR=1.921$ , 95%  $CI=1.155\sim3.194$ ,  $P=0.012$ ) 为 DGE 的独立危险因素。PSM 后结果仍保持一致。

**结论:** 术中预防性放置 NJT 不仅不能改善患者术后恢复, 反而显著增加 DGE 风险并延长住院时间、增加医疗费用。临床上应避免常规放置 NJT, 而应依据患者具体情况进行个体化决策, 以减少术后并发症并优化恢复过程。

### 关键词

胰十二指肠切除术; 腹腔镜; 肠道营养; 胃排空; 手术后并发症

中图分类号: R657.5

## Association between intraoperative nasojejunal tube placement and delayed gastric emptying after laparoscopic pancreaticoduodenectomy

LIU Meng<sup>1</sup>, WANG Heng<sup>2</sup>, KONG Xiaohan<sup>1</sup>, YANG Faji<sup>1</sup>, NIU Zheyu<sup>1</sup>, HAO Yijie<sup>1</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>, ZHU Huaqiang<sup>1,2</sup>, GAO Hengjun<sup>1,2</sup>, LU Jun<sup>1,2</sup>, ZHOU Xu<sup>1,2</sup>

(1. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Oti Campus, Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical

**基金项目:** 山东省自然科学基金资助项目 (ZR2020MH259)。

**收稿日期:** 2025-03-05; **修订日期:** 2025-04-28。

**作者简介:** 刘劭, 山东第一医科大学附属省立医院住院医师, 主要从事肝胆胰外科方面的研究。

**通信作者:** 周旭, Email: [zhouxu2008@sina.com](mailto:zhouxu2008@sina.com)

University, Ji'nan 250021, China; 2. Shandong University, Ji'nan 250021, China)

## Abstract

**Background and Aims:** Laparoscopic pancreaticoduodenectomy (LPD) has become a preferred approach for periampullary tumors, yet delayed gastric emptying (DGE) remains a frequent complication that hampers postoperative recovery. The nasojejunal feeding tube (NJT) is commonly used for early enteral nutrition, but its impact on DGE is controversial. This study aimed to evaluate whether intraoperative NJT placement increases the risk of DGE after LPD and to assess its influence on postoperative recovery outcomes.

**Methods:** A retrospective cohort of 319 patients who underwent LPD at Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University from April 2017 to November 2023 was analyzed. Patients were divided into two groups based on intraoperative NJT placement (NJT group,  $n=200$ ; non-NJT group,  $n=119$ ). The incidence of DGE and postoperative outcomes were compared. Multivariate logistic regression and propensity score matching (PSM) were performed to identify independent risk factors for DGE.

**Results:** The incidence of grade B/C DGE was significantly higher in the NJT group than in the non-NJT group (36.5% vs. 21.8%,  $P=0.006$ ). NJT placement was associated with longer postoperative hospital stay and higher hospitalization costs (both  $P<0.05$ ). Multivariate analysis revealed intraoperative NJT placement ( $OR=1.960$ , 95%  $CI=1.142-3.363$ ,  $P=0.015$ ) and intraoperative blood loss  $>400$  mL ( $OR=1.921$ , 95%  $CI=1.155-3.194$ ,  $P=0.012$ ) as independent risk factors for DGE. These findings were consistent after PSM.

**Conclusions:** Prophylactic intraoperative NJT placement confers no additional benefit for postoperative recovery after LPD and is associated with a higher risk of DGE, prolonged hospitalization, and increased medical costs. Routine NJT placement should therefore be avoided, and individualized strategies should be adopted to minimize postoperative complications and enhance recovery.

## Key words

Pancreaticoduodenectomy; Laparoscopes; Enteral Nutrition; Gastric Emptying; Postoperative Complications

CLC number: R657.5

随着腹腔镜技术的不断发展及其在临床中的广泛应用,腹腔镜胰十二指肠切除术(laparoscopic pancreaticoduodenectomy, LPD)逐渐取代传统开腹手术成为治疗壶腹部周围肿瘤的主要手术方法<sup>[1-3]</sup>。然而,由于手术操作复杂、解剖结构精细,其手术安全性仍面临诸多挑战<sup>[4-5]</sup>。其术后并发症众多,包括术后胃排空延迟(delayed gastric emptying, DGE)、术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)、胆汁漏和术后出血等,且发生率仍然较高<sup>[6-10]</sup>。其中DGE是LPD术后常见且严重的并发症之一<sup>[7,11-13]</sup>。根据国际胰腺外科研究小组(International Study Group of Pancreatic Surgery, ISGPS)的定义,DGE是指术后第3天未能恢复正常饮食或需要持续胃肠减压的情况<sup>[14]</sup>。其临床表现包括呕吐、腹胀、进食不耐受及胃管留置时间延长等,导致住院时间延长、医疗费用增加,并

可能引发电解质紊乱、营养不良及免疫功能低下,严重影响患者术后恢复及生活质量<sup>[12,14-15]</sup>。DGE的具体发生机制尚未完全明确,既往研究表明其与多种因素密切相关。术前营养状况、手术方式、胃肠道解剖结构改变、POPF及术后腹腔感染等均可能诱发DGE<sup>[11-12,16-19]</sup>。

术后营养支持方式在DGE的发生发展中亦起着关键作用<sup>[20-21]</sup>。在临床实践中,经鼻空肠管(nasojejunal feeding tube, NJT)进行肠内营养是DGE的核心营养干预手段<sup>[22]</sup>。NJT可以将营养物质直接输送至小肠,从而降低胃肠负荷,改善术后营养状况<sup>[23-24]</sup>。此外,NJT有助于提供早期肠内营养,维持肠道屏障功能,减少术后发生感染风险<sup>[25]</sup>。因此,部分外科医师倾向于LPD术中预置NJT,以实现早期肠内营养同时预防DGE的发生。然而,笔者在临床观察中发现,术中放置NJT的患

者DGE的发生率更高,这一现象提示术中放置NJT对DGE的发生可能存在潜在影响。事实上,相关研究仍然有限,这也凸显了开展更系统的研究的重要性。

本研究回顾性分析2017年4月—2023年11月于山东第一医科大学附属省立医院胆胰外科接受LPD治疗的患者资料,探索术中放置NJT是否会增加DGE的发生风险,并评估其对患者其他术后恢复指标(如再次干预、术后住院时间、术后并发症发生率等)的影响。此外,本研究还将通过多因素分析和倾向性评分匹配法(propensity score matching, PSM),减少混杂因素的影响,进一步验证术中放置NJT是否为DGE的独立危险因素。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究为回顾性队列研究,纳入山东第一医科大学附属省立医院在2017年4月—2023年11月期间接受LPD治疗的患者。所有患者均由同一治疗组收治。病例纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 周岁;(2)术中是否放置NJT有明确记录;(3)术后随访数据完整。排除标准:(1)年龄 $< 18$ 周岁;(2)术中转开腹手术的患者;(3)术前已确诊胃轻瘫、胃动力障碍或严重营养不良者;(4)术后随访数据不完整;(5)其他可能影响研究结论的特殊病例(如术前接受过胃切除手术、合并神经系统疾病、恶性营养不良等)。按以上标准最终纳入319例患者,其中119例术中未放置NJT(无NJT组),200例术中放置NJT(NJT组)。本研究已获得山东第一医科大学附属省立医院伦理委员会审批(伦理号:SWYX2025-102),所有患者数据均来源于医院数据库,并经过匿名化处理。由于本研究为回顾性研究,符合伦理规范,研究过程中严格保护患者隐私,不涉及患者直接干预,不影响患者治疗,不需要患者额外签署知情同意书。

