



重视胰腺癌微创手术的肿瘤学原则

勾善淼^{ID}, 吴河水^{ID}[△]

华中科技大学同济医学院附属协和医院 胰腺外科 (武汉 430022)

【摘要】 手术切除迄今为止仍是胰腺癌唯一的潜在根治手段,但胰腺癌手术也是所有恶性肿瘤手术中围手术期风险最高、远期预后最差的手术之一,这对外科医生形成了巨大挑战。近年来,胰腺手术在高流量中心的集中化、手术技术的进步以及围手术期管理水平的提高等显著降低了胰腺手术的围手术期并发症发生率与死亡率,同时外科医生也开始尝试将腹腔镜以及机器人辅助手术等微创手段应用于胰腺癌根治术,以期降低手术对患者造成的创伤,进一步加速患者康复,提高患者的生活质量。已有多项研究对比了微创胰腺切除手术与传统开放手术的围手术期安全性,证实了微创胰腺切除手术的技术可行性,但微创手术对胰腺癌患者远期预后影响的研究仍然较少,胰腺癌根治术是否适合以微创的方式完成也仍存争议。因此,外科医生在对胰腺癌实施微创手术时应遵循整块切除与非接触等肿瘤学原则,并且应开展更多的对照研究来明确胰腺癌微创手术是否能使患者在长期生存方面获益。通过本综述,一方面希望能客观评价微创技术在胰腺癌根治术中的价值,另一方面也希望能尽量避免为了微创而微创、为了微创而违反肿瘤学原则现象的发生。

【关键词】 胰腺肿瘤 外科手术 微创手术 预后 综述

Emphasizing Principles of Surgical Oncology in Minimally Invasive Surgery for Pancreatic Cancer

GOU Shanmiao^{ID}, WU Heshui^{ID}[△]. Department of Pancreatic Surgery, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China

[△] Corresponding author, E-mail: heshuiwu@hust.edu.cn

【Abstract】 Surgical resection remains the only potentially curative treatment for pancreatic cancer to date. However, pancreatic cancer surgery is also one of procedures carrying the highest risks among all malignant tumor surgeries, in terms of perioperative complications and long-term prognosis, posing a significant challenge to surgeons. In recent years, the centralization of pancreatic surgery in high-volume centers, advancements in surgical techniques, and improvements in perioperative management of pancreatic cancer resection have significantly reduced the incidence of perioperative complications and mortality. In addition, surgeons have begun exploring minimally invasive approaches, such as laparoscopic and robot-assisted surgeries, for radical resection of pancreatic cancer, aiming to reduce surgical trauma, accelerate patient recovery, and improve quality of life. The technical feasibility of minimally invasive approaches has been validated in multiple studies through comparisons of the perioperative safety of minimally invasive pancreatic resection with that of conventional open surgery. However, research on the long-term oncologic prognosis of minimally invasive surgery for pancreatic cancer remains limited, and controversy persists regarding the suitability of minimally invasive methods for radical resection of pancreatic cancer. Therefore, surgeons should adhere to the fundamental principles of surgical oncology, including *en bloc* resection and the no-touch isolation technique, when they perform minimally invasive pancreatic cancer surgery. Additionally, more comparative studies are warranted to determine whether minimally invasive pancreatic cancer surgery offers survival benefits in the long term. This review aims to provide an objective evaluation of the role of minimally invasive techniques in radical resection of pancreatic cancer, while cautioning against compromising the principles of surgical oncology in the pursuit of minimally invasive approaches.

【Key words】 Pancreatic neoplasms Surgical procedures, operative Minimally invasive surgical procedures Prognosis Review

胰腺癌是恶性程度最高的常见肿瘤,即使在早期阶段就得到诊断与治疗,其预后也较差^[1],总体而言,胰腺癌5年总生存率仅为10%^[2-3]。尽管在过去三十年中,包括

