

机器人辅助胰十二指肠切除术手术流程

赵诗葳, 金佳斌, 施昱晟, 陈梦闽, 翁原驰, 秦 凯, 应夏洋,

张 俊, 谢俊杰, 陈 皓, 邓侠兴, 沈柏用, 彭承宏

(上海交通大学医学院附属瑞金医院胰腺疾病诊疗中心·上海交通大学医学院胰腺疾病研究所 上海 200000)

摘 要 机器人辅助胰十二指肠切除术 (Robot-assisted pancreaticoduodenectomy, RPD) 已被证明是安全可行的, 近年来在国内外广泛开展。机器人手术系统与传统开腹和腹腔镜手术系统在操作方式上截然不同, 初学者需要度过一段时间的学习曲线。一个标准化的流程可以易化想要完成此手术的外科医师的学习过程, 也使此手术能更加广为推行。本文旨在介绍笔者团队在开展机器人辅助胰十二指肠术时的步骤与细节, 希望这些经验可以给同行在临床操作中提供帮助。随着微创技术的整体向前发展, 相信这一技术会得到更普遍的应用。

关键词 胰十二指肠切除术; 机器人手术系统; 胰腺肿瘤

中图分类号 R735.9 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2020) 01-0061-09

Surgical procedures of robot-assisted pancreaticoduodenectomy

ZHAO Shiwei, JIN Jiabin, SHI Yusheng, CHEN Mengmin WENG Yuanchi, QIN Kai, YING Xiayang, ZHANG Jun, XIE Junjie, CHEN Hao, DENG Xiaxing, SHEN Baiyong, PENG Chenghong

(Pancreatic Disease Center, Ruijin Hospital Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200000, China;
/Research Institute of Pancreatic Disease, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200000, China)

Abstract Robot-assisted pancreaticoduodenectomy has proved to be safe and feasible, and has been widely applied in recent years around the world. Robotic surgery systems are very different from traditional laparotomy and laparoscopic surgery systems in operation manners, and beginners need to spend a period of time on the learning curve. A standardized process

收稿日期 2020-03-30 录用日期 2020-04-15

Received Date: 2020-03-30 Accepted Date: 2020-04-15

基金项目 上海交通大学“交大之星”计划医工交叉研究基金 (YG2019QNB26)

Foundation Item: Interdisciplinary Program of Shanghai Jiao Tong University(YG2019QNB26)

通讯作者 彭承宏, Email: chhpeng@yeah.net

Corresponding Author: Peng Chenghong, Email: chhpeng@yeah.net

引用格式 赵诗葳, 金佳斌, 施昱晟, 等. 机器人辅助胰十二指肠切除术手术流程 [J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1 (1): 61-69.

Citation: ZHAO S W, JIN J B, SHI Y S, et al. Surgical procedures of robot-assisted pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020;1(1):61-69.

注: 赵诗葳, 金佳斌为共同第一作者

can facilitate the learning process of surgeons who want to complete this operation, and also make this operation more broadly implemented. This article aims to introduce the steps and details of robot-assisted pancreaticoduodenectomy in the author's team, expecting that these experiences can help colleagues in clinical operations. With the overall development of minimally invasive technology, it is believed that this technique will be more widespread.

Key words Pancreaticoduodenectomy; Robotic surgical system; Pancreatic neoplasms

胰十二指肠切除术是治疗胰头部肿瘤唯一有效的方法。此手术作为外科中较为复杂的手术，既涉及了重要血管的解剖和离断，又需要完成具有挑战性的消化道重建，其术后并发症并不少见，且具有一定的死亡率。第1例腹腔镜胰十二指肠切除术（Laparoscopic pancreaticoduodenectomy, LPD）由 Gagner and Pomp 在1994年报道^[1]，近年呈现一定的火爆形式，特别在中国，单中心或个人达到100台的不在少数^[2-3]。然而，较长的学习曲线、复杂的术中切除及困难的消化道重建对很多腹腔镜外科医师来说仍是一种技术挑战。从文献报道来看，LPD较传统开腹手术并未显示明显优势，其在围手术期的恢复方面仍与传统开腹手术相仿^[4-5]。轰轰烈烈的LEOPARD-2研究显示^[6]，腹腔镜胰十二指肠切除术增加了术后的并发症和死亡率。

