



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.014
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.014
Chinese Journal of General Surgery, 2020, 29(9):1126-1133.

· 文献综述 ·

胰十二指肠切除术胰肠吻合技术与胰瘘预防策略研究现状

邓弘扬, 魏丰贤, 徐小东

(兰州大学第二医院 普通外科, 甘肃 兰州 730030)

摘要

胰十二指肠切除术 (PD) 是治疗胰头和壶腹周围恶性肿瘤、部分良性疾病以及癌前病变的标准术式, 胰肠吻合相关术后胰瘘 (POPF) 是该手术导致不良后果的重要原因之一, 给患者及其家庭造成巨大痛苦和经济损失。现有研究表明, POPF 可能是多种因素共同作用的结果, 其中胰肠吻合方式是其独立危险因素之一, 也是外科医师可控制的重要因素之一。但现经报道的胰肠吻合术式虽已过百种, 但均不能回避 POPF, 均未得到完全认可。因此胰腺外科医师仍致力于寻找一种更为可靠的胰肠吻合。现如今, 国内外学者不仅从未停止对于胰肠吻合的探索, 在开发其他预防胰瘘措施方面, 也在不懈努力。基于以上背景, 笔者就胰肠吻合技术现状和 POPF 预防策略进行综述, 旨在减少 POPF 的危害。

关键词

胰十二指肠切除术; 胰管空肠吻合术; 胰腺瘘; 综述文献

中图分类号: R657.5

Current status of pancreaticojejunostomy technique for pancreatoduodenectomy and prevention strategies for pancreatic fistula

DENG Hongyang, WEI Fengxian, XU Xiaodong

(Department of General Surgery, the Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China)

Abstract

Pancreatoduodenectomy (PD) is the standard procedure for the treatment of pancreatic head or periampullary malignancies, and some benign diseases as well as precancerous lesions. Pancreaticojejunostomy-associated postoperative pancreatic fistula (POPF) is one of the important causes for the adverse outcomes of the operation, bringing huge pain and economic loss to the patients and their families. Existing studies suggest that POPF may be the result of multiple factors, and pancreaticojejunostomy is one of the independent risk factors and also one of the important factors that can be controlled by surgeons. However, although there have been more than 100 reported pancreaticoenterostomy methods, POPF cannot be avoided and none of them have been fully recognized. So, pancreatic surgeons are keeping looking for a more reliable anastomosis between the pancreas and intestine. Nowadays, scholars at home and abroad have never stopped exploring pancreaticojejunostomy, and they are also making unremitting efforts in developing other measures to prevent pancreatic fistula. Based on the above background, the authors reviews the current situation of pancreaticojejunostomy and POPF prevention strategies,

基金项目: 甘肃省自然科学基金资助项目 (145RJZA177); 兰州大学第二医院“萃英科技创新”计划资助项目 (CY2019-BJ02); 兰州大学第二医院 2016 年度硕士生导师科研基金资助项目 (sdkyjj-08)。

收稿日期: 2020-01-09; **修订日期:** 2020-08-16。

作者简介: 邓弘扬, 兰州大学第二医院硕士研究生, 主要从事胰腺疾病方面的研究。

通信作者: 徐小东, Email: 13893273850@163.com

so as to help reduce the harm of POPF.

Key words

Pancreaticoduodenectomy; Pancreaticojejunostomy; Pancreatic Fistula; Review

CLC number: R657.5

胰十二指肠切除术(pancreatoduodenectomy, PD)是治疗胰头和壶腹周围恶性肿瘤、部分良性疾病以及癌前病变的标准术式,其以手术程序复杂、并发症多、病死率高等特点,是普通外科难度较高的标志性手术之一。该手术在进行远端胃、十二指肠、胆管、胆囊以及胰头切除后,后续进行消化道重建:胰肠吻合、胆肠吻合及胃肠吻合。随着理论知识的更新以及技术的进步,PD的病死率在高水平手术的医疗中心虽已经下降至3%~5%^[1],但胰肠吻合相关术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)作为该手术的主要并发症之一,发生率仍高达10%~30%^[2],也是该手术导致不良后果的重要原因之一^[3],给患者及其家庭造成巨大痛苦和经济损失。因此尽可能减少POPF的发生率以及减轻POPF产生的负面影响,是胰腺外科医生需着重解决的问题。

现有的研究^[4]表明,POPF的发生可能是多种因素共同作用的结果,其中可能的患者因素方面包括患者的体质量指数、营养状况、术前胆红素指标、术前是否有糖尿病等,胰腺因素方面包括胰腺质地(软胰腺)、胰管直径(管径<3 mm)以及病灶病理类型^[5](壶腹周围癌,十二指肠肿瘤等)等,手术因素方面包括胰肠吻合方式、术者的经验和熟练度、术中失血量(>1 000 mL)等。其中胰肠吻合方式是POPF的独立危险因素,也是外科医师可控制的重要因素之一。现经报道的胰肠吻合术式虽已过百种,但均不能回避POPF,均未得到完全认可,因此胰腺外科医师不断致力于寻找一种更为可靠、可被广泛接受的胰肠吻合。特别是对于缺乏PD手术经验的医师,如果有一种定式的标准化胰肠吻合供选择,可能有利于降低POPF率,提高手术质量^[6]。