新辅助治疗在内的辅助治疗部分改善了患者的预后,但手术切除仍是胰腺癌唯一的潜在根治手段^[4-5]。

胰腺癌根治术是所有恶性肿瘤手术中围手术期风险最高的手术之一,加之术后患者较差的远期预后,其对治疗胰腺癌的价值在半个世纪前受到广泛质疑^[6]。在其后的

[△] 通信作者, E-mail: heshuiwu@hust.edu.cn

出版日期: 2025-07-20

几十年中,年手术量超过16~40台的高流量中心的集中化、手术技术的进步以及围手术期管理水平的提高等显著降低了胰腺手术的围手术期并发症发生率与死亡率,确立了其在胰腺癌治疗中的地位^[7-9]。近年来,外科医生开始尝试将腹腔镜以及机器人辅助手术等微创手段应用于胰腺癌根治术^[10],以期降低手术对患者造成的创伤,进一步加速患者康复,提高患者的生活质量。已有多项研究对照了微创胰腺切除手术与传统开放手术的围手术期安全性,证实了微创胰腺切除手术的技术可行性,但微创手术对胰腺癌患者远期预后影响的研究仍然较少,胰腺癌根治术是否适合以微创的方式完成也仍存争议。本文通过文献回顾以及个人经验,对胰腺癌根治术的特点、微创胰腺癌根治术的开展以及应注意的问题进行初步探讨,以期一方面能与各位外科同道客观评价微创技术在胰腺癌根治术中的价值,另一方面能尽量避免为了微创而微创、为了微创而违反肿瘤学原则现象的发生。

1 胰腺手术的微创化与安全性

由于胰腺的解剖位置深在,解剖关系复杂,手术难度高、风险大,微创胰腺手术的发展和相对滞后。然而,伴随着医疗设备与技术的进步,目前微创手术已成为胰腺外科的重要组成部分。尽管胰腺微创手术存在对技术要求高、学习曲线长、围手术期并发症发生率高困难,但在部分高流量胰腺中心已实现几乎所有的胰腺手术术式都可通过微创的方式完成,而包含了大宗病例的对照研究也证实了胰腺微创手术的安全性^[11]。

相较于胰十二指肠切除,胰体尾切除操作更为简单,手术风险更低,故微创技术更早应用于胰体尾切除。De ROOIJ等^[12]报道了一项对照开放与微创胰体尾切除的多中心患者盲法随机对照临床试验结果。该研究纳入的患者限定为无血管侵犯者,最终微创组与开放组分别纳入51例与57例患者。微创组4例患者中转为开放手术,微创组出血更少、手术时间更长、胃排空延迟发生率更低、第3~30天生活质量更好。其他指标方面两组差异无统计学意义。同期Van HILST等^[13]还发表了一项泛欧洲倾向评分匹配研究(DIPLOMA)的研究结果。该研究匹配了340对患者,微创组19%中转为开放手术,微创组出血更少,住院时间更短。BJÖRNSSON等^[14]和KORREL等^[15]发表的随机对照研究(纳入58例患者)和非劣效随机对照研究(纳入258例患者)与前述两项研究结果类似,微创手术组患者在围手术期恢复指标方面部分优于或者不劣于开放手术。

较之胰体尾切除,胰头切除操作更为复杂,围手术期并发症与死亡风险更高,因此外科医生对微创化的探索

更为艰难。在前期的探索阶段,多项回顾性研究提示微创胰十二指肠切除术的围手术期安全性不及开放手术,但二者相差不大。如2015年ADAM等^[16]报道的纳入了7061例患者的回顾性研究中,微创胰十二指肠切除术的围手术期死亡率高于开放组(5.1% vs. 3.1%),住院时间等指标两组无明显差异。然而2019年Van HILST等^[17]报道的一项对比开放与微创胰十二指肠切除术的多中心随机对照研究(LEOPARD-2)中,微创组与开放组最终分别纳入50例与49例患者,因为微创组10%的围手术期死亡率远高于对照组的2%,研究被提前终止。然而必须指出的一点是,这些研究均提示在高流量胰腺中心完成的微创胰十二指肠切除术较在低流量中心完成的更为安全^[16,18-19]。2021年华中科技大学同济医学院附属同济医院秦仁义教授牵头的14家高流量胰腺中心完成了关于微创胰十二指肠切除术的多中心随机对照研究,该研究共纳入656例患者,微创组与开放组在围手术期死亡率与并发症发生率方面均无明显差异,微创组中位住院时间短于开放组(15 d vs. 16 d)^[20]。2024年YOON等^[21]报道了一项对照开放与微创胰十二指肠切除术治疗壶腹周围肿瘤的多中心随机对照临床试验结果。该项研究共纳入252例患者,两组在围手术期并发症发生率等方面相当,但微创组功能恢复时间更短(7.7 d vs. 9.0 d)。