第1例机器人辅助胰十二指肠切除术（Robot-assisted pancreaticoduodenectomy, RPD）在2001年由P.C.Giulianotti完成并于2003年报道^[7]，此后不断发展。尤其在美国以匹兹堡大学医学中心报道居多^[8-9]，其主要优势包括机械臂活动度高、身临其境的三维图像呈现、软件可滤过外科医师手部颤抖等。更重要的是在整个手术最关键的胰-肠吻合步骤中，使用机器人手术系统可以在质地柔软、胰管较细的情况下做到导管对黏膜的精准吻合，而并不增加胰瘘及其他主要并发症^[10]。因此，机器人辅助胰十二指肠切除术已经逐步得到国内外

胰腺外科医生的认可，并被认为是未来的理想解决方案^[11]。配有机器人系统的单位，都有想法或正在尝试。一个标准化的流程可以易化想要完成此手术的外科医师的学习过程，也使此手术能更加广为推行^[12]。近来，笔者所在团队的回顾性研究亦证实了经过学习曲线之后，机器人辅助胰十二指肠切除术在手术时间、出血量及术后恢复方面相较于开腹手术具有优势^[13]。

美国的P.C.Giulianotti团队^[14]、匹兹堡团队^[15]、霍普金斯医院^[16]、意大利的Ugo Boggi团队^[17]、韩国的Jin-Young Jang团队，国内的解放军总院刘荣团队^[18]，香港CN Tang团队，台湾石宜铭团队^[19]等都有超过100例的RPD经验。笔者结合本中心超过500例的机器人辅助胰十二指肠切除术的临床经验^[12-13]，介绍该手术的具体步骤。

1 五孔法布局

与传统开腹手术的操作方向不同，机器人辅助手术的操作方向为自下而上，使用固定的五孔法布局（如图1）。笔者团队无论是行胰头、胰体尾、胰中段还是局部剝除，这种布局都是恒定不变的，器械也是基本恒定的。切除部分：1号臂，超声刀（Harmonic ace）；2号臂，双极电凝钳（Fenestrated bipolar forceps）；3号臂，Cadere钳（Cadere forceps）；重建部分：1号臂，持针器（Large needle driver）。

体位为头高脚底15°~30°，胰头手术右侧抬高，胰体尾手术左侧抬高，中段手术左右平。

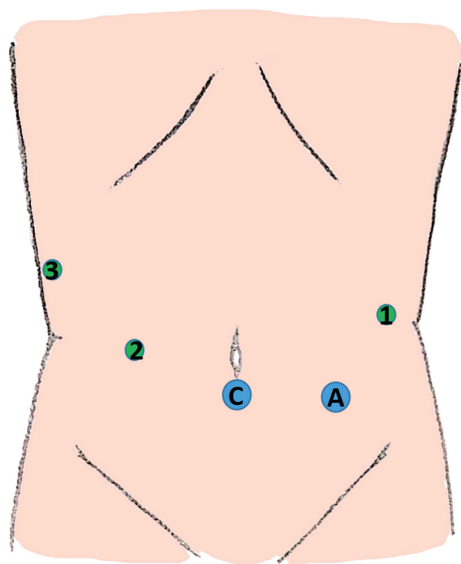


图1 五孔法布局示意图

Figure 1 Schematic diagram of port placement

注：A. 辅助孔；C. 镜头孔（脐上下可变动）；① 1号臂；
② 2号臂；③ 3号臂

2 离断胃结肠韧带

探查可以进一步手术后，先以3号臂 Cadere 钳抓起胃窦向右上腹牵拉，可造成胃结肠韧带“悬空”（如图2A）。此时可以用超声刀于血管弓外离断胃结肠韧带，而较少直接打破横结肠系膜。向右一直分离，可看到胃网膜

右静脉进入胃结肠干，因可能存在变异，不急于离断；进一步游离并下降结肠肝曲，须注意结肠肝曲可能短而紧贴右肝下缘。当整个结肠重心下移后，胰腺下缘的空间即暴露，可看到胰头及十二指肠框。该阶段助手需要以肠钳或金属吸引器将结肠肝曲下压（如图2B），目的是造成张力，同时保护结肠不受能量器械损伤。

3 作 Kocher 切口，断空肠

沿十二指肠框进行分离，分离胰头及十二指肠后缘结缔组织，显露下腔静脉、左肾静脉及腹主动脉（如图3A）。在分离下腔静脉右侧时，应注意辨明右侧输尿管，避免损伤。应尽可能分离至肠系膜上动脉及腹腔动脉根部，清扫腹主动脉周围淋巴结。这一步骤同时也是评估肿瘤可切除性的一部分（尽管当前的术前评估已经可以做到不需要手术评估）。助手下压横结肠，术者进一步游离十二指肠水平部，离断 Treitz 韧带（如图3B），可将十二指肠水平部向右上方牵拉，直至拖出近端空肠 30~40cm，以直线切割关闭器在距离 Treitz 韧带 10~20cm 处断空肠。远端空肠尽可能多的留于右上腹，以备后