现如今,为了提高PD的手术质量,减少胰瘘发生,降低PD的不良预后发生率,国内外学者不仅对于胰肠吻合的探索从未止步,在开发其他预防胰瘘措施方面,也在不懈努力。基于以上背景,本文就胰肠吻合技术现状和POPF预防策略进

行综述,在胰肠吻合方式的应用方面给予医生更多选择,在PD术患者的管理方面提供更多思考,旨在减少POPF的危害。

1 胰肠吻合技术发展现状

1.1 经典的胰管空肠黏膜端侧吻合

1996年Kakita等^[7]报道了一种简单的胰肠吻合,其中胰管空肠黏膜间断缝合,主胰管里放置外引流管,胰液引流出腹腔,并在术后4周取出,胰腺断端与空肠作单层缝合,减少缝针数量。他认为过多的缝线会导致吻合口缺血坏死甚至脱落,缝线6~8根,胰管可仅放置引流管不做缝合。Kakita吻合全程运用的单纯间断缝合方式使得该方法简单易实施,后续也成为了日本被广泛应用的胰肠吻合方式之一^[8]。

Blumgart在其2000年出版的第3版《肝脏与胆道外科》专著中首次描述Blumgart胰肠吻合,胰腺前后壁均与空肠浆膜采用U型双层缝合,胰管与空肠黏膜4次间断缝合,不常规放置胰管支撑管,最后在胰腺上下缘各放置1条腹腔引流管。该方法的不同在于其运用的U形贯穿胰腺的方法,这种方法使得胰管对肠黏膜的吻合更方便,对吻合口血流的负面影响较小。该法作为经典的胰管空肠黏膜对黏膜吻合,成为了国际上最受欢迎的胰肠吻合之一,后续许多学者均在Blumgart吻合的基础上进行改良。

1.2 胰肠端端吻合

1996年彭淑牖团队发明了“捆绑式”胰肠吻合,该法同样为了降低胰瘘发生率一反胰肠端侧吻合的常态,胰腺断端套入空肠腔,通过捆绑使空肠黏膜紧贴胰腺残端,胰腺残端与空肠的缝合不穿透浆肌层,无针孔外露,不放置胰管导管^[9]。

“捆绑式”胰肠吻合避开了通过穿透胰腺缝线针孔的胰瘘,具报道该方法初期行150例PD无1例胰瘘^[10],后来也成为了国内外主流胰肠端端吻合之一,该吻合也被法国学者称为彭氏吻合。

陈孝平团队也开发了一种其称为“陈氏双U形

贯穿缝合法”胰肠端端套入式吻合，其双U形缝合只有2~4次，程序较简单，这种缝合方法可以最大程度减少牵引力对软胰腺的损伤，吻合时间也比较短，中位吻合时间仅仅10.5 min^[11]。这种方法与“捆绑式”胰肠吻合方法不同之处在于其放置了胰管内支撑管，防止结扎后带来的胰管狭窄，此外缝线需要穿过肠浆膜层于浆膜表面打结，有针孔外露，但是缝线牵扯的组织更多，增加了牢固性，使得肠袢不易滑脱。

1.3 微创PD术的胰肠吻合

随着微创理念的普及，高新技术更多的应用到医疗领域，腹腔镜技术和能量器械应运而生。国内外学者开始尝试腹腔镜下胰十二指肠切除术（laparoscopic pancreatoduodenectomy, LPD），1994年Gagner等^[12]首次描述了1例腹腔镜下保留幽门的PD，行胰肠端侧吻合，胰管内放置支架并引出腹腔，但他当时觉得该手术并没有给患者术后恢复带来收益。后续尝试腹腔镜下胰肠吻合的学者也大多采用端侧吻合，Blumgart吻合及其改良版本是被国内外学者应用于微创PD术最广泛的方法之一^[13-14]。由于腹腔镜下胰肠吻合的复杂性、手术时间长以及强行吻合的质量较低，腹腔镜下胰肠吻合初期发展较为缓慢^[15-16]，直到现在LPD的安全性有效性也并未得到完全肯定^[17-18]。

2016年洪德飞等^[19]报道的“洪氏一针法”胰管空肠吻合被其应用于LPD，该方法选择管径与胰管匹配并带侧孔的引流管置入胰管，并缝合固定，充分引流胰液并引导胰管与空肠黏膜的愈合。空肠破口处做一荷包缝合，如胰管和引流管之间存在间隙，也需缝闭，防止胰液肠液外漏。该法的吻合步骤更多集中在了胰管的吻合，于空肠破口和胰腺断端分别固定的胰管内引流管或可保证其更加稳固严密。目前国内外研究报道的腹腔镜下胰肠吻合已逾多种，本文不再一一赘述，腹腔镜下胰肠吻合质量很大程度取决于术者对腹腔镜手术操作熟练度以及是否度过了LPD术的学习曲线，而在选择胰肠吻合方式上依然没有定论。