### 1.2 手术方法

由同一医疗团队的医师进行手术,手术方式均为腹腔镜入路。采用Kocher切口入路完成手术切除,按照预定的切缘,使用60 mm切割闭合器将胃离断(不保留幽门,预留胃体积约60%),使用超声刀钳夹法离断胰颈。在距离屈氏韧带15 cm处,使用切割闭合器将空肠离断;胰管内入支架

导管,留10 cm长,空肠近端上提,经横结肠系膜打孔上提,进行连续胰头空肠后壁缝合,胰管空肠黏膜对黏膜6-0 Prolene线端侧“8”字吻合。前壁连续缝合。距此吻合口6 cm行胆管空肠吻合,距胆肠吻合口50 cm以60 mm切割闭合器行胃后壁空肠吻合,闭合缺口连续缝合关闭。丝线间断缝合加固各个吻合口。由护理人员辅助将鼻胃管放置于胃腔内。是否术中置入NJT由主刀医师根据术中评估及个人经验决定,未设定统一置管标准。所有患者均未接受联合血管切除或重建术。分别放置引流管及冲洗管3根于胆肠、胰肠吻合口附近。(1) NJT组:手术中置入NJT的患者,在吻合完成后,护理人员将NJT的尖端送入输出袢,同时将鼻胃管送入胃内进行胃肠减压,并固定在面部(图1)。术后第1、2天,患者接受全肠外营养(total parenteral nutrition, TPN)。在术后第3天,如果患者的胃肠蠕动恢复(鼻胃管引流量少且引流液性状正常,患者已排气排便),则拔除鼻胃管,此时患者可以少量饮水。在术后第4天,如果患者没有恶心、呕吐等不适症状,患者可以开始进食流质饮食并逐步恢复正常饮食。到术后第7天,如果患者能够恢复进食固体食物且无不适症状,则拔除NJT。然而,拔除鼻胃管后,如果患者出现恶心、呕吐等不适症状,或者在术后第3天胃肠蠕动未能顺利恢复,则继续实施TPN,并开始通过NJT缓慢启动肠内营养。若至术后第7天仍未恢复胃排空功能,则行上消化道造影以确认是否存在DGE。如确认发生DGE,则开始使用NJT进肠内营养。首先通过输液泵输注葡萄糖生理盐水,如果患者无不适症状,则在术后第2天给予肠内营养液(本研究使用的肠内营养制剂为TPF-DM型全蛋白糖尿病配方肠内营养液,每毫升热卡值约为0.75 kcal,由NJT缓慢滴注给药),并每24 h增加500 mL,直至每天总量达到2 000 mL。当DGE好转后,拔除鼻胃管、NJT。(2) 无NJT组:手术中不置入NJT的患者,吻合完成后护理人员仍将鼻胃管送入胃内。鼻胃管的拔除时机与NJT组相同。若在拔除鼻胃管后至术后第7天期间,患者无法恢复进食固体食物,并且经上消化道碘造影确认发生DGE,则继续给予TPN。在术后第10天左右,进行内镜引导下NJT置入术,并开始启动肠内营养。同样当DGE好转后,拔除鼻胃管、NJT。



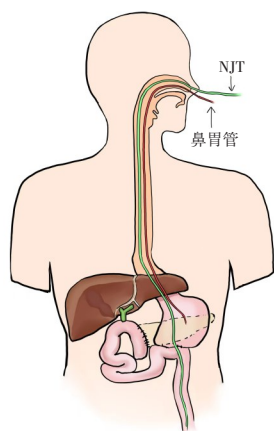


图1 消化道重建效果图

Figure 1 Reconstruction effect diagram of the digestive tract

### 1.3 其他围术期管理

两组患者术前及术中均应用预防性抗菌药物;术后如出现感染征象根据药敏结果选择抗菌药物,药敏结果未出前统一采用头孢哌酮舒巴坦进行抗菌治疗。术后常规应用生长抑素类似物、质子泵抑制剂至患者恢复流质饮食。如发生DGE,则给予促胃肠动力药(如多潘立酮、莫沙比利)、止吐药(如甲氧氯普胺、昂丹司琼)。术后第1、3、5天常规测腹腔引流液淀粉酶,如淀粉酶均正常且腹腔引流 $<30\text{ mL}$ 时逐步拔除腹腔引流管。术后第1、3天,之后每3天复查血常规、肝功能、血生化、凝血功能,根据检验结果调整用药方案直至患者出院。

### 1.4 相关定义

根据ISGPS对DGE的定义,将DGE按严重程度分为A、B、C三级<sup>[14]</sup>,A级:手术后4~7 d仍需要鼻胃管进行胃肠减压或鼻胃管拔除后需再次插入;或手术后7 d内仍无法耐受固体饮食;B级:手术后8~14 d仍需要鼻胃管进行胃肠减压或鼻胃管拔除后需再次插入;或手术后14 d内仍无法耐受固体饮食;C级:手术后14 d以上仍需要鼻胃管进行胃肠减压或鼻胃管拔除后需再次插入;或手术后21 d内仍无法耐受固体饮食。

POPF亦采用ISGPS的定义:胰腺吻合处愈合/闭合失败,或与吻合口不直接相关的胰实质瘘。生化漏最常见,称作“一过性瘘”,没有临床意义;B级指需要改变临床治疗策略,带管超过3周或者需经内镜或经皮途径调整管道位置;C级则指需要再次手术或者继发1个或多个脏器衰竭甚至致

死的情况<sup>[9]</sup>。术后并发症均按照Clavien-Dindo并发症分类系统进行分级。

### 1.5 观察指标

包括患者一般情况,性别、年龄、体质量指数(BMI)、营养风险筛查评分简表(nutrition risk screening 2002, NRS-2002)、既往史、实验室检查结果;术中情况,胰腺质地(由手术医师术中触诊判断,软质地包括柔软、脆、易碎;非软质地包括软质地之外的任何胰腺质地,如硬、坚韧、僵硬等)、主胰管直径、术中输血量、术中出血量、手术时间;术后病理情况,恶性肿瘤数量、肿瘤最大直径。本研究以B、C级DGE作为主要结局指标。次要结局指标包括术后胃管留置时间;首次进食时间;术后住院时间;术后血糖波动;术后并发症(包括但不限于POPF、胆汁漏、乳糜瘘、术后感染、术后出血、死亡等)、再次干预(包括胃镜、介入、开腹探查)、住院费用。

### 1.6 统计学处理

所有连续变量使用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )或中位数(四分位数间距)[ $M(IQR)$ ]来表示。分类变量用例数(百分比)[ $n(\%)$ ]表示。使用Kolmogorov-Smirnov检验来评估连续变量的正态分布情况。根据分布情况,使用Student  $t$ 检验或Mann-Whitney  $U$ 检验来比较组间的连续变量。对于分类变量,使用Pearson  $\chi^2$ 检验进行比较。将全部患者根据是否发生B、C级DGE分为两组,并进行单因素分析,其中 $P<0.05$ 的变量被纳入多因素二元Logistic回归分析。采用比值比(OR)及其95%可信区间(CI)分析DGE与独立危险因素之间的关系。为评估研究结果的稳健性,采用PSM,按1:1匹配(匹配变量包括年龄、术前胆道引流、胰腺质地、主胰管直径、尿素氮),以减少组间基线差异带来的混杂偏倚;在PSM后的数据集中,重新进行单因素分析,以验证匹配后是否仍存在统计学差异。采用双侧检验, $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术前基本资料

