·指南解读·

机器人胰腺手术国际共识指南（2023版）进展与思考

曹雨[1, 2]，张修平[1]，刘荣[1]

（1. 中国人民解放军总医院第一医学中心 肝胆胰外科医学部，北京 100853；2. 中国人民解放军医学院，北京 100853）

摘　要　随着机器人外科技术和应用的进步，其在胰腺手术领域的应用前景也愈加宽广。近年来研究表明，在部分方面上，机器人胰腺手术与开腹、腹腔镜手术方式相比存在其独特优势。国际微创外科领域呈现不断发展进步的态势，但机器人胰腺手术在临床上的全方面应用仍需要循证医学指导，笔者团队在 2019 年的《机器人胰腺手术国际共识声明》的基础上牵头更新并在 *Hepatobiliary Surgery and Nutrition* 杂志上发表了《机器人胰腺手术国际共识指南（2023 版）》，汇聚来自美国、欧洲和大洋洲等国际的众多微创手术专家，采用世界卫生组织（WHO）《指南制定手册》、GRADE 网格法、德尔菲投票法和 AGREE-II 工具，就系统文献评价后纳入的 176 项研究进行分析，在机器人胰十二指肠切除术、机器人远端胰腺切除术、机器人胰腺中段切除术等话题上进行了详细阐述，经过专家评估和对证据质量及可信度的综合评判，提出了 19 个问题和 14 项建议，有望为我国及国际范围内的综合、专科医院安全、有效开展机器人胰腺手术推广应用提供依据。新版共识还就多个问题指出随机对照研究证据的重要性，这也是促进机器人胰腺手术安全、有效推广进一步努力的方向。

关键词　胰腺肿瘤；机器人手术；多数赞同

中图分类号：R735.9

Advancements and deliberation on the *International Consensus Guidelines on Robotic Pancreatic Surgery (2023 Edition)*

CAO Yu[1,2], ZHANG Xiuping[1], LIU Rong[1]

(1. Department of Hepatobiliary Pancreatic Surgery, First Medical Center, General Hospital of People's Liberation Army of China, Beijing 100853, China;2. Chinese People's Liberation Army Medical School, Beijing 100853, China)

Abstract　With advancements in robotic surgery technology and applications, its prospects in pancreatic surgery are becoming increasingly promising. Recent studies have shown that robotic pancreatic surgery has unique advantages over open and laparoscopic methods in certain aspects. While the international minimally invasive surgery field continues to evolve, the comprehensive clinical application of robotic pancreatic surgery still requires evidence-based medical guidance. Our team has taken the lead in updating and publishing the *International Consensus Guidelines for Robotic Pancreatic Surgery (2023 Edition)* in the journal *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, based on the *International consensus*

statement on robotic pancreatic surgery This effort brought together numerous experts in minimally invasive surgery from the United States, Europe, and Oceania. The analysis of 176 studies included after systematic literature evaluation was conducted using the World Health Organization (WHO) Handbook for Guideline Development, GRADE Grid method, Delphi vote, and AGREE-II instrument. Detailed discussions were provided on topics such as robotic pancreatoduodenectomy, robotic distal pancreatectomy, and robotic central pancreatectomy. Following expert assessments and a comprehensive evaluation of evidence quality and credibility, 19 questions and 14 recommendations were proposed, aiming to provide a basis for the safe and effective promotion of robotic pancreatic surgery in comprehensive or specialty medical centers both in China and elsewhere. The new consensus also emphasizes the importance of randomized controlled trial evidence for several issues, highlighting a direction for further efforts to promote the safe and effective implementation of robotic pancreatic surgery.

Key words　　Pancreatic Neoplasms; Robotic Surgical Procedures; Consensus

CLC number: R735.9

胰腺解剖位于腹膜后，因其位置深入，与众多重要器官及血管相毗邻，手术难度大，涉及器官多，对患者创伤较大，在保障、提升治疗效果的前提下开展精细、微创的胰腺手术始终是胰腺外科医生的努力方向。机器人手术系统依据其放大视野、操作稳定性和相较于腹腔镜手术操作器械的更大转向能力，为微创入路手术提供了新的方案。

为使机器人胰腺手术的安全、有效推广具备更加全面、严谨的应用前提，2019 年笔者团队发起并联合世界范围内本领域各专家团队制定了《机器人胰腺手术国际共识声明》（简称"2019 版共识"）[1]。结合近年来此领域的新研究成果，团队在 2019 版共识的基础上牵头并在 *Hepatobiliary Surgery and Nutrition* 上发表了《2023 版机器人辅助胰腺手术国际共识指南》（简称"2023 版共识"）[2]，汇聚来自美国、欧洲和大洋洲等国际的众多微创手术专家，采用世界卫生组织（WHO）《指南制定手册》、GRADE 网格法、德尔菲投票法和 AGREE-II 工具，就系统文献评价后纳入的 176 项研究进行分析，围绕机器人远端胰腺切除术（robotic distal pancreatectomy，RDP）、机器人胰腺实质保留手术、机器人胰十二指肠切除术（robotic pancreaticoduodenectomy，RPD）的适应证、优势及学习曲线等方面进行讨论，经过专家评估和对证据质量及可信度的综合评判，提出了 19 个问题和 14 项建议。新纳入共识中的内容还包括本团队近