Wang等^[20]在进行了一项包含了1 029例患者的关于LPD的多中心研究后，建议未来的腹腔镜下的胰肠吻合一方面应使用嵌入式端侧吻合，不缝合胰管，这样可以缩短手术时间，另一方面利用空肠封闭胰腺断端，这样可能降低90 d内再入院率。

现如今，达芬奇手术机器人系统陆续在各大

医疗中心装机，该系统相比于腹腔镜系统可以避开人手的颤抖，加之高清3D视角、眼手协调、7个可以复制人手部动作的机械臂以及坐姿操作的低疲劳感，使得机器人胰十二指肠切除术（robotic pancreatoduodenectomy, RPD）更稳定更灵活更精确，重建消化道也更方便^[21]。刘荣团队于2018年报道了一种可应用于RPD的胰肠吻合方式，其命名为单针全层胰肠吻合（301式），初期行该吻合的10例患者仅3例生化漏，无B/C级胰瘘，无术后腹腔出血及二次手术，无术后30 d再入院和死亡病例^[22]。该方法于水平方向行2次“8”字缝合，防止胰腺残端出血并把分支胰管封闭防止胰瘘，主胰管内支撑管另一端置入肠道，胰管与空肠黏膜未予缝合，随后胰腺实质与空肠浆肌层之间单层连续缝合，缝线可均匀收紧胰腺残端和空肠壁，尽可能少的缝线可保证吻合口血供，同样简化了吻合程序，这种吻合方式适合主胰管管径小的患者^[23-24]。该种吻合方式特点即简单，缝合集中在缝合胰腺和肠壁之间，避免胰管的缺血，未来或可为RPD领域提供更多参考。

2018年一项来自欧洲的67个医疗中心包含4 220例患者的对于微创PD术（minimally invasive pancreatoduodenectomy, MIPD）（腹腔镜、机器人、混合）与开放胰PD术（open pancreatoduodenectomy, OPD）的疗效比较，结果发现MIPD与OPD在主要并发症率、病死率、住院时间方面无差异，但MIPD相比OPD术后B/C级胰瘘率（23% vs. 13%， $P < 0.001$ ）更高，单层胰肠吻合与MIPD的POPF相关（ $OR = 2.95$ ， $P < 0.001$ ），但与OPD无相关性^[25]。

1.4 胰胃吻合

胰胃吻合自1946年Waugh首次应用于临床，也经历了很多改良，其设计初衷是为了减少POPF，但相比于胰肠吻合降低POPF的效果一直都存在争议。Jin等^[26]对胰肠吻合和胰胃吻合的11个随机对照试验进行了荟萃分析，结果显示两组间B、C级POPF发生率无差异，但胰肠吻合组的术后出血率显著高于胰胃吻合组。另一个设计诱因是由于部分胰腺断端较大，行胰肠端端吻合无法套入肠腔，彭淑牖团队^[27]2008年提出了“捆绑式”胰胃吻合，吻合口完全位于胃腔内，胃液平面之上，胰胆分道降低胆瘘的可能性。总的来说，目前关于胰肠吻合的报道相比胰胃吻合更广泛，胰

胃吻合的可行性尚需要更多的临床实践和研究进一步验证。

2 胰瘘的预防策略

2.1 术后胰瘘分级

为了便于描述,减少对于POPF的认识差异,2005年国际胰腺学会提出了相对客观的POPF分级标准(ISGPF),把POPF分为A、B、C级,但描述分级定义较复杂且模糊。于2016年作修订^[28],由于原来A级胰瘘对患者造成的影响几乎无临床意义,但又不能忽视,将A级胰瘘改为“生化漏”,并定义其为引流管内引流液淀粉酶指标高于血清正常值3倍,B、C级胰瘘的定义也更为简洁、明了,之后的研究也均参考该种分级标准。新胰瘘分级的推出,使得胰瘘严重程度的定义更加清晰,为医生在POPF方面的工作提供了指导。

2.2 胰瘘风险评分

为了指导POPF的预防以及干预,2013年Callery等^[29]开发了一种临床相关的胰瘘的风险评分(fistula risk score, FRS),该标准按胰腺质地、胰管管径、病理、术中失血量的不同评分,采用10分制计分,并划分了四个风险等级,经过前瞻性队列验证得知,评分为0的患者无POPF发生,评分超过7分的患者都发生了POPF。McMillan等^[30]2016年利于该评分系统回顾性分析了不同国家的15个机构55名外科医生和4 301例Whipple手术,结果表明不同外科医生和机构之间的POPF发生风险及发生率具有显著差异,手术方案的制定也会影响POPF的发生。