2 胰腺癌手术的肿瘤学探索与微创实施

因手术切除仍是胰腺癌唯一的潜在根治手段,并且R₀切除是影响胰腺癌远期预后的关键因素,外科医生一直在探索能进一步改善患者预后的手术策略,其主要探索方向为在标准胰腺癌根治术基础上实施血管切除重建与淋巴结扩大清扫。

血管侵犯曾是胰腺切除术的传统禁忌证。20世纪90年代,随着胰腺癌根治术并发症发生率的降低,外科医生开始尝试联合静脉切除。多项研究显示,在高流量胰腺中心实施联合静脉切除的手术并不增加围手术期并发症发生率与死亡率^[22],并且远期预后与未进行静脉切除的患者相当^[23]。尽管联合静脉切除的胰腺癌根治术仍未被普遍接受,但在多数高流量的胰腺中心联合静脉切除的胰腺癌根治术已成为常规术式,并且部分中心已经开展微创联合静脉切除的胰腺癌根治术^[24-26]。2018年四川大学华西医院彭兵教授报道了18例微创胰十二指肠切除术联合门静脉切除重建,1例患者中转开放手术,1例患者使用低分子肝素抗凝期间发生出血,经保守治疗控制,无其他血管切除重建相关并发症发生^[24]。相较于静脉切除,关于动脉切除重建的报道较少。STITZENBERG等^[27]报道进行联合肝

动脉切除重建的胰腺癌根治术能获取与未进行血管切除重建患者类似的预后,但更多的研究显示动脉切除重建的短期和长期预后均不够理想^[28-29],因而动脉切除重建仅在少量中心对高度选择的患者实施,微创实施联合动脉切除的胰腺癌根治术仅见于个案报道^[30],尚未见大规模的病例报道。不可忽视的是,无论开放手术还是微创手术,整块切除(En-Bloc)都应是肿瘤根治术首要达成的目标。然而,并非所有中心、所有外科医生均有能力对侵犯血管的肿瘤实施联合血管切除重建的整块切除。在这种情况下,不切除可疑侵犯的血管、先切除肿瘤再进行血管切除重建均不符合肿瘤学原则,选择开放手术较之无法完成整块切除的微创手术对患者的远期预后更为有利。

淋巴结清扫是外科医生试图改进胰腺癌根治术预后的重要探索方向。病理学和尸检研究显示胰腺癌淋巴结转移发生率较高,因而标准化的淋巴结清扫是胰腺癌根治术的基本要求之一。同时,外科医生也探索了更大范围淋巴结清扫的疗效。扩大的淋巴结清扫是在标准淋巴结清扫的基础上进一步行肠系膜上动脉周围、腹主动脉周围等位置的淋巴结清扫,但多项前瞻性随机试验都没能证实扩大淋巴结清扫可以改善患者预后。意大利纳入81例患者的多中心RCT研究未发现扩大清扫改善患者预后^[31],日本纳入112例患者的单中心RCT也提示标准清扫组与扩大清扫组患者的生存时间并无明显差异^[32]。究其原因可能是淋巴结转移是胰腺癌向全身转移的标志,仅增加淋巴结的清扫不太可能改变总生存期。当然,如果胰腺癌根治术的标准清扫范围之外存在阳性淋巴结,将这些淋巴结全部清除可能对患者的预后有所帮助。虽然扩大清扫并无证据证明可改善患者预后,但是标准的淋巴结清扫是胰腺癌根治术的基本要求。因此,淋巴结清扫是否满足根治性需求是外科医生对微创胰腺癌根治术存在疑虑的重要原因之一,而不同研究中微创手术的淋巴结清扫情况异质性极高。KANTOR等^[33]分析了NCDB数据库中7385例开放胰十二指肠切除术和828例微创胰十二指肠切除术的患者数据,显示二者的淋巴结清扫数量相当;GIRGIS等^[34]对单中心226例微创手术与230例开放手术患者进行了回顾性分析,结果显示微创组清扫的淋巴结数量更多(32 vs. 26);然而Van HILST等^[13]发表的泛欧洲倾向评分匹配研究(DIPLOMA)中开放组淋巴结清扫的中位数为22枚,而微创组仅为14枚。这些研究提示不同的医生实施的微创胰腺癌根治术时在淋巴结清扫方面尚无法达到同质化。因而,外科在实施微创胰腺癌根治术时不应降低对淋巴结清扫的要求,如技术尚无法达到与开放手术同等的淋巴结清扫能力时,不应勉强进