些年提出的胰管修复外科理论等修补、吻合技术，并新增了新辅助治疗患者机器人胰腺手术等。有望为我国、国际范围内的综合、专科医院安全、有效开展机器人胰腺手术推广应用提供依据。本文将结合笔者团队近年来机器人胰腺手术大量实践的经验基础上对最新的共识指南展开探讨。

1　RDP

RDP 适用于胰腺远端的良、恶性肿瘤切除，2023 版共识在 RDP 可行性及总体优势的认识上与 2019 版共识基本一致，与开放远端胰腺切除术（open distal pancreatectomy，ODP）相比，RDP 与较少的术中出血量和较短的住院时间相关；对于胰腺远端切除术（distal pancreatectomy，DP），脾切除与术后感染和心血管并发症相关，故如无脾切除适应证则尽量选择在术中保留脾脏。2019 版共识指出，腹腔镜远端胰腺切除术（laparoscopic distal pancreatectomy，LDP）与 RDP 在保脾率上无显著差异，RDP 的脾周血管保留率较 LDP 更高[3]；笔者团队的一项回顾性的倾向性评分研究[4]指出，机器人手术应用于特定良性肿瘤患者的 DP 可以同时提高保留脾及脾周血管的概率。2023 版共识对于此内容进行了更新，研究[5-6]发现，RDP 在保脾方面较 LDP 存在优势，同时具有更低的术中出血量并缩短患者整体住院时间。机器人手术系统具备精细操作和放大视野的优势，通过更准确有效的止血措

施和血管解剖来实现保脾的目的，从而改善患者预后。

关于 RDP 手术的胰腺残端封闭，2023 版共识提出，吻合器和非吻合器的方式均安全可行，在 RDP 中使用加强型吻合器封闭胰腺残端能够潜在性地降低术后胰瘘的可能。

2019 版共识在 RDP 手术费用—效益上进行了探讨，认为现有证据不足以支持 RDP 费用超过 ODP 或 LDP。研究[7-8]表明：虽然 RDP 在手术及器材上的花费更高，但住院时间更短，使患者在住院费用上节约开销，使得患者最终的整体治疗费用不存在显著差异[9]。并且在治疗患者的前提下进行费用—效益的讨论时，不应该只从经济费用出发，还应关注治疗对于患者心理方面的影响及整体预后的差异，Anderson 团队[10]指出进行微创 DP 的患者更乐于接受术后辅助治疗，可能预示着术后患者可获得更佳的预后。2023 版共识对于这部分内容进行了重申和强调，认为应综合评估人体工程学因素、社会因素和个人因素，而不是只关注手术产生的费用。

胰腺远端恶性肿瘤起病隐匿，整体预后差，手术切除及手术切缘阴性是为数不多的预后改善手段，实现手术 R_0 切除自始至终是胰腺外科医生努力的方向[11]。顺行模块化胰脾切除术（radical antegrade modular pancreato-splenectomy，RAMPS）最早于 2003 年由 Strasberg 团队[12-13]提出，相比于常规 DP，RAMPS 能获得更高比例的 R_0 切除、实现更多淋巴结清扫，改善患者预后。既往研究[14]表明，在学习曲线期，从易到难循序渐进开展机器人胰腺手术安全、可行。2023 版共识中推荐越过学习曲线的外科医生可以常规进行机器人 RAMPS（R-RAMPS），对处于学习曲线中的医生来说也是安全且可行的[15]，能获得与常规开腹手术相当的无病生存率和总体生存率[16]。笔者团队开展了"环血管法根治性上翻式胰脾切除术"，充分利用机器人手术视野和操作优势，在 R-RAMPS 步骤结构化和标准化上取得新的进展[17]。

2 机器人胰腺部分切除术

术后胰瘘是胰腺手术最严重的并发症之一[18]。2019 版共识和 2023 版共识均指出机器人胰腺部分切除术、肿瘤剜除术可应用于治疗与主胰管不毗邻的良性、表浅肿瘤[19-20]，2023 版共识进一步肯定了其应用价值，认为其相比于腹腔镜手术展现出较小的中转开腹率，且两者短期预后相当[21]，机器人手术与更小损伤、较快术后恢复、较少术中出血、较短的住院及手术时间相关，并具有与传统开放手术相当甚至更低的胰瘘等主要并发症发生率[22-25]，有助于患者胰腺实质及内外分泌功能的保留[26]。但存在术中出现胰腺管损伤、胰瘘的风险，影响患者预后。依据过去认知对患者行补救性 DP、胰腺断端—十二指肠吻合术、胰十二指肠切除术等大范围消化道重建往往会扩大损伤，导致更多围手术期并发症，增加患者预后不良的风险。