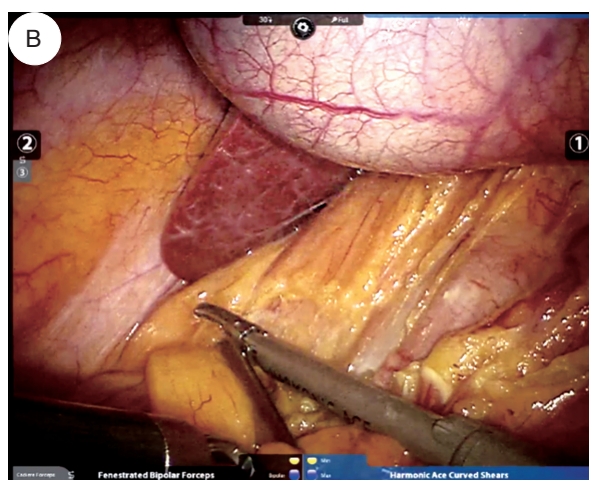
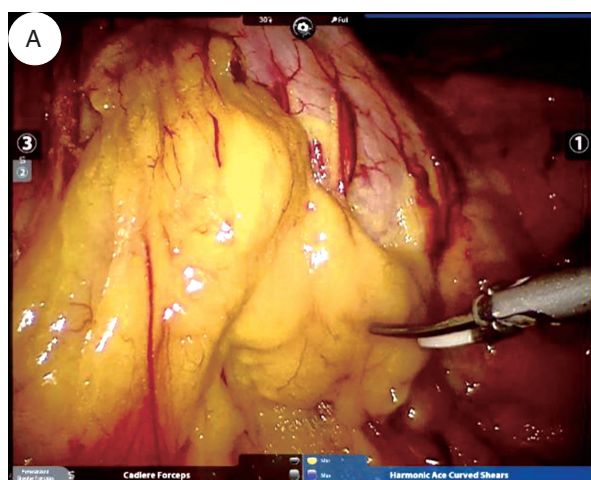


图2 离断胃结肠韧带

Figure 2 Disconnect the gastrocolic ligament

注：A. 胃结肠韧带被“悬空”；B. 助手以吸引器将结肠肝曲下压

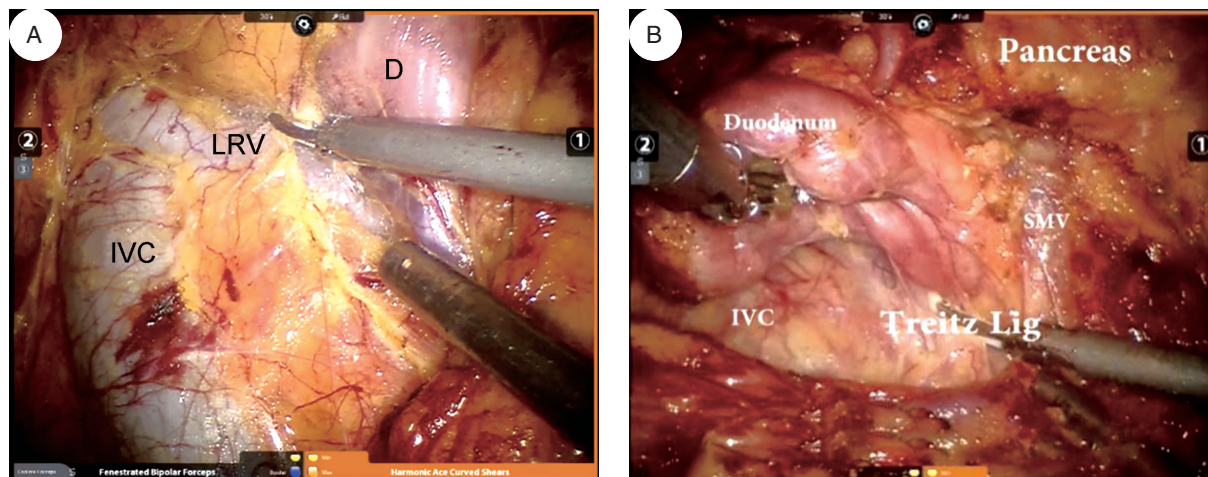


图3 作 Kocher 切口

Figure 3 Kocherization

注：A. 显露下腔静脉（IVC）、左肾静脉（LRV），D 为十二指肠；B. 离断 Treitz 韧带

续吻合。

4 门脉及胰颈的解剖

以超声刀进一步解剖胰颈下缘，在胃结肠干的根部汇入肠系膜上静脉处结扎离断（Hemolock 永久夹闭或使用钛夹临时夹闭，重建阶段安全缝扎），解剖出肠系膜上静脉（如图4），于胰颈后方贯通胰后隧道。