2019年5月Mungroop等^[31]对该评分系统进行了修改,设计了可以术前评估POPF风险的标准,即改进的胰瘘风险评分(alternative fistula risk score, a-FRS)。他们认为术中出血量由手术质量决定,因此不能用于风险的预测,另一方面尽管经验丰富的胰腺外科医生可以术中以90%的正确率判断病理类型,但是他们的目标是术前评估,因此他们把术中出血和病理类型删除,增加体质量指数作为评价标准。在1 924例患者中使用2005年胰瘘分级验证:a-FRS vs. FRS (AUC: 0.78 vs. 0.75, $P=0.03$),用2016年胰瘘分级验证:a-FRS vs. FRS (AUC: 0.72 vs. 0.70, $P=0.05$),可见a-FRS的预测能力与FRS无统计学差异。总之FPS和a-FRS的提出,可以指导胰腺外科医生对PD患者采

取不同的预防措施,手术方案的制订,也对胰瘘的研究提供了方便。

2019年9月Mungroop等^[32]对a-FRS在7个国家26个医疗机构的952例MIPD进行验证,结果发现男性($OR=1.9$, $95\% CI=1.4\sim 2.7$)是MIPD的POPF的重要危险因素,单层胰肠吻合($OR=4.6$, $95\% CI=2.8\sim 7.6$)与LPD的POPF相关。因此他们提出了升级版a-FRS(updated alternative fistula risk score, ua-FRS),ua-FRS添加了男性作为评价指标,同时适用于MIPD和OPD。

同样适用于PD的还有Braga风险评估分数^[33],但该标准不限于评估POPF风险,同样适用PD的其他主要术后并发症,其评估POPF风险的作用在后续研究得到证实^[34]。总之,无论FRS还是Braga评分,它们可以帮助胰腺外科医生早期识别POPF高风险患者,针对该差异在围手术期采取应对措施,也可以帮助患者在手术前对自己手术预后知情,结合自身情况,作为决策的参考。

2.3 胰腺外科医生技术评分分级

外科医生的手术技术熟练程度也是影响POPF发生的最重要的因素之一,1997年Martin等^[35]报道了外科住院医师客观技术结构化技能评价标准(objective structured assessment of technical skill, OSATS),在之后的研究中,也得到了证明。Azari等^[36]甚至利于该评分结合计算机,实现了对外科医生技术自动化评级。2016年Hogg等^[34]设计了胰肠吻合分步评分(pancreaticojejunostomy step-by-step variables, PJVs),该模型共115分,用于评价外科医生胰肠吻合技术水平。在评估胰肠吻合方面, >105 分对POPF有预测价值($P=0.039$),在胰管对空肠黏膜吻合方面, >50 分对POPF有显著预测作用($P=0.0053$),但该模型尚需要进一步验证。总之,目前对于外科医师技术评价指标存在很强主观性,未来可能需要借助计算机或人工智能才能达到最客观的评估。

2.4 胰腺质地和胰管管径的评估

软胰腺和小胰管胰腺均是POPF的高危因素之一,也各是FRS的评价指标之一,因此测量出胰腺质地和胰管管径,有助于鉴别POPF的高危患者,其中胰腺的脂肪含量和纤维化可以作为胰腺质地评价指标之一。Hong等^[37]回顾性研究了CT的Hounsfield单位直方图(Hounsfield unit histogram analysis, HUHA)测量胰腺脂肪含量,其中POPF

组相比非胰瘘组HUHA-A显著升高 ($P<0.01$), 平均CTHU (CT Hounsfield unite) 显著降低 ($P<0.01$), HUHA-A与POPF发生有中等强度相关性 ($r=0.60$, $P<0.01$), 平均CTHU与POPF发生有弱相关性 ($r=-0.27$, $P<0.01$), HUHA-A和平均CTHU预测POPF的AUC分别为0.86和0.65 ($P<0.01$), 预测软胰腺的AUC分别为0.86和0.64 ($P<0.01$)。Shi等^[38]报道称MR弹性成像可以量化胰腺质地, 轴位T2加权像可以测量胰管直径。其他还有MR光谱技术 (MR spectroscopy, MRS) 和MR化学移位成像 (MR chemical shift imaging, CS-MR) 均被报道可以测量胰腺脂肪含量^[39]。总之, 对于术前评估胰腺质地和胰管管径有可能实现, 未来或许可以成为指导降低POPF发生率的方法。