3 机器人胰管修复外科

在胰腺部分切除、摘除及肿瘤剜除术中，尤其在对深部病变的处理上，主胰管存在损伤风险。2019 版共识和 2023 版共识均认为应对术中引起的主胰管损伤进行胰腺切除或胰肠吻合[1-2]。很多团队也在此领域进行了探索，除应用术前影像及术中超声外，2023 版共识鼓励通过术前手段减少来自胰管损伤的潜在胰瘘风险。Misawa 等[27-28]探索性地应用了术前内镜胰管支架置入的方式预防术中损伤，但存在继发胰腺炎风险，未能广泛应用。通过防止漏出的胰液与周遭大血管接触避免胰瘘出血，损伤部位的充分引流和可靠缝合理论上是安全可行的。对于这一构想，笔者团队结合临床经验及效仿工程中桥梁合拢，提出了"胰管（修复）外科"概念，包括胰管架桥修复术、胰腺中段切除后胰腺端–端吻合术、主胰管替代术和分支胰管型胰腺导管内乳头状黏液肿瘤局部切除术等，减少补救性手术并发症，保留原始解剖结构，有望改善患者预后[29]。关于胰管架桥修复术，笔者团队报道了 1 例创新性使用直径适宜的支撑管连接受损主胰管两侧断端，随后再将胰腺创面对合，实现主胰管原位修复，避免胰腺–消化道吻合所导致的医源性损伤[30]，虽然其应用的安全性和长期预后仍需更多研究进一步证明[2]，但该术式的成功实施能够改变胰管损伤后只能行补救性消化道重建的固有认知，扩大胰腺良性手术实施剜除术的适应证，使更多患者避免不必要的手术损伤。

4 机器人胰腺中段切除术（robotic central pancreatectomy，RCP）

胰腺实质保留手术旨在对良性、交界性肿瘤行切除的同时保留更多胰腺实质，达到最大程度保留胰腺内、外分泌功能的目的。

2019 版共识和 2023 版共识均推荐对胰颈、胰体近端的良性、交界性肿瘤、转移瘤行胰腺中段切除术（central pancreatectomy，CP）。但 CP 在保留胰腺内外分泌功能上存在争议：有研究[31]显示，RCP 与 RDP 相比可实现较少的术中出血，但存在较多术后胰瘘等并发症，且未出现显著的术后内、外分泌功能改善；另有研究[32]显示，CP 在治疗胰颈部或近端体部良性或低度恶性肿瘤能最大限度保留胰腺内外分泌功能，伴随相对较高的胰瘘发生率。

目前临床普遍应用的 CP 术式是通过胰腺近端残端缝合、远端胰腺进行胰肠或胰胃吻合从而解决胰腺外分泌的问题。然而这样的术式不仅破坏了消化道的生理完整性，还改变了胰液正常的流出路径，增加了患者的手术创伤，不利于患者消化功能的恢复。鉴于此，笔者团队[33]最初报道了 1 例 RCP、胰管支架置入、胰腺端–端吻合术（荣式 CP）（图 1），用简化手术操作避免胰腺和消化道吻合，即使发生胰瘘，胰酶也不会被肠液激活。为了进一步证实其应用价值，笔者团队陆续开展了 RCP 后胰腺端–端吻合与胰腺断端–肠吻合的对比研究，2023 版共识中指出端–端吻合可具有更短的手术时间及较少术中出血量，但与术后胰瘘相关[34-35]。为了探索胰腺端–端重建在生物力学上的可行性，笔者团队建立了不同缝合方式的 3 种有限元模型，进行拉伸模拟实验证实荣式 CP 能够在拉伸时达成更均匀的应力分布（图 2），减少拉伸时缝线对胰腺组织的切割力，从而使胰腺端–端对拢时可耐受更大的拉力[36]。其推广应用亟待更大样本的后续研究。
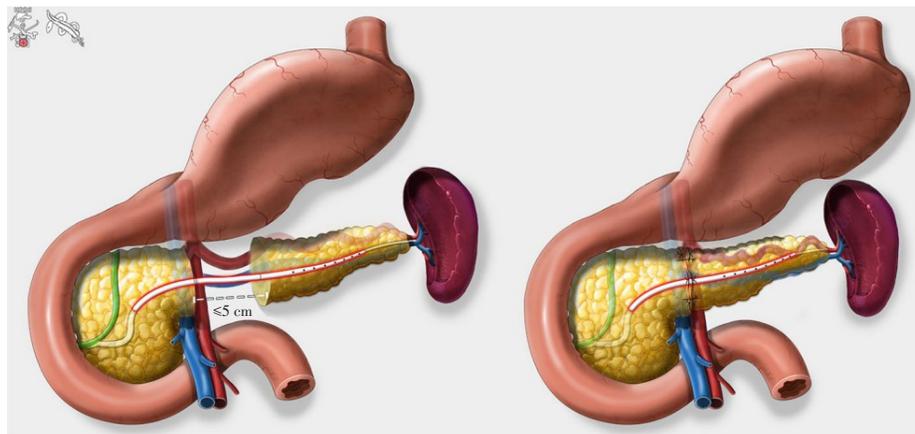