两组患者在人口统计学特征、既往史、疾病史、手术史方面差异均无统计学意义(均 $P>0.05$ );两组术前胆道引流(措施包括经皮经肝胆

管穿刺引流、经皮经肝胆囊穿刺引流、经内镜鼻胆管引流、内镜逆行胰胆管造影胆道支架置入术<sup>[26]</sup>与 ASA 分级≥3 级的比例差异均无统计学意义（均  $P>0.05$ ）；大多数术前实验室检查指标，两组间差异无统计学意义（均  $P>0.05$ ），但 NJT 组患者的尿素氮水平明显低于无 NJT 组 $[(4.63 \pm 1.48) \mu\text{mol/L vs. } (5.03 \pm 1.80) \mu\text{mol/L}, P=0.033]$ （表 1）。

表 1 术前基本资料  
Table 1 Basic preoperative information

| 变量  | 无 NJT 组( $n=119$ ) | NJT 组( $n=200$ ) | $t/\chi^2$ | $P$   |
|---|--------------------|------------------|------------|-------|
| 男性 $[n(\%)]$                                    | 70(58.8)           | 130(65.0)        | 1.217      | 0.270 |
| 年龄≤60 岁 $[n(\%)]$                               | 65(54.6)           | 104(52.0)        | 0.206      | 0.650 |
| BMI( $\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$ )    | 24.08±3.56         | 23.41±3.07       | 1.774      | 0.077 |
| NRS-2002≥3 $[n(\%)]$                            | 55(46.2)           | 111(55.5)        | 2.575      | 0.109 |
| 吸烟史 $[n(\%)]$                                   | 35(29.4)           | 77(38.5)         | 2.705      | 0.100 |
| 饮酒史 $[n(\%)]$                                   | 20(16.8)           | 48(24.0)         | 2.302      | 0.129 |
| 糖尿病 $[n(\%)]$                                   | 26(21.8)           | 33(16.5)         | 1.416      | 0.234 |
| 高血压 $[n(\%)]$                                   | 35(29.4)           | 52(26.0)         | 0.438      | 0.508 |
| 冠心病 $[n(\%)]$                                   | 7(5.9)             | 13(6.5)          | 0.048      | 0.826 |
| 腹部手术史 $[n(\%)]$                                 | 12(10.1)           | 25(12.5)         | 0.425      | 0.515 |
| 术前胆道引流 $[n(\%)]$                                | 30(25.2)           | 39(19.5)         | 1.435      | 0.231 |
| ASA 分级≥3 级 $[n(\%)]$                            | 29(24.4)           | 57(28.5)         | 0.646      | 0.421 |
| 白细胞( $10^9/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )           | 8.07±22.63         | 6.28±22.08       | 1.115      | 0.266 |
| 血红蛋白( $\text{g}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )      | 121.77±16.96       | 123.89±23.60     | -0.854     | 0.394 |
| 血小板( $10^9/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )           | 248.62±76.96       | 252.50±85.09     | -0.407     | 0.684 |
| 白蛋白( $\text{g}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )       | 37.22±3.82         | 36.68±4.06       | 1.186      | 0.237 |
| 总胆红素( $\mu\text{mol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ ) | 144.93±130.05      | 143.50±121.23    | 0.099      | 0.921 |
| 肌酐( $\text{mmol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )     | 60.43±14.14        | 62.87±48.30      | -0.537     | 0.592 |
| 尿素氮( $\mu\text{mol}/\text{L}, \bar{x} \pm s$ )  | 5.03±1.80          | 4.63±1.48        | 2.136      | 0.033 |

2.2 手术相关指标及术后病理情况

两组患者在胰腺质地、主胰管直径、术中出血量、术中输血比例及手术时间方面差异均无统计学意义（均  $P>0.05$ ）。两组在肿瘤性质分布上差异无统计学意义，无 NJT 组与 NJT 组恶性肿瘤比例分别为 90.8% 和 95.0%（ $P=0.139$ ）。两组肿瘤最大直径亦相近（ $P=0.313$ ）（表 2）。

表 2 手术相关资料及术后病理情况  
Table 2 Surgery-related data and postoperative pathological conditions

| 变量                                   | 无 NJT 组( $n=119$ ) | NJT 组( $n=200$ ) | $t/\chi^2$ | $P$   |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|------------|-------|
| 胰腺质地软 $[n(\%)]$                      | 45(37.8)           | 80(40.0)         | 0.149      | 0.699 |
| 主胰管直径≤3 mm $[n(\%)]$                 | 60(50.4)           | 100(50.0)        | 0.005      | 0.942 |
| 术中输血 $[n(\%)]$                       | 49(41.2)           | 77(38.5)         | 0.224      | 0.636 |
| 术中出血量≥400 mL $[n(\%)]$               | 12(10.1)           | 9(4.5)           | 1.299      | 0.254 |
| 手术时间( $\text{min}, \bar{x} \pm s$ )  | 376.30±73.15       | 391.62±75.75     | -1.768     | 0.078 |
| 恶性肿瘤 $[n(\%)]$                       | 108(90.8)          | 190(95.0)        | 1.629      | 0.139 |
| 肿瘤最大直径( $\text{cm}, \bar{x} \pm s$ ) | 2.80±1.26          | 2.65±1.28        | 1.011      | 0.313 |

2.3 术后结局指标

NJT 组的 B、C 级 DGE 发生率明显高于无 NJT 组（ $P=0.006$ ）。对于 POPF、胆汁漏、乳糜瘘等并发症，虽然 NJT 组的发生率略高，但差异不显著。NJT 组的术后出血发生率明显高于无 NJT 组（ $P=0.046$ ）。此外，NJT 组的住院时间和住院费用显著高于无 NJT 组（ $P<0.001$ ），显示出术中放置 NJT 与更长住院时间和更高医疗费用的关联（表 3）。

表3 术后结局指标  
Table 3 Postoperative outcome indicators

| 变量                            | 无 NJT 组 (n=119) | NJT 组 (n=200) | $t/\chi^2/Z$ | P      |
|-------------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------|
| DGE [n(%)]                    |                 |               |              |        |
| 无                             | 89(74.8)        | 126(63.0)     |              |        |
| A 级                           | 4(3.4)          | 1(0.5)        | 12.845       | 0.005  |
| B 级                           | 9(7.6)          | 39(19.5)      |              |        |
| C 级                           | 17(14.3)        | 34(17.0)      |              |        |
| DGE B/C 级[n(%)]               | 26(21.8)        | 73(36.5)      | 7.483        | 0.006  |
| 术后进食时间[d,M(IQR)]              | 4(4~7)          | 4(4~12)       | -1.191       | 0.234  |
| 拔除胃管时间[d,M(IQR)]              | 3(3~5)          | 3(3~11)       | -2.641       | 0.008  |
| POPF B/C 级[n(%)]              | 26(21.8)        | 54(27.0)      | 1.054        | 0.305  |
| 术后血糖波动(CV, $\bar{x} \pm s$ )  | 0.10±0.05       | 0.11±0.06     | -1.076       | 0.525  |
| 胆汁漏[n(%)]                     | 15(12.6)        | 23(11.5)      | 0.087        | 0.768  |
| 乳糜瘘[n(%)]                     | 4(3.4)          | 15(7.5)       | 2.281        | 0.131  |
| 术后出血[n(%)]                    | 15(12.6)        | 43(21.5)      | 3.968        | 0.046  |
| 肺部感染[n(%)]                    | 4(3.4)          | 7(3.5)        | 0.004        | 0.948  |
| 腹腔感染[n(%)]                    | 16(13.4)        | 43(21.5)      | 3.211        | 0.073  |
| 再次干预[n(%)]                    | 6(5.0)          | 21(10.5)      | 2.869        | 0.090  |
| 围术期死亡[n(%)]                   | 3(2.5)          | 6(3.0)        | 0.062        | 0.803  |
| Clavien-Dindo 并发症分级≥3 级[n(%)] | 30(25.2)        | 65(32.5)      | 1.896        | 0.169  |
| 术后住院时间[d,M(IQR)]              | 12(9~19)        | 17(13~24)     | -5.472       | <0.001 |
| 住院费用(万元, $\bar{x} \pm s$ )    | 10.70±2.71      | 11.45±2.87    | -3.083       | 0.022  |