2.5 预防胰瘘措施

目前胰腺外科在识别出高风险POPF患者后, 可以改作胰胃吻合、套入式吻合或者放置补片、腹腔内引流、置入吻合口支架、预防性使用奥曲肽以及使用生物密封剂等。最近的一项来自17个医疗机构62位外科医生5 223例PD的多元回归分析和倾向评分匹配的报告称^[40], 在POPF的高危患者中, 胰胃吻合、预防性使用奥曲肽和无吻合口支架与POPF率增高相关 ($P<0.001$), 放置吻合口支架 ($OR=0.45$, $95\% CI=0.25\sim0.81$)、无预防性使用奥曲肽 ($OR=0.49$, $95\% CI=0.30\sim0.78$) 与POPF率降低独立相关。倾向评分匹配群体中, 最佳的预防措施为放置吻合口支架和无预防性使用奥曲肽, 它们与POPF率降低相关 ($13.2\% vs. 33.5\%$, $P<0.001$)。Mazzafarro等^[41]针对高危POPF患者氯丁橡胶永久性闭塞胰管 (pancreatic duct occlusion, PDO) 进行一项前瞻性研究, 对于FRS ≥ 6 分的患者行PDO, FRS ≤ 5 分的患者行胰肠吻合, 最终PDO相比胰肠吻合组病死率比为25.5% vs. 24.5% ($P=0.91$), B级胰瘘率比为5.9% vs. 2% ($P=0.62$), C级胰瘘率比为11.8% vs. 16.3% ($P=0.51$)。总之目前针对高危POPF患者, 可以选择放置吻合口支架或PDO, 不推荐预防性使用奥曲肽。

2.6 腹腔镜胰十二指肠切除术的学习曲线

由于LPD术的复杂性, 其安全性一直存在争议, 近年来的研究表明评估LPD术的学习曲线以建立培训计划, 或许是引导LPD术提高安全性的一种方法^[17, 42]。有报道^[17]称LPD术的术后结局与学习曲

线相关, 并提出了学习曲线的初始期、技术能力胜任期、技术挑战期, 其中技术挑战期是被认为完全克服了学习曲线。Kim等^[42]利用119例患者的临床数据并使用CUSUM (cumulative summation, CUSUM) 方法分析了学习曲线, 结果表明LPD术的中转开腹率和严重术后并发症率从第60例开始下降, 直到第84例才趋于稳定。Nakagawa等^[43]分析了3名医生的各50例患者, 结果称进行30例LPD术之后, 手术时间和出血量才开始稳定, 并提出学习曲线的3个阶段: 初始阶段 (1~20例)、平稳阶段 (20~30例) 以及稳定阶段 (30~50例)。对于RPD术来说, 定义其学习曲线同样可以指导外科医生进行专门的培训从而度过手术困难期^[44]。总之, 较长的学习曲线以及学习曲线初始阶段较高的不良事件发生率可能是LPD术发展的主要的阻碍, 未来对于LPD术的培训和教育方面仍需要完善, 以缩短学习期, 最小化学习期早期阶段的不良后果。

3 小结与展望

近年来, 由于国内外学者不断地探索更好的胰肠吻合, 胰肠吻合也进入了百花齐放、百家争鸣的时代。但目前的胰肠吻合仍存在难题, 如缝线少就易产生切割尤其不适用软胰腺、缝线密度高或打结过紧吻合口易缺血坏死、小胰管行胰管对黏膜缝合难度过大等。未来在缝合的针距、打结的松紧度、缝线的数量、以及胰管的处理等方面仍是胰腺外科需要思考的问题, 在各个吻合步骤间, 探索出最佳的“平衡点”, 优化现有的胰肠吻合术。面对POPF, 未来可以利于各种胰瘘风险评估标准术前识别出高风险患者, 利用手术模拟系统, 提升医生熟练度, 帮助其度过学习曲线。对于POPF高危患者, 术前个体化选择胰肠吻合方式及围手术期管理方案, 尽可能控制POPF发生及其他手术风险。相信未来能开发出可被广泛接受的、定式的胰肠吻合方式, 也会探索出其他更科学有效的胰瘘预防措施。

参考文献

- [1] D'Cruz JR, Misra S, Shamsudeen S. Pancreaticoduodenectomy[M]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2020.
- [2] Han IW, Cho K, Ryu Y, et al. Risk prediction platform for pancreatic