图 1　胰腺端-端吻合术示意图[34]
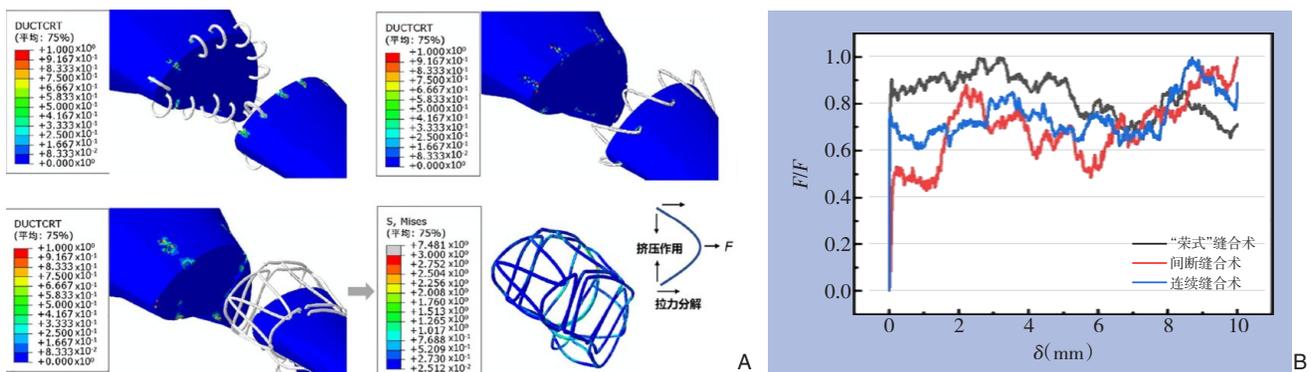**Figure 1　Schematic of end-to-end pancreatic anastomosis[34]**

图 2　胰腺缝合模型拉伸模拟结果[36]　　A：胰腺缝合模型拉伸载荷下的应力分布云图；B：拉伸力-位移曲线
Figure 2　Stretching simulation results of the pancreas suture model[36]　　A: Stress distribution nephogram of pancreas suture model under tensile load; B: Tensile force-displacement curve

在 2019 版共识中，由于众多研究显示 RCP 和开放胰腺中段切除术（open central pancreatectomy，OCP）的比较存在争议，认为没有充分证据表明 RCP 的短期预后优于 OCP[1]。2023 版共识肯定了 RCP 的应用价值，相较于 OCP，RCP 能获得更少的术中出血量，并在术后糖尿病、术后胰瘘和整体并发症情况上与 OCP 相当[37-38]。此外有研究[39]表明，RCP 与较低围手术期病死率相关，但整体各级术后胰瘘概率增加。综上所述，RCP 安全有效，并有望促进保留胰腺颈部及近端体部良性、交界性肿瘤患者术后胰腺内、外分泌功能。

5 RPD

2023 版共识在 RPD 适应证上相较 2019 版共识没有明显变化。但进一步明确了 RPD 的安全性和可行性，相较于传统开放胰十二指肠切除术（open pancreaticoduodenectomy，OPD），RPD 具有更少的术中出血量和更短的患者住院时间，在 R_0 切除率和淋巴结获取率等肿瘤学指标方面与 OPD 相当，甚至在部分经验丰富的医师操作下优于 OPD。

PD 术后胰瘘是影响患者预后的主要并发症之一，RPD 可实现多种胰肠吻合技巧，和传统开放式手术类似，RPD 中最常用的胰肠吻合方式为胰腺空肠吻合，且胰腺空肠吻合、胰胃吻合两种吻合方式的术后胰瘘率无显著差异[40]。结合当前研究，仍无对于胰腺消化道吻合的标准技巧的明确推荐[41]，2023 版共识认为具体选择应根据医生专业技术和偏好而定[2]。目前常用的胰肠吻合方式包括套入式胰肠吻合、胰管黏膜胰肠吻合、Blumgart 吻合等。其中，有研究[42]显示，改良 Blumgart 胰肠吻合是一种能加速胰肠吻合操作且不增加术后并发症发生率的一种胰肠吻合方式有效改良。笔者团队创新性提出"L 孔""R 孔"的概念[43]，并在"L 孔""R 孔"概念的基础上提出了一种"单针全层胰肠吻合（"301"胰肠吻合）"术式[44-45]，可在胰管大小、胰腺质地异质性程度高的患者群体中实现较好的吻合效果，同时具有易于操作的优势，学习曲线较短，与改良 Blumgart 吻合效果相当[46-47]。