2.4 单因素分析与多因素回归分析

为进一步验证术中置入 NJT 是否为 DGE 的独立危险因素,本研究通过多因素 Logistic 回归分析评估了术中放置 NJT 及其他相关因素对 DGE 发生的独立影响。定义未发生 DGE 及 A 级 DGE 为 0~A 级组, B、C 级 DGE 为 B~C 级组。单因素分析显示, DGE 的潜在危险因素包括术中置入 NJT、术前血清白蛋白水平较低、胰腺质地软、术中出血量>400 mL、POPF (B、C 级)、术后出血、腹腔感染、再次干预、Clavien-Dindo 并发症分级≥3 级(均  $P<0.05$ ) (表 4)。在共线性分析中, POPF (B、C 级) 与 Clavien-Dindo 并发症分级≥3 级相关性较强

( $VIF>5$ ), 因此未将 Clavien-Dindo 并发症分级≥3 级纳入多因素回归分析。既往研究表明胰腺质地软与 POPF 发生密切相关<sup>[27]</sup>。POPF 可能是 DGE 的直接影响因素<sup>[12]</sup>, 而胰腺质地软主要通过 POPF 影响 DGE。因此, 在多因素 Logistic 回归分析中, 选择纳入 POPF, 以减少混杂因素的影响。多因素 Logistic 回归分析表明, 术中放置 NJT ( $OR=1.960$ ,  $95\% CI=1.142\sim3.363$ ,  $P=0.015$ ) 和术中出血量>400 mL ( $OR=1.921$ ,  $95\% CI=1.155\sim3.194$ ,  $P=0.012$ ) 是 DGE 发生的独立危险因素, 而其他变量未表现出明显影响(均  $P>0.05$ ) (图 2)。

表4 患者发生DGE的单因素分析  
Table 4 Univariate analysis of whether patients developed DGE

| 变量  | 0~A 级组 (n=220) | B~C 级组 (n=99) | $t/\chi^2$ | P     |
|---|----------------|---------------|------------|-------|
| 男性[n(%)]                                  | 144(65.5)      | 56(56.6)      | 2.307      | 0.129 |
| 年龄≤60 岁[n(%)]                             | 121(55.0)      | 48(48.5)      | 1.163      | 0.281 |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ ) | 23.68±3.17     | 23.60±3.49    | 0.200      | 0.842 |
| NRS-2002≥3[n(%)]                          | 115(52.3)      | 51(51.5)      | 0.016      | 0.900 |
| 吸烟史[n(%)]                                 | 77(35.0)       | 35(35.4)      | 0.004      | 0.951 |
| 饮酒史[n(%)]                                 | 49(22.3)       | 19(19.2)      | 0.386      | 0.534 |
| 糖尿病[n(%)]                                 | 39(17.7)       | 20(20.2)      | 0.277      | 0.598 |
| 高血压[n(%)]                                 | 58(26.4)       | 29(29.3)      | 0.295      | 0.587 |
| 冠心病[n(%)]                                 | 11(5.0)        | 9(9.1)        | 1.944      | 0.163 |

表 4 患者发生 DGE 的单因素分析 (续)

Table 4 Univariate analysis of whether patients developed DGE (continued)

| 变量                                 | 0~A 级组 (n=220) | B~C 级组 (n=99) | t/ $\chi^2$ | P      |
|------------------------------------|----------------|---------------|-------------|--------|
| 腹部手术史[n(%)]                        | 21(9.5)        | 16(16.2)      | 2.915       | 0.088  |
| 术前胆道引流[n(%)]                       | 51(23.2)       | 18(18.2)      | 1.007       | 0.231  |
| 术中置入 NJT [n(%)]                    | 127(57.7)      | 73(73.7)      | 7.483       | 0.006  |
| ASA 分级≥3 级[n(%)]                   | 58(26.4)       | 28(28.3)      | 0.128       | 0.721  |
| 白细胞( $10^9/L, \bar{x} \pm s$ )     | 6.22±1.96      | 8.56±24.81    | -1.395      | 0.350  |
| 血红蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$ )        | 123.97±21.41   | 121.16±21.24  | 1.085       | 0.279  |
| 血小板( $10^9/L, \bar{x} \pm s$ )     | 255.90±83.74   | 240.27±85.09  | 1.578       | 0.116  |
| 白蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$ )         | 37.18±4.04     | 36.21±3.74    | 2.032       | 0.043  |
| 总胆红素( $\mu mol/L, \bar{x} \pm s$ ) | 146.90±123.13  | 137.67±127.54 | 0.612       | 0.541  |
| 肌酐(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )       | 63.04±46.38    | 59.56±12.85   | 0.733       | 0.464  |
| 尿素氮( $\mu mol/L, \bar{x} \pm s$ )  | 4.85±1.67      | 4.62±1.47     | 1.191       | 0.234  |
| 胰腺质地软[n(%)]                        | 57(25.9)       | 68(68.7)      | 52.429      | <0.001 |
| 主胰管直径≤3 mm [n(%)]                  | 112(50.9)      | 48(48.5)      | 0.161       | 0.689  |
| 术中出血量≥400 mL[n(%)]                 | 26(191.8)      | 15(15.2)      | 0.677       | 0.411  |
| 术中输血[n(%)]                         | 76(34.5)       | 50(50.5)      | 7.277       | 0.007  |
| 手术时间(min, $\bar{x} \pm s$ )        | 381.00±73.64   | 396.79±77.34  | -1.743      | 0.082  |
| 恶性肿瘤[n(%)]                         | 204(92.7)      | 93(93.1)      | 0.156       | 0.693  |
| 肿瘤最大直径(cm, $\bar{x} \pm s$ )       | 2.71±1.29      | 2.68±1.22     | 0.223       | 0.824  |
| 术后禁食时间(d, $\bar{x} \pm s$ )        | 4±1            | 26±27         | -12.115     | <0.001 |
| 拔除胃管时间(d, $\bar{x} \pm s$ )        | 4±1            | 24±22         | -12.513     | <0.001 |
| POPF B/C 级[n(%)]                   | 48(21.8)       | 32(32.3)      | 4.010       | 0.045  |
| 胆汁漏[n(%)]                          | 22(10.0)       | 16(16.2)      | 2.470       | 0.116  |
| 乳糜瘘[n(%)]                          | 13(5.9)        | 6(6.1)        | 0.003       | 0.958  |
| 术后出血[n(%)]                         | 33(15.0)       | 25(25.0)      | 4.824       | 0.028  |
| 肺部感染[n(%)]                         | 5(2.3)         | 6(6.1)        | 2.946       | 0.086  |
| 腹腔感染[n(%)]                         | 32(14.5)       | 27(27.3)      | 7.337       | 0.007  |
| 再次干预[n(%)]                         | 14(6.4)        | 13(13.1)      | 4.036       | 0.045  |
| Clavien-Dindo 并发症分级≥3 级[n(%)]      | 55(25.0)       | 40(40.4)      | 7.747       | 0.005  |
| 住院费用(万元, $\bar{x} \pm s$ )         | 10.20±2.47     | 13.33±2.36    | -9.916      | <0.001 |