5 断胃断胰腺

以直线切割关闭器断胃后可充分显露胰腺全程，之后先根据患者原发疾病，确定胰颈部离断平面，使用超声刀离断（如图5A），也可使用电钩离断。在离断过程中，尤其需要注意胰腺后方门静脉汇合处的小静脉，避免造成大量出血。

沿胰腺上缘清扫第8组淋巴结，循肝总动脉向左解剖，可依次鉴别胃十二指肠动脉，胃右动脉（如图5B），分别以中号和小号 Hemolock 夹闭（或使用钛夹临时夹闭，重建阶段安全缝扎）。

6 清扫肝十二指肠韧带

该阶段应注意肝动脉变异，术前应仔细阅片预知，助手和主刀互相提醒。该阶段中，助手以吸引器下压胰头，以良好显露胰腺上缘，吸引器呈脉冲式吸引，采用电钩或超声刀顺行切除胆囊，通常以胆囊管汇入平面离断胆管，如果个别患者胆囊管汇入的位置较高，则可于其下方离断（如图6）。

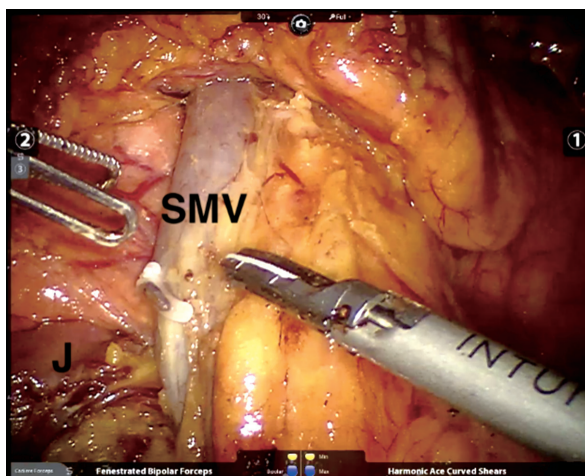


图4 显露肠系膜上静脉（SMV）

Figure 4 Exposure of superior mesenteric vein (SMV)

注：J 为近端空肠

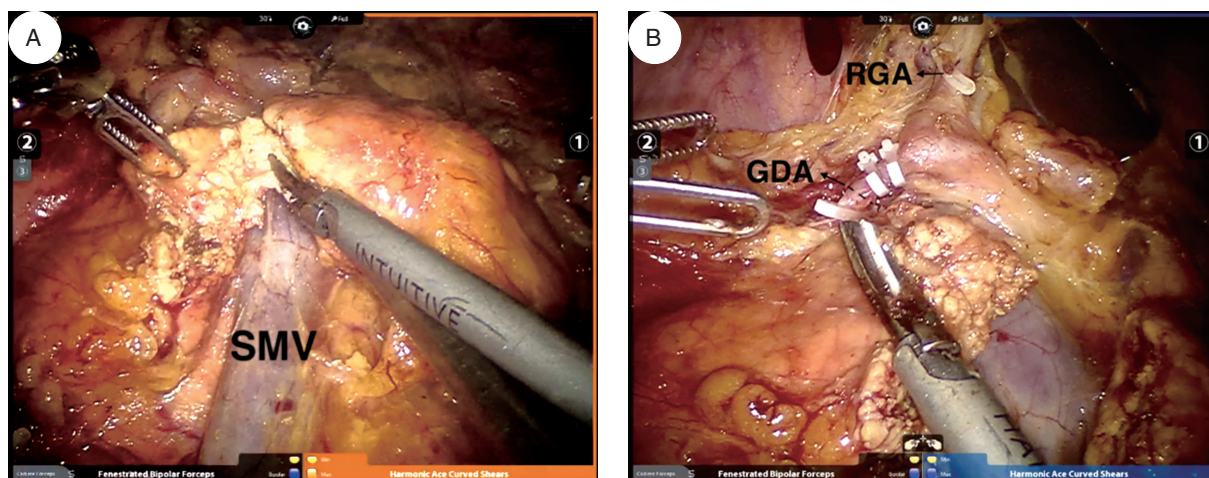


图5 显露胰腺并离断

Figure 5 Exposure and transection of pancreas

注：A. 使用超声刀离断胰腺；B. 用 Hemolock 夹闭胃十二指肠动脉（GDA）、胃右动脉（RGA）

7 离断胰腺钩突

肝动脉周围清扫，胆管离断后，其后方即为门静脉。沿门静脉仔细游离解剖，显露门静脉全程，需注意门静脉的3个主要分支，左侧为胃左静脉，前方为胆管分支，右侧为十二指肠上静脉，进一步清扫第12p组淋巴结。之后通常自下而上断钩突，分别为系膜区、血管干