近年来，对于交界性可切除和局部进展胰腺癌患者，新辅助化疗能够增加手术 R_0 切除率，筛选对辅助治疗敏感的患者，在改善患者预后方面

具有优势，逐渐成为术前的标准措施[48-49]。2023 版共识在这方面进行了拓展：相比于新辅助化疗后行 OPD，RPD 与更短的住院时间和更高比例的术中足量淋巴结清扫率相关，且患者接受后续辅助化疗比例高，这可能与机器人微创手术创伤小，患者恢复快相关[50]。在交界性可切除肿瘤治疗中，新辅助化疗通过使肿瘤缩小和微转移灶控制争取手术机会，但可能会由于局部化疗药物作用引起的肿瘤组织损伤坏死修复、周围炎性增生，局部失去生理膜性解剖结构，而在一定程度上增加手术难度。借助机器人手术放大视野和精细操作优势有望克服这一困难。对比新辅助化疗后 RPD 和 OPD 的另一项研究[51]提示，RPD 与更短的手术时间、更少的术中出血量和更低的术中输血率相关，同时拥有较高 R_0 切除率，AlMasri 团队[52]开展对技术难度要求高的交界性可切除胰头癌患者行新辅助化疗术后 RPD，进一步肯定了 RPS 在新辅助治疗患者中的应用价值。

6 机器人胰腺手术学习曲线

2019 版共识认为需要 80 例 RPD 手术经验才能达到与 OPD 相当的手术时间，需要 120 例 RPD 手术经验才能实现最少的术中出血量和与 OPD 相当的 90 d 生存率[53]。2023 版共识则认为拥有 40 例 RPD 手术经验后即可在低风险患者中达到与 OPD 相似的预后，50 例 RPD 手术经验即能越过学习曲线[2,54]。另外，2023 版共识认为手术时间作为学习曲线评估的最常用指标并不足够有效，需要更精确的综合评估加强对于 RPD 学习曲线的认识。

2019 版共识和 2023 版共识均指出，越过 RPD 学习曲线的医生有能力进行涉及门静脉、肠系膜上静脉血管的切除和重建的 RPD 手术。在 2023 版共识中，比起单纯行 RPD，涉及门静脉、肠系膜上静脉切除、重建的 RPD 手术和更长的手术时间、更高的中位淋巴结检出数量相关，并在切缘阳性方面无显著差异[55]。在术后胰瘘、主要并发症及病死率等方面无显著差异[56]。关于涉及血管切除重建的 RPD 病例报告发表数量较少，侧面体现了其对术者有较高技术要求[1]。个别研究中，RPD 相比于 OPD 再入院率增加，虽然对比显示两组间患者基线无显著差异，但该研究中 RPD 患者肿瘤恶性程度、进行血管相关操作的比例较低，提示纳

入病例来自初始阶段学习曲线可能性较大，机器人手术在医生越过学习曲线后能进行更为复杂的手术[57]。

7 总结与展望

综上所述，机器人在 PD、DP、CP 等术式中多个方面的安全性、可行性上与传统开放手术方式和腹腔镜手术相当，在部分方面具有独特优势。但 2023 版共识引用文献中回顾性研究数量偏多，部分结论仍有一定局限性，多个问题仍需更多随机对照研究证据对其优势进行证明，这也是促进机器人胰腺手术安全、有效推广的进一步努力方向。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明：曹雨负责资料整理、文章撰写；张修平负责文章修订；刘荣负责文章指导及修订。

参考文献

[1] Liu R, Wakabayashi G, Palanivelu C, et al. International consensus statement on robotic pancreatic surgery[J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2019, 8(4):345−360. doi:10.21037/hbsn.2019.07.08.

[2] Liu R, Abu Hilal M, Besselink MG, et al. International consensus guidelines on robotic pancreatic surgery in 2023[J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2024, 13(1):89−104. doi:10.21037/hbsn−23−132.

[3] Xu SB, Jia CK, Wang JR, et al. Do patients benefit more from robot assisted approach than conventional laparoscopic distal pancreatectomy? A meta-analysis of perioperative and economic outcomes[J]. J Formos Med Assoc, 2019, 118(1 Pt 2):268−278. doi: 10.1016/j.jfma.2018.05.003.

[4] Liu R, Liu Q, Zhao ZM, et al. Robotic versus laparoscopic distal pancreatectomy: a propensity score-matched study[J]. J Surg Oncol, 2017, 116(4):461−469. doi:10.1002/jso.24676.

[5] Rompianesi G, Montalti R, Ambrosio L, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for spleen-preserving distal pancreatectomies: systematic review and meta-analysis[J]. J Pers Med, 2021, 11(6): 552. doi:10.3390/jpm11060552.

[6] Zhou JY, Xin C, Mou YP, et al. Robotic versus laparoscopic distal pancreatectomy: a meta-analysis of short-term outcomes[J]. PLoS One, 2016, 11(3):e0151189. doi:10.1371/journal.pone.0151189.