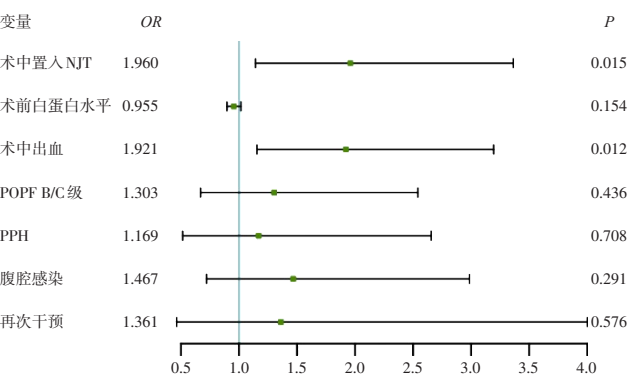


图 2 多因素回归分析结果

Figure 2 Results of multivariate regression analysis

2.5 PSM 分析

PSM 后, NJT 组与无 NJT 组患者基线特征上的差异得到了平衡 (表 5)。分析结果显示, NJT 组的 DGE B/C 级发生率显著高于无 NJT 组 ( $P=0.022$ )。NJT 组的住院时间和住院费用也明显增加 ( $P<0.001$  和  $P=0.017$ )。此外, PSM 后的两组患者术后出血发生率并无统计学差异 (表 6)。总体来看, PSM 分析确认了术中放置 NJT 与 DGE 发生率及住院时间、住院费用的显著关联, 支持了主分析结果的稳健性。

表5 PSM后两组患者基线特征  
Table 5 Baseline characteristics of the two groups of patients after PSM

| 变量  | 无NJT组(n=119)  | NJT组(n=119)   | P     |
|---|---------------|---------------|-------|
| 男性[n(%)]                                  | 70(58.8)      | 78(64.5)      | 0.285 |
| 年龄≤60岁[n(%)]                              | 65(54.6)      | 62(52.1)      | 0.697 |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ ) | 24.08±3.56    | 23.67±3.14    | 0.355 |
| NRS-2002≥3[n(%)]                          | 55(46.2)      | 66(55.5)      | 0.154 |
| 吸烟史[n(%)]                                 | 35(29.4)      | 46(38.7)      | 0.132 |
| 饮酒史[n(%)]                                 | 20(16.8)      | 28(23.5)      | 0.196 |
| 糖尿病[n(%)]                                 | 26(21.8)      | 22(18.5)      | 0.518 |
| 高血压[n(%)]                                 | 35(29.4)      | 32(26.9)      | 0.665 |
| 冠心病[n(%)]                                 | 7(5.9)        | 9(7.6)        | 0.605 |
| 腹部手术史[n(%)]                               | 12(10.1)      | 13(10.9)      | 0.833 |
| 术前胆道引流[n(%)]                              | 30(25.2)      | 33(27.7)      | 0.659 |
| ASA分级≥3级[n(%)]                            | 29(24.4)      | 36(30.3)      | 0.309 |
| 白细胞(10 <sup>9</sup> /L, $\bar{x} \pm s$ ) | 6.64±2.17     | 6.86±2.15     | 0.389 |
| 血红蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$ )               | 121.37±15.55  | 118.97±15.24  | 0.364 |
| 血小板(10 <sup>9</sup> /L, $\bar{x} \pm s$ ) | 251.13±72.08  | 265.26±95.14  | 0.996 |
| 白蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$ )                | 37.22±3.82    | 36.99±4.25    | 0.666 |
| 总胆红素(μmol/L, $\bar{x} \pm s$ )            | 144.93±130.05 | 145.17±124.15 | 0.988 |
| 肌酐(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )              | 60.43±14.14   | 59.58±14.27   | 0.644 |
| 尿素氮(μmol/L, $\bar{x} \pm s$ )             | 5.03±1.80     | 4.63±1.60     | 0.070 |
| 胰腺质地软[n(%)]                               | 45(37.8)      | 45(37.8)      | 1.000 |
| 主胰管直径(≤3 mm)[n(%)]                        | 60(50.4)      | 61(51.3)      | 0.897 |
| 术中出血量≥400 mL[n(%)]                        | 12(10.1)      | 13(10.9)      | 0.833 |
| 术中输血[n(%)]                                | 70(58.8)      | 77(64.7)      | 0.350 |
| 手术时间(min, $\bar{x} \pm s$ )               | 376.30±73.15  | 390.40±77.03  | 0.149 |
| 恶性肿瘤[n(%)]                                | 108(90.8)     | 110(92.4)     | 0.640 |
| 肿瘤最大直径(cm, $\bar{x} \pm s$ )              | 2.80±1.23     | 2.59±1.25     | 0.206 |

表6 PSM后的术后结局指标  
Table 6 Postoperative outcome indicators after PSM

| 变量                          | 无NJT组(n=119)     | NJT组(n=119)       | P      |
|-----------------------------|------------------|-------------------|--------|
| DGE [n(%)]                  |                  |                   |        |
| 无                           | 89(74.8)         | 76(63.9)          | 0.063  |
| A级                          | 4(3.4)           | 1(0.8)            |        |
| B级                          | 9(7.6)           | 19(16.0)          |        |
| C级                          | 17(14.3)         | 23(19.3)          |        |
| DGE B/C级[n(%)]              | 26(21.8)         | 42(35.3)          | 0.022  |
| 术后禁食时间[d, <i>M(IQR)</i> ]   | 4(4~7)           | 4(4~12)           | 0.199  |
| 拔除胃管时间[d, <i>M(IQR)</i> ]   | 3(3~5)           | 3(3~11)           | 0.023  |
| POPF B/C级[n(%)]             | 26(21.8)         | 29(24.4)          | 0.645  |
| 胆汁漏[n(%)]                   | 15(12.6)         | 16(13.4)          | 0.847  |
| 乳糜瘘[n(%)]                   | 4(3.4)           | 11(9.2)           | 0.062  |
| 术后出血[n(%)]                  | 15(12.6)         | 26(21.8)          | 0.059  |
| 肺部感染[n(%)]                  | 4(3.4)           | 6(5.0)            | 0.518  |
| 腹腔感染[n(%)]                  | 16(13.4)         | 25(21.0)          | 0.122  |
| 再次干预[n(%)]                  | 6(5.0)           | 13(10.9)          | 0.094  |
| 围术期死亡[n(%)]                 | 3(2.5)           | 4(3.4%)           | 0.701  |
| Clavien-Dindo并发症分级≥3级[n(%)] | 30(25.2)         | 35(29.4)          | 0.467  |
| 术后住院时间[d, <i>M(IQR)</i> ]   | 12(9~19)         | 17(13~24)         | <0.001 |
| 住院费用[万元, <i>M(IQR)</i> ]    | 9.58(8.82~11.79) | 10.05(9.22~12.88) | 0.017  |