- fistula after pancreaticoduodenectomy using artificial intelligence[J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26(30):4453–4464. doi: 10.3748/wjg.v26.i30.4453.
- [3] 曹昕彤, 申鼎成, 黄耿文, 等. 胰十二指肠切除术后胰痿的预测因素筛选及预测模型构建的单中心前瞻性研究[J]. *中国普通外科杂志*, 2019, 28(9):1115–1122. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.013.
- Cao XT, Shen DC, Huang GW, et al. A single center prospective study of screening predictive factors and building predictive model for postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2019, 28(09):1115–1122. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.013.
- [4] Hirono S, Shimokawa T, Nagakawa Y, et al. Risk factors for pancreatic fistula grade C after pancreaticoduodenectomy: A large prospective, multicenter Japan-Taiwan collaboration study[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2020, doi: 10.1002/jhbp.799. [Online ahead of print]
- [5] 赖旭晟, 王先法, 潘军海. 补片加固胰腺残端在胰腺消化道重建中的应用[J]. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2019, 8(4):289–293. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2019.04.003.
- Lai XC, Wang XF, Pan JH. Application of patch reinforcement of pancreatic stump in digestive tract reconstruction of pancreatic surgery[J]. *Chinese Journal of Hepatic Surgery*, 2019, 8(4):289–293. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2019.04.003.
- [6] 孙文兵. 降低胰十二指肠切除术后胰痿发生率和严重性的细节性措施[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2019, 25(7):481–486. doi:10.3760/cma.j.issn.1007-8118.2019.07.001.
- Sun WB. Detailed measures to reduce the incidence and severity of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. *Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery*, 2019, 25(7):481–486. doi:10.3760/cma.j.issn.1007-8118.2019.07.001.
- [7] Kakita A, Takahashi T, Yoshida M, et al. A simpler and more reliable technique of pancreatojejunal anastomosis[J]. *Surg Today*, 1996, 26(7):532–535. doi:10.1007/bf00311562.
- [8] Fujii T, Sugimoto H, Yamada S, et al. Modified Blumgart anastomosis for pancreatojejunal anastomosis: technical improvement in matched historical control study[J]. *J Gastrointest Surg*, 2014, 18(6):1108–1115. doi:10.1007/s11605-014-2523-3.
- [9] Peng S, Mou Y, Cai X, et al. Binding pancreaticojejunostomy is a new technique to minimize leakage[J]. *Am J Surg*, 2002, 183(3):283–285. doi: 10.1016/s0002-9610(02)00792-4.
- [10] 彭淑牖, 刘颖斌, 牟一平, 等. 捆绑式胰肠吻合术-150例临床应用[J]. *中华医学杂志*, 2002, 82(6):368–370. doi:10.3760/j.issn:0376-2491.2002.06.004.
- Peng SY, Liu YB, Mou YP, et al. Binding pancreaticojejunostomy: clinical report of 150 cases[J]. *National Medical Journal of China*, 2002, 82(6):368–370. doi:10.3760/j.issn:0376-2491.2002.06.004.
- [11] Chen XP, Huang ZY, Lau JW, et al. Chen's U-suture technique for end-to-end invaginated pancreaticojejunostomy following pancreaticoduodenectomy[J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21(13):4336–4341. doi: 10.1245/s10434-014-3823-2.
- [12] Gagner M, Pomp A. Laparoscopic pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy[J]. *Surg Endosc*, 1994, 8(5):408–410. doi: 10.1007/bf00642443.
- [13] Morató O, Poves I, Burdío F, et al. Evaluation of the learning curve for laparoscopic pancreaticoduodenectomy by CUSUM analyses. Cohort study[J]. *Int J Surg*, 2020, 80:61–67. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.05.009.
- [14] 刘国华, 谭小宇, 戴东, 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*, 2020, 29(3):276–283. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.004.
- Liu GH, Tan XY, Dai D, et al. Application of modified Blumgart pancreaticojejunostomy in pancreaticoduodenectomy in pancreaticoduodenectomy[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2020, 29(3):276–283. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.004.
- [15] 林先盛, 黄强, 杨骥, 等. 腹腔镜胰十二指肠切除术单中心73例经验总结[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(3):284–290. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.005.
- Lin XS, Huang Q, Yang J, et al. A single center experience with 73 cases of laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2020, 29(3):284–290. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.005.
- [16] 张智勇, 常虎林, 海军, 等. 腹腔镜胰十二指肠切除术的临床应用:附22例报告[J]. *中国普通外科杂志*, 2019, 28(9):1075–1081. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.007.
- Zhang ZY, Chang HL, Hai J, et al. Experience in clinical application of laparoscopic pancreaticoduodenectomy: a report of 22 cases[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2019, 28(9):1075–1081. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.007.
- [17] Qin R, Kendrick ML, Wolfgang CL, et al. International expert consensus on laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. *Hepatobiliary Surg Nutr*, 2020, 9(4):464–483. doi: 10.21037/hbsn-20-446.
- [18] Jin W, Cheung TTT, Mou Y. Laparoscopic pancreaticoduodenectomy for pancreatic cancer: a hope or hype?[J]. *Hepatobiliary Surg Nutr*, 2020, 9(3):388–390. doi: 10.21037/hbsn-20-356.
- [19] 洪德飞, 刘亚辉, 张宇华, 等. 腹腔镜胰十二指肠切除术“洪氏一针法”胰管空肠吻合的临床应用[J]. *中华外科杂志*, 2017, 55(2):136–140. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.02.012.