[7] Baker EH, Ross SW, Seshadri R, et al. Robotic pancreaticoduodenectomy: comparison of complications and cost to the open approach[J]. Int J Med Robot, 2016, 12(3): 554−560.

doi:10.1002/rcs.1688.

[8] Fisher AV, Fernandes-Taylor S, Schumacher JR, et al. Analysis of 90-day cost for open versus minimally invasive distal pancreatectomy[J]. HPB (Oxford), 2019, 21(1):60−66. doi:10.1016/j.hpb.2018.07.003.

[9] Ielpo B, Duran H, Diaz E, et al. Robotic versus laparoscopic distal pancreatectomy: A comparative study of clinical outcomes and costs analysis[J]. Int J Surg, 2017, 48: 300−304. doi: 10.1016/j.ijsu.2017.10.075.

[10] Anderson KL Jr, Adam MA, Thomas S, et al. Impact of minimally invasive vs. open distal pancreatectomy on use of adjuvant chemoradiation for pancreatic adenocarcinoma[J]. Am J Surg, 2017, 213(4):601−605. doi:10.1016/j.amjsurg.2017.01.005.

[11] Sahakyan MA, Verbeke CS, Tholfsen T, et al. Prognostic impact of resection margin status in distal pancreatectomy for ductal adenocarcinoma[J]. Ann Surg Oncol, 2022, 29(1): 366−375. doi: 10.1245/s10434−021−10464−6.

[12] Strasberg SM, Drebin JA, Linehan D. Radical antegrade modular pancreatosplenectomy[J]. Surgery, 2003, 133(5): 521−527. doi: 10.1067/msy.2003.146.

[13] Cao F, Li J, Li A, et al. Radical antegrade modular pancreatosplenectomy versus standard procedure in the treatment of left-sided pancreatic cancer: a systemic review and meta-analysis[J]. BMC Surg, 2017, 17(1):67. doi:10.1186/s12893−017−0259−1.

[14] 黄俊甫, 辛万鹏, 易思清, 等. 单中心学习曲线期机器人辅助胰腺手术 50 例临床分析[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(3):349−356. doi:10.7659/j.issn.1005−6947.2024.03.005.
Huang JF, Xin WP, Yi SQ, et al. Clinical analysis of 50 cases of robot-assisted pancreatic surgery during learning curve period in a single center[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(3): 349−356. doi:10.7659/j.issn.1005−6947.2024.03.005.

[15] Li M, Liu Q, Zhang T, et al. Evaluating the learning curve of robotic radical antegrade modular pancreatosplenectomy: a retrospective cohort study[J]. Int J Surg, 2022, 101: 106612. doi: 10.1016/j.ijsu.2022.106612.

[16] Lee SH, Kang CM, Hwang HK, et al. Minimally invasive RAMPS in well-selected left-sided pancreatic cancer within Yonsei criteria: long-term (>median 3 years) oncologic outcomes[J]. Surg Endosc, 2014, 28(10):2848−2855. doi:10.1007/s00464−014−3537−3.

[17] Liu Q, Zhao G, Zhao Z, et al. The standardized technique in robotic radical antegrade modular pancreatosplenectomy using the flip-up approach[J]. Langenbecks Arch Surg, 2021, 406(5):1697−1703. doi: 10.1007/s00423−021−02113−z.

[18] 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.

[19] Zureikat AH, Moser AJ, Boone BA, et al. 250 robotic pancreatic

resections: safety and feasibility[J]. Ann Surg, 2013, 258(4): 554–559. doi:10.1097/SLA.0b013e3182a4e87c.

[20] Schulte Am Esch J, Krüger M, Barthlen W, et al. Technical aspects of paediatric robotic pancreatic enucleation based on a case of an insulinoma[J]. Int J Med Robot, 2021, 17(6): e2317. doi: 10.1002/rcs.2317.

[21] Najafi N, Mintziras I, Wiese D, et al. A retrospective comparison of robotic versus laparoscopic distal resection and enucleation for potentially benign pancreatic neoplasms[J]. Surg Today, 2020, 50(8):872–880. doi:10.1007/s00595–020–01966–z.

[22] Shi Y, Peng C, Shen B, et al. Pancreatic enucleation using the da Vinci robotic surgical system: a report of 26 cases[J]. Int J Med Robot, 2016, 12(4):751–757. doi:10.1002/rcs.1719.

[23] Jin JB, Qin K, Li H, et al. Robotic enucleation for benign or borderline tumours of the pancreas: a retrospective analysis and comparison from a high-volume centre in Asia[J]. World J Surg, 2016, 40(12):3009–3020. doi:10.1007/s00268–016–3655–2.

[24] Guerra F, Giuliani G, Bencini L, et al. Minimally invasive versus open pancreatic enucleation. Systematic review and meta-analysis of surgical outcomes[J]. J Surg Oncol, 2018, 117(7): 1509–1516. doi:10.1002/jso.25026.