### 3 讨论

本研究专注于接受LPD的患者,排除了开腹手术对术后并发症可能造成的影响,探讨术中放置NJT与DGE之间的相关性。结果表明,术中放置NJT显著增加DGE的发生率,并为DGE的独立危险因素。此外,术后住院时间和费用也与NJT的使用呈正相关。

在LPD患者的围手术期管理中,NJT作为早期肠内营养支持的标准干预措施,其置入时机主要包括术中一期置入和术后早期置入两种方式。前者在消化道重建阶段完成,后者则通过内镜或影像引导实现,两者均以加速术后胃肠功能恢复、改善营养状态为主要目标<sup>[28-29]</sup>。尽管NJT常用于术后早期肠内营养支持<sup>[30]</sup>,但本研究发现,NJT的放置反而会导致DGE,这一发现对临床治疗策略具有重要意义。在某些患者中,术中放置NJT可能并未带来预期的术后恢复效果,这与Robertson等<sup>[31]</sup>的研究结论相符。

术中置入NJT与DGE之间的关联可能经由多种不同的生理机制发挥作用并产生相应效应。NJT的机械性刺激可能是导致DGE的重要因素。在正常消化过程中,胃肠道的机械感受器通过调控平滑肌收缩、促进消化液分泌及反射性调节,维持食物的混合、推进和排空功能<sup>[32-34]</sup>。Zhang等<sup>[35]</sup>表明,LPD术后定量早期活动促进了患者的胃肠道功能恢复,这与活动时腹肌收缩、膈肌运动(尤其行走或深呼吸)对肠道的刺激有关。正因机械刺激对胃肠道既广泛又复杂的影响,在异常情况下,病理因素和治疗干预可能引起胃肠道的过度或不足机械刺激,从而影响胃肠功能。例如,对于LPD术后患者,NJT的长期携带将对胃肠道产生持续的机械刺激,这可能降低机械感受器的敏感性<sup>[36-37]</sup>,使神经信号传导紊乱、胃肠道生理反射失调,进而导致胃肠道运动和分泌功能紊乱,这或许是发生DGE的原因之一。除机械刺激外,NJT对DGE的影响亦可能与胃肠道神经反射调控密切相关。胃肠道拥有复杂的神经网络,包括内在的肠神经系统和外来的交感、副交感神经系统。肠神经系统位于胃肠壁内,能自主调节局部蠕动、消化液分泌及血流,维持胃肠功能稳定;外来神经系统则通过交感神经抑制或副交感神经促进胃肠运动和分泌。NJT可能通过干扰这些神经网络的正常信

号传导,影响胃肠动力和分泌功能,从而增加DGE发生风险<sup>[38-42]</sup>。

LPD围手术期的各种刺激造成交感神经系统的过度兴奋,手术本身对于腹腔神经丛的破坏引发交感-副交感失衡,都将对胃肠道的神经调节造成影响。此外,LPD手术过程中进行的消化道重建可能短暂影响局部肠神经系统的节律传导,导致胃肠道消化活动难以协调,当NJT被置入胃肠道时,可能通过刺激胃肠道神经反射,触发异常蠕动,加剧对胃肠道神经系统的刺激。而NJT对于胃肠道长期而持续的刺激可能会干扰胃肠道肌电活动,并使消化道神经系统产生慢性适应性变化,从而影响胃肠道功能的恢复<sup>[43-44]</sup>。这都将进一步抑制胃肠动力,而DGE与胃肠动力恢复密切相关。在正常情况下,胃通过有规律的蠕动将胃内容物推送至小肠<sup>[45]</sup>。然而,术后患者往往因为手术创伤、麻醉影响以及其他并发症,胃肠动力恢复受阻。NJT的存在可能妨碍胃的自然蠕动,尤其在胃肠动力恢复不完全时,增加了DGE的风险。既往研究表明,保留幽门及迷走神经的术式(如保留胃幽门的胰十二指肠切除术)可显著降低DGE发生率,术后促动力药物(如红霉素)是DGE的重要干预手段<sup>[39,46]</sup>。

在本研究中,总体数据分析显示,NJT组患者的术后出血发生率显著高于无NJT组,提示术中放置NJT可能与术后出血风险增加相关。然而,PSM后,两组术后出血率差异不再具有统计学意义。该变化可能归因于PSM有效平衡了两组患者在术前基础状况方面的差异,减少了潜在混杂因素的影响。因此,术中放置NJT本身可能并不是导致术后出血增加的独立危险因素。组间术后出血率差异的原因可能是多方面的。至于NJT在其中起到的作用,笔者推测,这可能与NJT引发的机械性刺激、胃肠道黏膜损伤和术中操作因素有关。LPD创伤较大,手术结束早期胃肠吻合口和消化道黏膜较为脆弱。NJT可能在术后早期通过对胃肠道的压迫或摩擦,导致尚未愈合的胃肠吻合口与脆弱的消化道黏膜受到损伤,增加出血风险。此外,术中放置NJT的操作本身可能加重胃肠道损伤,尤其在有肠道粘连或炎症的患者中。因此,临床上应对NJT使用保持谨慎,特别是在高风险患者中,定期评估出血风险并采取适当干预措施。

本研究中,术中放置NJT的患者术后住院时

间较长,住院费用较高。这或许是因为术中放置 NJT 的患者中 DGE 的高发生率导致患者需要更多的营养支持和医学干预,从而增加了医疗成本。这一结果支持了 NJT 在某些情况下可能并未带来预期的术后恢复效果,反而可能延长住院时间,增加医疗费用。因此,临床中对于是否放置 NJT 应考虑患者的具体情况,避免不必要的医疗资源浪费。

在既往文献中,POPF 常被认为是 DGE 的重要危险因素之一,主要机制包括胰液外漏引起的局部炎症反应、腹腔感染、炎症水肿压迫胃肠道,进而影响胃排空功能<sup>[1,47-48]</sup>。本研究中 POPF 未被确认为 DGE 的独立危险因素,可能与 POPF 严重程度较轻(C 级 POPF 病例少),主要通过保守治疗控制,局部炎症程度有限,对胃肠动力影响较小有关。值得一提的是,在针对 DGE 的多因素回归分析中,术中出血>400 mL 是 DGE 的另一独立危险因素,可能的机制包括低血容量导致的胃肠道缺血-再灌注损伤、全身炎症反应等<sup>[49-52]</sup>。此外,术中通常需要输血,而输血相关的免疫抑制可能加剧胃动力障碍,从而进一步增加 DGE 的发生风险<sup>[53]</sup>。尽管目前关于术中大量出血与 DGE 关系的直接研究有限,但本研究结果与既往研究一致,提示术中出血管理对减少 DGE 具有重要意义<sup>[12]</sup>。

本研究为 NJT 与 DGE 之间的关系提供了初步证据,但其具体机制尚未明确。未来的研究应进一步探讨 NJT 如何通过机械刺激、神经反射、胃肠动力等生理机制影响胃排空,特别是通过胃电图、胃排空试验等手段,深入了解 NJT 在胃肠道恢复中的作用。此外,个体化治疗在本研究中得到了强调。未来的研究应进一步探索在不同患者群体中,NJT 对 DGE 的具体影响。例如,术前胆道引流、胰腺质地软、术后感染等因素可能调节 NJT 对胃排空的影响,因此对这些患者的个体化治疗方案值得深入研究。