行微创手术。此外,尽管尚无高等级证据支持,理论上微创手术中用超声刀清扫阳性淋巴结更容易造成肿瘤细胞在腹腔内的播散,如何尽量避免上述风险仍需进一步探索。

3 胰腺癌微创手术的预后

微创手术的技术可行性只是胰腺癌微创手术的基础,决定其临床价值的关键是其对预后的影响。在一般情况下,外科医生往往倾向对分期较早、手术难度较低的患者采取微创的手术方式,反之则倾向于选择开放手术,因而观察性研究中往往存在较大的选择性偏倚,也因此研究者常采用统计学方法进行校正。对比微创与开放手术治疗胰腺癌的远期预后的前瞻性研究仍较缺乏。CHAPMAN等^[35]分析了NCDB数据库中2010-2013年间248例接受微创胰十二指肠切除术和1520例接受开放手术的老年患者资料,发现微创组的中位生存时间更长(19.8个月 vs. 15.6个月)。然而,在调整肿瘤和患者特征后,微创组的生存优势不再显著。TOPAL等^[36]报道的一项倾向评分匹配198例微创胰腺癌根治术与198例开放手术的研究,微创手术的中位生存时间(30.7个月 vs. 20.3个月)和无病生存时间(14.8个月 vs. 10.7个月)明显优于开放手术。中国人民解放军总医院刘荣教授团队通过倾向评分匹配比较了中国7个中心的1032例微创胰十二指肠切除术与1154例开放手术,结果显示两组的中位生存时间(24.2个月 vs. 24.1个月)和中位无病生存时间(15.2个月 vs. 14.3个月)差异无统计学意义^[37]。但由于研究的回顾性性质,尽管这些研究多采用了统计学方法进行校正,术者对患者的选择偏倚很难被完全消除。近年来随着微创技术更为广泛的应用,也有一些前瞻性的研究报道了胰腺癌微创手术的远期生存情况。2023年KORREL等^[15]报告的一项国际多中心非劣效性随机对照研究(DIPLOMA)中,微创胰腺癌根治术与开放手术的1年和2年总生存率无明显差异(76.8% vs. 72.1%; 45.6% vs. 48.3%),无病生存期也无明显差异(9个月 vs. 8个月)。

胰腺癌临近重要血管的解剖学特点与高度恶性的生物学行为决定了对其实施肿瘤性切除的技术难度,也导致了微创技术在胰腺癌根治术中的应用较晚以及对微创技术是否影响患者预后的担忧。尽管针对胰腺癌开放与微创根治术的临床研究特别是随机对照研究仍然极少,但近期完成的临床研究至少证明在高流量的胰腺中心实施规范的、符合肿瘤学原则的微创手术可以获得不劣于开放手术的预后。然而真实世界研究中所显示的微创手术与开放手术在肿瘤分期、淋巴结清扫方面的差异也时时提醒外科医生,符合肿瘤学原则是评价微创与开放胰腺癌根治术的前提。

4 小结

手术的微创化无疑是现代外科领域的重要革新方向, 胰腺手术也不能例外。随着微创技术在外科领域的广泛应用, 微创手术在缩短住院时间、改善患者生活质量等方面的优势已得到公认。然而, 这一技术应用于胰腺癌需建立于两大基石之上: 其一, 微创胰腺手术的高度复杂性和风险性决定了其必须依托“集中化”的医疗体系^[7]。高流量胰腺中心因病例资源集中、多学科协作成熟以及术后并发症管理经验丰富, 其围手术期并发症发生率与死亡率显著低于低流量机构^[9]。相较于其他胰腺手术, 胰腺癌微创手术因肿瘤易侵犯血管、易淋巴结转移等原因更为困难。加之胰腺微创手术漫长的学习曲线, 胰腺癌微创手术不应盲目追求技术下沉至低流量中心。其二, 胰腺癌微创手术应建立在规范的肿瘤学切除基础之上, 肿瘤学切除是胰腺癌微创手术的前提。当前已有研究微创手术可以完成联合血管切除重建的胰腺癌根治术, 可以获得与开放手术相当的淋巴结清扫范围、与开放手术相当的远期预后, 但这一结论的普适性受到术者经验的严格制约。部分医生因微创技术熟练度有限, 可能因操作视野局限或解剖游离不彻底导致切缘阳性或淋巴结清扫不足, 这一点在部分研究中已经有所体现^[13]。