[25] Dalla Valle R, Cremaschi E, Lamecchi L, et al. Open and minimally invasive pancreatic neoplasms enucleation: a systematic review[J]. Surg Endosc, 2019, 33(10): 3192–3199. doi: 10.1007/s00464–019–06967–9.

[26] Lu WJ, Cai HL, Ye MD, et al. Enucleation of non-invasive tumors in the proximal pancreas: indications and outcomes compared with standard resections[J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2017, 18(10): 906–916. doi:10.1631/jzus.B1600597.

[27] Misawa T, Imazu H, Fujiwara Y, et al. Efficacy of nasopancreatic stenting prior to laparoscopic enucleation of pancreatic neuroendocrine tumor[J]. Asian J Endosc Surg, 2013, 6(2): 140–142. doi:10.1111/ases.12006.

[28] Ide S, Uchida K, Inoue M, et al. Tumor enucleation with preoperative endoscopic transpapillary stenting for pediatric insulinoma[J]. Pediatr Surg Int, 2012, 28(7):707–709. doi:10.1007/s00383–012–3104–8.

[29] Liu R, Wang ZZ, Gao YX, et al. Application of End-to-end Anastomosis in Robotic Central Pancreatectomy[J]. J Vis Exp, 2018, (136):57495. doi: 10.3791/57495.

[30] 刘荣, 赵国栋, 尹注增, 等. 机器人胰腺肿瘤剜除联合主胰管架桥修复术个案报道[J]. 中华腔镜外科杂志:电子版, 2016, 9(6):373–374. doi:10.3877/cma.j.issn.1674–6899.2016.06.014.
Liu R, Zhao GD, Yin ZZ, et al. A case report of robotic pancreatic tumor enucleation combined with main pancreatic duct bridging repair[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition, 2016, 9(6): 373–374. doi: 10.3877/cma. j. issn. 1674–6899.2016.06.014.

[31] Shi Y, Wang Q, Shi Z, et al. Comparison between robot-assisted middle pancreatectomy and robot-assisted distal pancreatectomy for benign or low-grade malignant tumours located in the neck of the pancreas: a propensity score matched study[J]. Int J Med Robot, 2021, 17(3):e2219. doi:10.1002/rcs.2219.

[32] 杨正江, 付晓伟, 孙根, 等. 中段胰腺切除术19例临床分析[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(3):304–309. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2022.03.003.
Yang ZJ, Fu XW, Sun G, et al. Clinical analysis of central pancreatectomy in 19 cases[J]. China Journal of General Surgery, 2022, 31(3):304–309. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2022.03.003.

[33] 刘荣, 王子政, 高元兴, 等. 机器人"荣氏"胰腺中段切除术一例报道[J]. 中华腔镜外科杂志:电子版, 2017, 10(5):319–320. doi:10.3877/cma.j.issn.1674–6899.2017.05.023.
Liu R, Wang ZZ, Gao YX, et al. A case report of robot "Rong's" pancreatectomy[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition, 2017, 10(5): 319–320. doi: 10.3877/cma. j. issn.1674–6899.2017.05.023.

[34] Wang ZZ, Zhao GD, Zhao ZM, et al. An end-to-end pancreatic anastomosis in robotic central pancreatectomy[J]. World J Surg Oncol, 2019, 17(1):67. doi:10.1186/s12957–019–1609–5.

[35] Wang ZZ, Zhao GD, Zhao ZM, et al. A comparative study of end-to-end pancreatic anastomosis versus pancreaticojejunostomy after robotic central pancreatectomy[J]. Updates Surg, 2021, 73(3):967–975. doi:10.1007/s13304–021–01037–z.

[36] Liu R, Liu Q, Wang ZZ, et al. Theory and practice of pancreatic duct (repair) surgery[J]. Chin Sci Bull, 2023, 68(18): 2376–2387. doi:10.1360/tb–2022–1308.

[37] Huynh F, Cruz CJ, Hwang HK, et al. Minimally invasive (laparoscopic and robot-assisted) versus open approach for central pancreatectomies: a single-center experience[J]. Surg Endosc, 2022, 36(2):1326–1331. doi:10.1007/s00464–021–08409–x.

[38] Shi Y, Jin J, Huo Z, et al. An 8-year single-center study: 170 cases of middle pancreatectomy, including 110 cases of robot-assisted middle pancreatectomy[J]. Surgery, 2020, 167(2): 436–441. doi:10.1016/j.surg.2019.09.002.

[39] Rompianesi G, Montalti R, Giglio MC, et al. Robotic central pancreatectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. HPB (Oxford), 2022, 24(2):143–151. doi:10.1016/j.hpb.2021.09.014.

[40] Ecker BL, McMillan MT, Maggino L, et al. Pancreatogastrostomy vs. pancreatojejunostomy: a risk-stratified analysis of 5316 pancreatoduodenectomies[J]. J Gastrointest Surg, 2018, 22(1): 68–76. doi:10.1007/s11605–017–3547–2.