- Hong DF, Liu YH, Zhang YH, et al. The role of Hong's single-stitch duct to mucosa pancreaticojejunostomy in laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2017, 55(2):136–140. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2017.02.012.
- [20] Wang M, Peng B, Liu J, et al. Practice Patterns and Perioperative Outcomes of Laparoscopic Pancreaticoduodenectomy in China: A Retrospective Multicenter Analysis of 1029 Patients[J]. *Ann Surg*, 2019, doi: 10.1097/SLA.0000000000003190. [Online ahead of print]
- [21] Kornaropoulos M, Moris D, Beal EW, et al. Total robotic pancreaticoduodenectomy: a systematic review of the literature[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(11):4382–4392. doi: 10.1007/s00464–017–5523-z.
- [22] 刘荣, 刘渠, 赵之明, 等. 单针全层胰肠吻合(301式)在胰十二指肠切除术中的应用[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2018, 23(11):854–857. doi:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2018.11.854.
- Liu R, Liu Q, Zhao ZM, et al. Application of a novel technique of pancreaticojejunostomy in pancreaticoduodenectomy[J]. *Journal of Laparoscopic Surgery*, 2018, 23(11):854–857. doi:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2018.11.854.
- [23] Liu Q, Zhao Z, Gao Y, et al. Novel single-layer continuous suture of pancreaticojejunostomy for robotic pancreaticoduodenectomy[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2020, 27(2):56–63. doi: 10.1002/jhbp.682.
- [24] 赵之明, 汪洋, 刘荣. 机器人胰十二指肠切除术的技术创新[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(3):255–259. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2020.03.001.
- Zhao ZM, Wang Y, Liu R. Technical innovation in robotic pancreaticoduodenectomy[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2020, 29(03):255–259. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2020.03.001.
- [25] Klompmaker S, van Hilst J, Wellner UF, et al. Outcomes After Minimally-invasive Versus Open Pancreatoduodenectomy: A Pan-European Propensity Score Matched Study[J]. *Ann Surg*, 2020, 271(2):356–363. doi: 10.1097/sla.0000000000002850.
- [26] Jin Y, Feng YY, Qi XG, et al. Pancreatogastrostomy vs pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy: An updated meta-analysis of RCTs and our experience[J]. *World J Gastrointest Surg*, 2019, 11(7):322–332. doi: 10.4240/wjgs.v11.i7.322.
- [27] 金赞, 李江涛, 彭淑牖. 捆绑式胰胃吻合术[J]. *中华肝胆外科手术学电子杂志*, 2017, 6(3):153–155. doi:10.3877/cma.j.issn.2095–3232.2017.03.001.
- Jin Y, Li JT, Peng SY. Binding pancreaticogastrostomy[J]. *Chinese Journal of Hepatic Surgery*, 2017, 6(3):153–155. doi:10.3877/cma.j.issn.2095–3232.2017.03.001.
- [28] 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.
- [29] Callery MP, Pratt WB, Kent TS, et al. A prospectively validated clinical risk score accurately predicts pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy[J]. *J Am Coll Surg*, 2013, 216(1):1–14. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.09.002.
- [30] McMillan MT, Soi S, Asbun HJ, et al. Risk-adjusted Outcomes of Clinically Relevant Pancreatic Fistula Following Pancreatoduodenectomy: A Model for Performance Evaluation[J]. *Ann Surg*, 2016, 264(2):344–352. doi: 10.1097/SLA.0000000000001537.
- [31] Mungroop TH, van Rijssen LB, van Klaveren D, et al. Alternative Fistula Risk Score for Pancreatoduodenectomy (a-FRS): Design and International External Validation[J]. *Ann Surg*, 2019, 269(5):937–943. doi: 10.1097/sla.0000000000002620.
- [32] Mungroop TH, Klompmaker S, Wellner UF, et al. Updated Alternative Fistula Risk Score (ua-FRS) to Include Minimally Invasive Pancreatoduodenectomy: Pan-European Validation[J]. *Ann Surg*, 2019, doi: 10.1097/SLA.0000000000003234. [Online ahead of print]
- [33] Braga M, Capretti G, Pecorelli N, et al. A prognostic score to predict major complications after pancreaticoduodenectomy[J]. *Ann Surg*, 2011, 254(5):702–707. doi: 10.1097/SLA.0b013e31823598fb.
- [34] Hogg ME, Zenati M, Novak S, et al. Grading of Surgeon Technical Performance Predicts Postoperative Pancreatic Fistula for Pancreaticoduodenectomy Independent of Patient-related Variables[J]. *Ann Surg*, 2016, 264(3):482–491. doi: 10.1097/SLA.0000000000001862.
- [35] Martin JA, Regehr G, Reznick R, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents[J]. *Br J Surg*, 1997, 84(2):273–278. doi: 10.1046/j.1365–2168.1997.02502.x.
- [36] Azari DP, Frasier LL, Quamme SRP, et al. Modeling Surgical Technical Skill Using Expert Assessment for Automated Computer Rating[J]. *Ann Surg*, 2019, 269(3):574–581. doi: 10.1097/sla.0000000000002478.
- [37] Hong W, Ha HI, Lee JW, et al. Measurement of Pancreatic Fat Fraction by CT Histogram Analysis to Predict Pancreatic Fistula after Pancreaticoduodenectomy[J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(4):599–608. doi: 10.3348/kjr.2018.0557.
- [38] Shi Y, Liu Y, Gao F, et al. Pancreatic Stiffness Quantified with MR Elastography: Relationship to Postoperative Pancreatic Fistula after Pancreaticoduodenectomy[J]. *Radiology*, 2018, 288(2):476–484. doi: 10.1148/radiol.2018170450.