因此, 现阶段仍应仅在高流量胰腺中心开展微创胰腺癌根治术, 并且术者在开展胰腺癌根治术时应时刻牢记“肿瘤学优先”铁律, 在微创操作困难时需果断中转为开放手术, 避免因技术执念牺牲根治性。

* * *

作者贡献声明 勾善淼负责论文构思、数据审编、正式分析、调查研究、研究方法和初稿写作, 吴河水负责论文构思、数据审编、正式分析、调查研究、研究方法、研究项目管理、监督指导和审读与编辑写作。所有作者已经同意将文章提交给本刊, 且对将要发表的版本进行最终定稿, 并同意对工作的所有方面负责。

Author Contribution GOU Shanmiao is responsible for conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, and writing--original draft. WU Heshui is responsible for conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, project administration, supervision, and writing--review and editing. Both authors consented to the submission of the article to the Journal. Both authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Declaration of Conflicting Interests Both authors declare no competing interests.

参 考 文 献

[1] 中华医学会外科学分会胰腺外科学组. 中国胰腺癌诊治指南(2021). 中

- 华外科杂志, 2021, 59(7): 561-577. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20210416-00171.
- Chinese Pancreatic Surgery Association, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association. Guidelines for the diagnosis and treatment of pancreatic cancer in China (2021). *Chin J Surg*, 2021, 59(7): 561-577. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20210416-00171.
- [2] BUTTURINI G, STOCKEN D D, WENTE M N, *et al.* Influence of resection margins and treatment on survival in patients with pancreatic cancer: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Surg*, 2008, 143(1): 75-83; discussion 83. doi: 10.1001/archsurg.2007.17.
- [3] SIEGEL R L, KRATZER T B, GIAQUINTO A N, *et al.* Cancer statistics, 2025. *CA Cancer J Clin*, 2025, 75(1): 10-45. doi: 10.3322/caac.21871.
- [4] CONROY T, HAMMEL P, HEBBAR M, *et al.* Folfirinox or gemcitabine as adjuvant therapy for pancreatic cancer. *N Engl J Med*, 2018, 379(25): 2395-2406. doi: 10.1056/NEJMoa1809775.
- [5] SCHWARZ J L, HOGG M E. Current state of minimally invasive pancreatic surgery. *J Surg Oncol*, 2021, 123(6): 1370-1386. doi: 10.1002/jso.26412.
- [6] SHAPIRO T M. Adenocarcinoma of the pancreas: a statistical analysis of biliary bypass vs whipple resection in good risk patients. *Ann Surg*, 1975, 182(6): 715-721. doi: 10.1097/0000658-197512000-00010.
- [7] BIRKMEYER J D, SIEWERS A E, FINLAYSON E V, *et al.* Hospital volume and surgical mortality in the united states. *N Engl J Med*, 2002, 346(15): 1128-1137. doi: 10.1056/NEJMsa012337.
- [8] GOOIKER G A, Van GIJN W, WOUTERS M W, *et al.* Systematic review and meta-analysis of the volume-outcome relationship in pancreatic surgery. *Br J Surg*, 2011, 98(4): 485-494. doi: 10.1002/bjs.7413.
- [9] LIDSKY M E, SUN Z, NUSSBAUM D P, *et al.* Going the extra mile: improved survival for pancreatic cancer patients traveling to high-volume centers. *Ann Surg*, 2017, 266(2): 333-338. doi: 10.1097/SLA.0000000000001924.
- [10] 中国抗癌协会胰腺癌专业委员会微创诊治学组, 中华医学会外科学分会胰腺外科学组, 腹腔镜或机器人辅助胰腺癌根治术中国专家共识(2022年版). *中华外科杂志*, 2023, 61(3): 187-195. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20221027-00464.
- Study Group of Minimally Invasive Treatment for Pancreatic Cancer in China Anti-Cancer Association; Chinese Pancreatic Surgery Association, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on minimally invasive radical surgery for pancreatic ductal adenocarcinoma (version 2022). *Chin J Surg*, 2023, 61(3): 187-195. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20221027-00464.
- [11] 秦仁义, 彭丰. 腹腔镜胰十二指肠切除术临床研究进展及方向. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(5): 494-497. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.05.04.
- QIN R Y, PENG F. Progress and directions in clinical research on laparoscopic pancreaticoduodenectomy. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2022, 42(5): 494-497. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.05.04.
- [12] De ROOIJ T, Van HILST J, Van SANTVOORT H, *et al.* Minimally invasive versus open distal pancreatectomy (leopard): a multicenter patient-blinded randomized controlled trial. *Ann Surg*, 2019, 269(1): 2-9. doi: 10.1097/SLA.0000000000002979.
- [13] Van HILST J, De ROOIJ T, KLOMPMAKER S, *et al.* Minimally invasive versus open distal pancreatectomy for ductal adenocarcinoma (diploma): a pan-european propensity score matched study. *Ann Surg*, 2019, 269(1): 10-17. doi: 10.1097/SLA.0000000000002561.
- [14] BJORNSSON B, LARSSON A L, HJALMARSSON C, *et al.* Comparison of the duration of hospital stay after laparoscopic or open distal pancreatectomy: randomized controlled trial. *Br J Surg*, 2020, 107(10): 1281-1288. doi: 10.1002/bjs.11554.
- [15] KORREL M, JONES L R, Van HILST J, *et al.* Minimally invasive versus open distal pancreatectomy for resectable pancreatic cancer (diploma): an international randomised non-inferiority trial. *Lancet Reg Health Eur*, 2023, 31: 100673. doi: 10.1016/j.lanepe.2023.100673.
- [16] ADAM M A, CHOUDHURY K, DINAN M A, *et al.* Minimally invasive versus open pancreaticoduodenectomy for cancer: practice patterns and