本研究为回顾性分析,且分组非随机,存在一定主观判断成分,存在一定的选择偏倚和数据缺失问题。尽管笔者通过 PSM 和多因素回归分析尽力控制了混杂因素,但仍然无法排除未测量的潜在影响因素。此外,受限于单中心数据来源,患者群体特征和临床管理方案的同质性可能限制研究结论的普适性。未来的多中心、前瞻性研究可以更准确地评估 NJT 在不同临床情境下的效果,验证本研究的发现。

综上所述,术中预防性放置 NJT 对于患者术后恢复没有额外获益,反而增加 DGE 的风险,并且延长了住院时间及增加了医疗费用。术中是否放置 NJT 应根据患者的具体情况进行个体化决策。

作者贡献声明:刘勤负责研究设计、数据收集与整理、统计分析及论文撰写与修改;王恒与孔晓晗参与数据收集、分析与文献调研;杨发基负责图表制作;牛哲禹、郝以杰、王新负责数据核查与验证;朱化强、高恒军、卢俊参与研究指导与论文审阅;周旭作为通信作者,主导研究设计与指导,负责论文审阅修改及经费支持。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- [1] Yin TY, Qin TT, Wei KY, et al. Comparison of safety and effectiveness between laparoscopic and open pancreatoduodenectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2022, 105:106799. doi:10.1016/j.ijsu.2022.106799.
- [2] Wang M, Li D, Chen R, 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.
- [3] 冯道夫,李琪,沙元朴,等.腹腔镜胰十二指肠切除术疗效与安全性的单中心回顾性分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(3):295-303. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.03.002.  
Feng DF, Li Q, Sha YP, et al. Efficacy and safety of laparoscopic pancreatoduodenectomy: a single-center retrospective analysis[J]. *China Journal of General Surgery*, 2022, 31(3): 295-303. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.03.002.
- [4] Smits JF, Verweij ME, Daamen LA, et al. Impact of Complications After Pancreatoduodenectomy on Mortality, Organ Failure, Hospital Stay, and Readmission: Analysis of a Nationwide Audit[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(1): e222-e228. doi: 10.1097/SLA.0000000000003835.
- [5] Lubrano J, Bachelier P, Paye F, et al. Severe postoperative complications decrease overall and disease free survival in pancreatic ductal adenocarcinoma after pancreaticoduodenectomy[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2018, 44(7):1078-1082. doi: 10.1016/j.ejso.2018.03.024.
- [6] Mirrieles JA, Weber SM, Abbott DE, et al. Pancreatic fistula and delayed gastric emptying are the highest-impact complications after Whipple[J]. *J Surg Res*, 2020, 250: 80-87. doi: 10.1016/j.jss.2019.12.041.
- [7] Dusch N, Lietzmann A, Barthels F, et al. International study group of pancreatic surgery definitions for postpancreatectomy

- complications: applicability at a high-volume center[J]. *Scand J Surg*, 2017, 106(3):216–223. doi:10.1177/1457496916680944.
- [8] Stoop TF, Fröberg K, Sparrelid E, et al. Surgical management of severe pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: a comparison of early versus late rescue pancreatectomy[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2022, 407(8): 3467–3478. doi: 10.1007/s00423-022-02708-0.
- [9] 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.
- [10] 牛聚宝, 姜文凯, 李存斌, 等. 甘油三酯-葡萄糖指数联合血清学指标对胰十二指肠切除术后胰瘘的预测作用[J]. *中国普通外科杂志*, 2025, 34(3): 445–454. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.240553.
- Niu JB, Jiang WK, Li CB, et al. Predictive value of the triglyceride-glucose index combined with serological indicators for pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2025, 34(3): 445–454. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.240553.
- [11] Ellis RJ, Gupta AR, Brock Hewitt D, et al. Risk factors for post-pancreaticoduodenectomy delayed gastric emptying in the absence of pancreatic fistula or intra-abdominal infection[J]. *J Surg Oncol*, 2019, 119(7):925–931. doi:10.1002/jso.25398.
- [12] Dai S, Peng Y, Wang G, et al. Risk factors of delayed gastric emptying in patients after pancreaticoduodenectomy: a comprehensive systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2023, 109(7):2096–2119. doi:10.1097/JS9.0000000000000418.
- [13] 贺卓, 王进峰, 罗建红, 等. 胰十二指肠切除术后150例围手术期并发症临床分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2021, 30(3):357–364. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.03.015.
- He Z, Wang JF, Luo JH, et al. Analysis of perioperative complications in 150 cases undergoing pancreaticoduodenectomy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2021, 30(3): 357–364. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.03.015.
- [14] 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.
- [15] Radomski M, Zenati M, Novak S, et al. Factors associated with prolonged hospitalization in patients undergoing pancreaticoduodenectomy[J]. *Am J Surg*, 2018, 215(4):636–642. doi: 10.1016/j.amjsurg.2017.06.040.
- [16] Huang W, Xiong JJ, Wan MH, et al. Meta-analysis of subtotal stomach-preserving pancreaticoduodenectomy vs pylorus preserving pancreaticoduodenectomy[J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21(20):6361–6373. doi:10.3748/wjg.v21.i20.6361.
- [17] Liu QY, Li L, Xia HT, et al. Risk factors of delayed gastric emptying following pancreaticoduodenectomy[J]. *ANZ J Surg*, 2016, 86(1/2):69–73. doi:10.1111/ans.12850.
- [18] Vijayvargiya P, Jameie-Oskooci S, Camilleri M, et al. Association between delayed gastric emptying and upper gastrointestinal symptoms: a systematic review and meta-analysis[J]. *Gut*, 2019, 68(5):804–813. doi:10.1136/gutjnl-2018-316405.
- [19] 冯建涛, 陈达伟, 汤晓东, 等. 改良 Blumgart 胰肠吻合在胰十二指肠切除术中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(10):1395–1401. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.10.016.
- Feng JT, Chen DW, Tang XD, et al. Application of modified Blumgart-style pancreaticojejunostomy in pancreaticoduodenectomy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2022, 31(10): 1395–1401. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.10.016.
- [20] Buscemi S, Damiano G, Palumbo VD, et al. Enteral nutrition in pancreaticoduodenectomy: a literature review[J]. *Nutrients*, 2015, 7(5):3154–3165. doi:10.3390/nu7053154.
- [21] Gilliland TM, Villafane-Ferriol N, Shah KP, et al. Nutritional and metabolic derangements in pancreatic cancer and pancreatic resection[J]. *Nutrients*, 2017, 9(3):243. doi:10.3390/nu9030243.
- [22] Lee SH, Lee JG. Early enteral nutrition still has advantages in patients undergoing pancreaticoduodenectomy[J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(10):E1340–E1342. doi:10.21037/jtd.2016.10.65.
- [23] Silk DB, Quinn DG. Dual-purpose gastric decompression and enteral feeding tubes rationale and design of novel nasogastric and nasogastrojejunal tubes[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2015, 39(5):531–543. doi:10.1177/0148607114551966.
- [24] Dutta AK, Goel A, Kirubakaran R, et al. Nasogastric versus nasojejunal tube feeding for severe acute pancreatitis[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 3(3):CD010582. doi:10.1002/14651858.CD010582.
- [25] Jing W, Wu SY, Gao SZ, et al. Early oral feeding versus nasojejunal early enteral nutrition in patients following pancreaticoduodenectomy: a propensity score-weighted analysis of 428 consecutive patients[J]. *Int J Surg*, 2024, 110(1):229–237. doi: 10.1097/JS9.0000000000000786.
- [26] 马洪运, 莫代海, 何达, 等. 胰十二指肠切除术前胆道引流在不同程度梗阻性黄疸患者中的应用价值分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(3):330–340. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.03.003.
- Ma HY, Mo DH, He D, et al. Evaluation of the application value of preoperative biliary drainage in patients with different degrees of obstructive jaundice undergoing pancreaticoduodenectomy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2024, 33(3): 330–340. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.03.003.
- [27] Schuh F, Mihaljevic AL, Probst P, et al. A simple classification of pancreatic duct size and texture predicts postoperative pancreatic fistula: a classification of the international study group of pancreatic surgery[J]. *Ann Surg*, 2023, 277(3): e597–e608. doi: 10.1097/SLA.0000000000000485.
- [28] Gerritsen A, Besselink MG, Cieslak KP, et al. Efficacy and complications of nasojejunal, jejunostomy and parenteral feeding after pancreaticoduodenectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2012, 16(6): 1144–1151. doi:10.1007/s11605-012-1887-5.