- [39] Coe PO, Williams SR, Morris DM, et al. Development of MR quantified pancreatic fat deposition as a cancer risk biomarker[J]. *Pancreatol*, 2018, 18(4):429–437. doi: 10.1016/j.pan.2018.04.001.
- [40] Ecker BL, McMillan MT, Asbun HJ, et al. Characterization and Optimal Management of High-risk Pancreatic Anastomoses During Pancreatoduodenectomy[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(4):608–616. doi: 10.1097/sla.0000000000002327.
- [41] Mazzaferro V, Virdis M, Sposito C, et al. Permanent Pancreatic Duct Occlusion With Neoprene-based Glue Injection After Pancreatoduodenectomy at High Risk of Pancreatic Fistula: A Prospective Clinical Study[J]. *Ann Surg*, 2019, 270(5):791–798. doi: 10.1097/sla.0000000000003514.
- [42] Kim S, Yoon YS, Han HS, et al. Evaluation of a single surgeon's learning curve of laparoscopic pancreaticoduodenectomy: risk-adjusted cumulative summation analysis[J]. *Surg Endosc*, 2020, doi: 10.1007/s00464-020-07724-z. [Online ahead of print]
- [43] Nagakawa Y, Nakamura Y, Honda G, et al. Learning curve and surgical factors influencing the surgical outcomes during the initial experience with laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2018, 25(11):498–507. doi: 10.1002/jhbp.586.
- [44] Marino MV, Podda M, Pisanu A, et al. Robotic-assisted Pancreatoduodenectomy: Technique Description and Performance Evaluation After 60 Cases[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2020, 30(2):156–163. doi: 10.1097/SLE.0000000000000751.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 邓弘扬, 魏丰贤, 徐小东. 胰十二指肠切除术胰肠吻合技术与胰痿预防策略研究现状[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(9):1126–1133. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.014

Cite this article as: Deng HY, Wei FX, Xu XD. Current status of pancreaticojejunostomy technique for pancreaticoduodenectomy and prevention strategies for pancreatic fistula[J]. *Chin J Gen Surg*, 2020, 29(9):1126–1133. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.014

欢迎订阅《中国普通外科杂志》

《中国普通外科杂志》是国内外公开发行的国家级期刊 (ISSN1005-6947/CN43-1213/R), 面向广大从事临床、教学、科研的普外及相关领域工作者, 以实用性为主, 及时报道普通外科领域的新进展、新观点、新技术、新成果、实用性临床研究及临床经验, 是国内普外学科的权威刊物之一。办刊宗旨是: 传递学术信息, 加强相互交流; 提高学术水平, 促进学科发展; 注重临床研究, 服务临床实践。

本刊由国家教育部主管, 中南大学主办, 中南大学湘雅医院承办。主编中南大学湘雅医院王志明教授, 顾问由中国科学院及工程院院士汤钊猷、吴孟超、吴咸中、汪忠镐、郑树森、黄洁夫、黎介寿、赵玉沛、夏家辉、夏穗生等多位国内外著名普通外科专家担任, 编辑委员会由百余名国内外普通外科资深专家学者和三百余名中青年编委组成。开设栏目有述评、专题研究、基础研究、临床研究、简要论著、临床报道、文献综述、误诊误治与分析、手术经验与技巧、国内外学术动态, 病案报告。本刊已被多个国内外重要检索系统和大型数据库收录, 如: 美国化学文摘 (CA), 俄罗斯文摘 (AJ), 日本科学技术振兴集团 (中国) 数据库 (JSTChina), 中国科学引文数据库 (CSCD), 中文核心期刊 (中文核心期刊要目总览), 中国科技论文与引文数据库 (中国科技论文统计源期刊), 中国核心学术期刊 (RCCSE), 中国学术期刊综合评价数据库, 中国期刊网全文数据库 (CNKI), 中文科技期刊数据库, 中文生物医学期刊文献数据库 (CMCC), 万方数据-数字化期刊群, 中国生物医学期刊光盘版等, 期刊总被引频次、影响因子及综合评分已稳居同类期刊前列。在科技期刊评优评奖活动中多次获奖; 特别是 2017 年 10 月获“第 4 届中国精品科技期刊”, 其标志着《中国普通外科杂志》学术水平和杂志影响力均处于我国科技期刊的第一方阵。

本刊已全面采用远程投稿、审稿、采编系统, 出版周期短, 时效性强。欢迎订阅、赐稿。

《中国普通外科杂志》为月刊, 国际标准开本 (A4 幅面), 每期 120 页, 每月 25 日出版。内芯采用彩色印刷, 封面美观大方。定价 30.0 元 / 册, 全年 360 元。国内邮发代号: 42-121; 国际代码: M-6436。编辑部可办理邮购。

本刊编辑部全体人员, 向长期以来关心、支持、订阅本刊的广大作者、读者致以诚挚的谢意!

编辑部地址: 湖南省长沙市湘雅路 87 号 (湘雅医院内) 邮政编码: 410008

电话 (传真): 0731-84327400 网址: <http://www.zp wz.net>

Email: pw84327400@vip.126.com

中国普通外科杂志编辑部