- short-term outcomes among 7061 patients. *Ann Surg*, 2015, 262(2): 372-377. doi: 10.1097/SLA.0000000000001055.
- [17] Van HILST J, De GRAAF N, FESTEN S, *et al.* Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or peri-ampullary tumours. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2021, 6(9): 688-689. doi: 10.1016/S2468-1253(21)00227-2.
- [18] FONG Z V, CHANG D C, FERRONE C R, *et al.* Early national experience with laparoscopic pancreaticoduodenectomy for ductal adenocarcinoma: Is this really a short learning curve? *J Am Coll Surg*, 2016, 222(2): 209. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.11.004.
- [19] SHARPE S M, TALAMONTI M S, WANG C E, *et al.* Early national experience with laparoscopic pancreaticoduodenectomy for ductal adenocarcinoma: a comparison of laparoscopic pancreaticoduodenectomy and open pancreaticoduodenectomy from the national cancer data base. *J Am Coll Surg*, 2015, 221(1): 175-184. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.04.021.
- [20] WANG M, LI D, CHEN R, *et al.* Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours: a multicentre, open-label, randomised controlled trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2021, 6(6): 438-447. doi: 10.1016/S2468-1253(21)00054-6.
- [21] YOON Y S, LEE W, KANG C M, *et al.* Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for periampullary tumors: a randomized clinical trial. *Int J Surg*, 2024, 110(11): 7011-7019. doi: 10.1097/J9S.00000000000002035.
- [22] FUHRMAN G M, LEACH S D, STALEY C A, *et al.* Rationale for en bloc vein resection in the treatment of pancreatic adenocarcinoma adherent to the superior mesenteric-portal vein confluence. Pancreatic Tumor Study Group. *Ann Surg*, 1996, 223(2): 154-162. doi: 10.1097/00000658-199602000-00007.
- [23] TSENG J F, RAUT C P, LEE J E, *et al.* Pancreaticoduodenectomy with vascular resection: margin status and survival duration. *J Gastrointest Surg*, 2004, 8(8): 935-949; discussion 949-950. doi: 10.1016/j.gassur.2004.09.046.
- [24] CAI Y, GAO P, LI Y, *et al.* Laparoscopic pancreaticoduodenectomy with major venous resection and reconstruction: anterior superior mesenteric artery first approach. *Surg Endosc*, 2018, 32(10): 4209-4215. doi: 10.1007/s00464-018-6167-3.
- [25] MACHADO M A C, MATTOS B H, LOBO FILHO M M, *et al.* Robotic resection and reconstruction of the superior mesenteric vein without graft during pancreatoduodenectomy (with video). *J Gastrointest Surg*, 2021, 25(11): 3010-3012. doi: 10.1007/s11605-021-05043-9.
- [26] PALANISAMY S, DEURI B, NAIDU S B, *et al.* Major venous resection and reconstruction using a minimally invasive approach during laparoscopic pancreaticoduodenectomy: one step forward. *Asian J Endosc Surg*, 2015, 8(4): 468-472. doi: 10.1111/ases.12208.
- [27] STITZENBERG K B, WATSON J C, ROBERTS A, *et al.* Survival after pancreatotomy with major arterial resection and reconstruction. *Ann Surg Oncol*, 2008, 15(5): 1399-1406. doi: 10.1245/s10434-008-9844-y.