- [29] Abu-Hilal M, Hemandas AK, McPhail M, et al. A comparative analysis of safety and efficacy of different methods of tube placement for enteral feeding following major pancreatic resection. A non-randomized study[J]. JOP, 2010, 11(1):8–13.
- [30] Zhu X, Wu Y, Qiu Y, et al. Comparative analysis of the efficacy and complications of nasojejunal and jejunostomy on patients undergoing pancreaticoduodenectomy[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2014, 38(8):996–1002. doi:10.1177/0148607113500694.
- [31] Robertson RH, Russell K, Jordan V, et al. Postoperative nutritional support after pancreaticoduodenectomy in adults[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2025, 3(3):CD014792. doi:10.1002/14651858.CD014792.
- [32] Kim M, Heo G, Kim SY. Neural signalling of gut mechanosensation in ingestive and digestive processes[J]. Nat Rev Neurosci, 2022, 23(3): 135–156. doi: 10.1038/s41583-021-00544-7.
- [33] Mercado-Perez A, Beyder A. Gut feelings: mechanosensing in the gastrointestinal tract[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2022, 19(5):283–296. doi:10.1038/s41575-021-00561-y.
- [34] Noto T, Nagasaki M, Endo T. Role of vagus nerves and gastrin in the gastric phase of acid secretion in male anesthetized rats[J]. Am J Physiol, 1997, 272(2 Pt 1): G335–G339. doi: 10.1152/ajpgi.1997.272.2.G335.
- [35] Zhang L, Zhang F, Xiao CJ, et al. Impact of a quantitative early activity program on gastrointestinal function following laparoscopic pancreaticoduodenectomy: a single-center retrospective analysis[J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2025, 35(2):e1357. doi:10.1097/SLE.0000000000001357.
- [36] Kentish SJ, Frisby CL, Kennaway DJ, et al. Circadian variation in gastric vagal afferent mechanosensitivity[J]. J Neurosci, 2013, 33(49):19238–19242. doi:10.1523/JNEUROSCI.3846-13.2013.
- [37] Kentish SJ, Frisby CL, Kritas S, et al. TRPV1 channels and gastric vagal afferent signalling in lean and high fat diet induced obese mice[J]. PLoS One, 2015, 10(8): e0135892. doi: 10.1371/journal.pone.0135892.
- [38] Browning KN, Verheijden S, Boeckstaens GE. The vagus nerve in appetite regulation, mood, and intestinal inflammation[J]. Gastroenterology, 2017, 152(4): 730–744. doi: 10.1053/j.gastro.2016.10.046.
- [39] Marklund U. Diversity, development and immunoregulation of enteric neurons[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2022, 19(2):85–86. doi:10.1038/s41575-021-00553-y.
- [40] Sharkey KA, Mawe GM. The enteric nervous system[J]. Physiol Rev, 2023, 103(2):1487–1564. doi:10.1152/physrev.00018.2022.
- [41] Fung C, Vanden Berghe P. Functional circuits and signal processing in the enteric nervous system[J]. Cell Mol Life Sci, 2020, 77(22): 4505–4522. doi:10.1007/s00018-020-03543-6.
- [42] Furness JB. The enteric nervous system and neuro-gastroenterology[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2012, 9(5):286–294. doi:10.1038/nrgastro.2012.32.
- [43] Dua MM, Navalgund A, Axelrod S, et al. Monitoring gastric myoelectric activity after pancreaticoduodenectomy for diet "readiness"[J]. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2018, 315(5):G743–G751. doi:10.1152/ajpgi.00074.2018.
- [44] Borycka-Kiciak K, Kiciak A, Zabielski R, et al. Does different approach during pancreatoduodenectomy influence intestinal migrating myoelectrical complex recovery? Study in experimental pig model[J]. J Physiol Pharmacol, 2013, 64(3):341–351.
- [45] Wacławiková B, Codutti A, Alim K, et al. Gut microbiota-motility interregulation: insights from in vivo, ex vivo and in silico studies[J]. Gut Microbes, 2022, 14(1): 1997296. doi: 10.1080/19490976.2021.1997296.
- [46] Li X, Qin T, Zhu F, et al. Clinical efficacy of the preservation of the hepatic branch of the vagus nerve on delayed gastric emptying after laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. J Gastrointest Surg, 2021, 25(8):2172–2183. doi:10.1007/s11605-021-05024-y.
- [47] Jiménez-Romero C, de Juan Lerma A, Marcacuzco Quinto A, et al. Risk factors for delayed gastric emptying after pancreatoduodenectomy: a 10-year retrospective study[J]. Ann Med, 2025, 57(1):2453076. doi:10.1080/07853890.2025.2453076.
- [48] Hoch M, Hickman I, O'Rourke T, et al. Perioperative nutritional practices and associations with delayed gastric emptying in patients undergoing a pancreaticoduodenectomy: a retrospective observational study[J]. Nutr Diet, 2025. doi: 10.1111/1747-0080.70008.
- [49] Pacagnella RC, Souza JP, Durocher J, et al. A systematic review of the relationship between blood loss and clinical signs[J]. PLoS One, 2013, 8(3):e57594. doi:10.1371/journal.pone.0057594.
- [50] Hu Q, Ren H, Ren J, et al. Released mitochondrial DNA following intestinal ischemia reperfusion induces the inflammatory response and gut barrier dysfunction[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 7350. doi: 10.1038/s41598-018-25387-8.
- [51] Liao S, Luo J, Kadier T, et al. Mitochondrial DNA release contributes to intestinal ischemia/reperfusion injury[J]. Front Pharmacol, 2022, 13:854994. doi:10.3389/fphar.2022.854994.
- [52] Ye J, Hu X, Wang Z, et al. The role of mtDAMPs in the trauma-induced systemic inflammatory response syndrome[J]. Front Immunol, 2023, 14:1164187. doi:10.3389/fimmu.2023.1164187.
- [53] Youssef LA, Spitalnik SL. Transfusion-related immunomodulation: a reappraisal[J]. Curr Opin Hematol, 2017, 24(6): 551–557. doi: 10.1097/MOH.0000000000000376.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:刘勔,王恒,孔晓晗,等.术中鼻空肠管置入与腹腔镜胰十二指肠切除术后胃排空延迟的相关性分析[J].中国普通外科杂志, 2025, 34(9):1934–1945. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250118

Cite this article as: Liu M, Wang H, Kong XH, et al. Association between intraoperative nasojejunal tube placement and delayed gastric emptying after laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(9):1934–1945. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250118