[41] Cheng Y, Briarava M, Lai ML, et al. Pancreaticojejunostomy versus pancreaticogastrostomy reconstruction for the prevention of postoperative pancreatic fistula following pancreaticoduodenectomy[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2017, 9(9):CD012257. doi:10.1002/14651858.CD012257.pub2.

[42] 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 pancreaticojejunostomy in pancreaticoduodenectomy[J]. China Journal of General Surgery, 2022, 31(10): 1395−1401. doi: 10.7659/j.issn.1005−6947.2022.10.016.

[43] 刘荣, 赵国栋. LR 式机器人胰十二指肠切除术手术方法建立和技术优化[J]. 中华腔镜外科杂志:电子版, 2016, 9(4):193−195. doi:10.3877/cma.j.issn.1674−6899.2016.04.001.

Liu R, Zhao GD. Establishment and technical optimization of LR robot pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery:Electronic Edition, 2016, 9(4):193−195. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674−6899.2016.04.001.

[44] 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.

[45] 刘荣, 赵之明, 姜楠. 胰肠吻合的历史发展及"301"式胰肠吻合的变迁[J]. 中华腔镜外科杂志:电子版, 2020, 13(1):1−4. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674−6899.2020.01.001.

Liu R, Zhao ZM, Jiang N. The historical development of pancreaticojejunostomy and the change of "301" pancreaticojejunostomy[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition, 2020, 13(1): 1−4. doi: 10.3877/cma. j. issn.1674−6899.2020.01.001.

[46] 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.

[47] Liu Q, Zhao ZM, Gao YX, et al. Novel technique for single-layer pancreatojejunostomy is not inferior to modified blumgart anastomosis in robotic pancreatoduodenectomy: results of a randomized controlled trial[J]. Ann Surg Oncol, 2021, 28(4):2346−2355. doi:10.1245/s10434−020−09204−z.

[48] Jang JY, Han Y, Lee H, et al. Oncological benefits of neoadjuvant chemoradiation with gemcitabine versus upfront surgery in patients with borderline resectable pancreatic cancer: a prospective, randomized, open-label, multicenter phase 2/3 trial[J]. Ann Surg, 2018, 268(2):215−222. doi:10.1097/SLA.0000000000002705.

[49] Gemenetzis G, Groot VP, Blair AB, et al. Survival in locally advanced pancreatic cancer after neoadjuvant therapy and surgical resection[J]. Ann Surg, 2019, 270(2): 340−347. doi: 10.1097/ SLA.0000000000002753.

[50] Nassour I, Tohme S, Hoehn R, et al. Safety and oncologic efficacy of robotic compared to open pancreaticoduodenectomy after neoadjuvant chemotherapy for pancreatic cancer[J]. Surg Endosc, 2021, 35(5):2248−2254. doi:10.1007/s00464−020−07638−w.

[51] Ocuin LM, Miller-Ocuin JL, Novak SM, et al. Robotic and open distal pancreatectomy with celiac axis resection for locally advanced pancreatic body tumors: a single institutional assessment of perioperative outcomes and survival[J]. HPB (Oxford), 2016, 18 (10):835−842. doi:10.1016/j.hpb.2016.05.003.

[52] AlMasri S, Paniccia A, Zureikat AH. Robotic pancreaticoduodenectomy for a technically challenging pancreatic head cancer[J]. J Gastrointest Surg, 2021, 25(5):1359. doi:10.1007/ s11605−021−04937−y.

[53] Boone BA, Zenati M, Hogg ME, et al. Assessment of quality outcomes for robotic pancreaticoduodenectomy: identification of the learning curve[J]. JAMA Surg, 2015, 150(5): 416−422. doi: 10.1001/jamasurg.2015.17.

[54] Chan KS, Wang ZK, Syn N, et al. Learning curve of laparoscopic and robotic pancreas resections: a systematic review[J]. Surgery, 2021, 170(1):194−206. doi:10.1016/j.surg.2020.11.046.

[55] Kauffmann EF, Napoli N, Menonna F, et al. Robotic pancreatoduodenectomy with vascular resection[J]. Langenbecks Arch Surg, 2016, 401(8): 1111−1122. doi: 10.1007/s00423−016− 1499−8.

[56] Beane JD, Zenati M, Hamad A, et al. Robotic pancreatoduodenectomy with vascular resection: outcomes and learning curve[J]. Surgery, 2019, 166(1): 8−14. doi: 10.1016/j. surg.2019.01.037.

[57] Zimmerman AM, Roye DG, Charpentier KP. A comparison of outcomes between open, laparoscopic and robotic pancreaticoduodenectomy[J]. HPB (Oxford), 2018, 20(4):364−369. doi:10.1016/j.hpb.2017.10.008.

（本文编辑　熊杨）