- [28] MOLLBERG N, RAHBARI N N, KOCH M, *et al.* Arterial resection during pancreatotomy for pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg*, 2011, 254(6): 882-893. doi: 10.1097/SLA.0b013e31823ac299.
- [29] WORN M, CASTLEBERRY A W, CLARY B M, *et al.* Concomitant vascular reconstruction during pancreatotomy for malignant disease: a propensity score-adjusted, population-based trend analysis involving 10,206 patients. *JAMA Surg*, 2013, 148(4): 331-338. doi: 10.1001/jamasurg.2013.1058.
- [30] GARNIER J, JAVED A A, SACKS G D, *et al.* Robotic distal pancreatotomy with celiac axis resection and sma divestment: a step-by-step educational video. *Ann Surg Oncol*, 2025, 32(5): 3578-3581. doi: 10.1245/s10434-025-16943-4.
- [31] PEDRAZZOLI S, DICARLO V, DIONIGI R, *et al.* Standard versus extended lymphadenectomy associated with pancreatoduodenectomy in the surgical treatment of adenocarcinoma of the head of the pancreas: a multicenter, prospective, randomized study. Lymphadenectomy Study Group. *Ann Surg*, 1998, 228(4): 508-517. doi: 10.1097/00000658-199810000-00007.
- [32] NIMURA Y, NAGINO M, TAKAO S, *et al.* Standard versus extended lymphadenectomy in radical pancreatoduodenectomy for ductal adenocarcinoma of the head of the pancreas: long-term results of a japanese multicenter randomized controlled trial. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2012, 19(3): 230-241. doi: 10.1007/s00534-011-0466-6.
- [33] KANTOR O, TALAMONTI M S, SHARPE S, *et al.* Laparoscopic pancreaticoduodenectomy for adenocarcinoma provides short-term oncologic outcomes and long-term overall survival rates similar to those for open pancreaticoduodenectomy. *Am J Surg*, 2017, 213(3): 512-515. doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.10.030.
- [34] GIRGIS M D, ZENATI M S, KING J C, *et al.* Oncologic outcomes after robotic pancreatic resections are not inferior to open surgery. *Ann Surg*, 2021, 274(3): e262-e268. doi: 10.1097/SLA.0000000000003615.
- [35] CHAPMAN B C, GAJDOS C, HOSOKAWA P, *et al.* Comparison of laparoscopic to open pancreaticoduodenectomy in elderly patients with pancreatic adenocarcinoma. *Surg Endosc*, 2018, 32(5): 2239-2248. doi: 10.1007/s00464-017-5915-0.
- [36] TOPAL H, AERTS R, LAENEN A, *et al.* Survival after minimally invasive vs open surgery for pancreatic adenocarcinoma. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(12): e2248147. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.48147.
- [37] LIU Q, ZHAO Z, ZHANG X, *et al.* Perioperative and oncological outcomes of robotic versus open pancreaticoduodenectomy in low-risk surgical candidates: a multicenter propensity score-matched study. *Ann Surg*, 2023, 277(4): e864-e871. doi: 10.1097/SLA.0000000000005160.

(2025-04-04收稿, 2025-06-28修回)

编辑 余琳



开放获取 本文使用遵循知识共享署名—非商业性使用 4.0国际许可协议(CC BY-NC 4.0), 详细信息请访问

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>。

OPEN ACCESS This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0). For more information, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

© 2025 《四川大学学报(医学版)》编辑部

Editorial Office of Journal of Sichuan University (Medical Sciences)