区及淋巴区。助手负责保持术野清晰和干燥，并推挡肠系膜上静脉，术者沿着肠系膜上动脉右侧进行清扫，需注意动脉分支（如图7），肠系膜采用超声刀离断，粗大的静脉以 Hemolock 夹闭。对于良性或恶变前病变，可以使用能量器械沿着动脉和胰腺钩突之间的薄脂肪淋巴组织进行解剖，不刻意骨骼化血管。

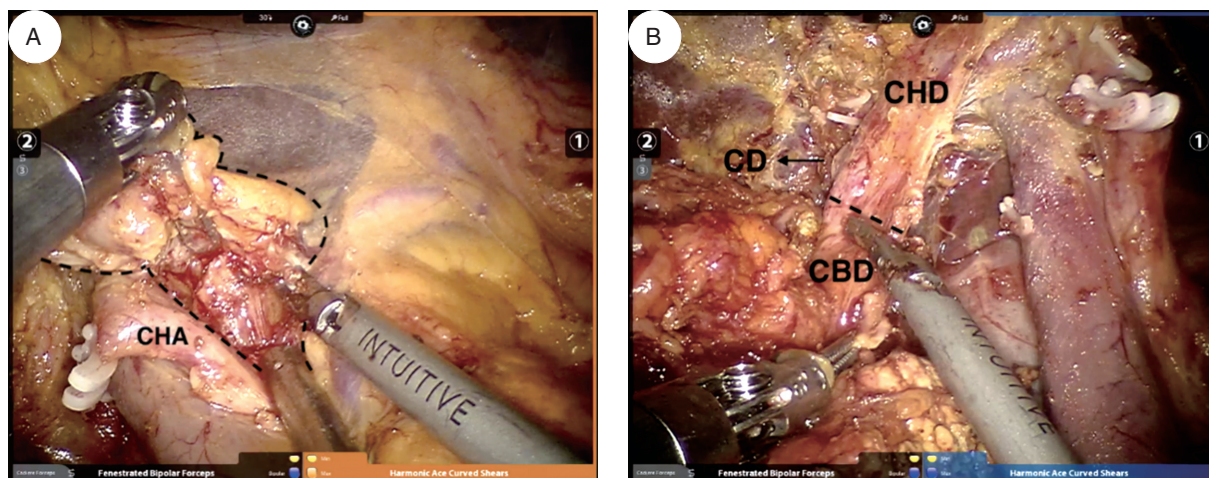


图6 清扫肝十二指肠韧带

Figure 6 Hepatoduodenal ligament dissection

注：A. 清扫肝总动脉（CHA）旁淋巴结（虚线区域）；B. 于胆囊管（CD）下方离断胆总管（CBD）CHD 为肝总管

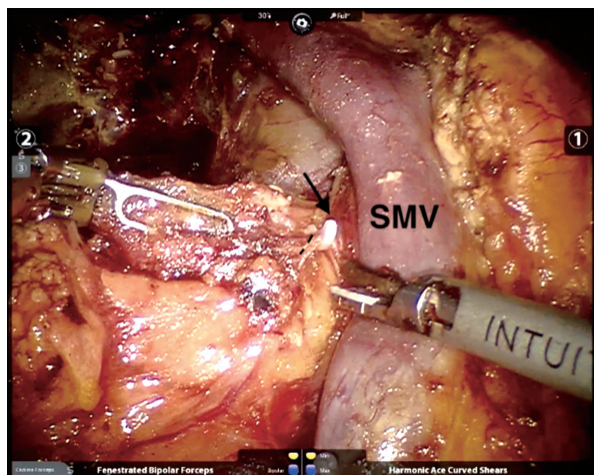


图7 用 Hemolock 夹闭肠系膜上动脉的分支(箭头处), 虚线处用超声刀离断

Figure 7 Use Hemolock to clip the branch of the superior mesenteric artery (arrow), and the distal side of it is dissected by harmonic scalpel at the dotted line

8 胰 - 肠吻合

将预留的近端空肠提起, 拟重建吻合。笔者团队通常行双层胰 - 空肠吻合。一般游离断端 2cm; 吻合时仔细寻找主胰管(如图 8A), 置入一合适大小的硅胶管以支撑胰管。

外圈采用 3-0 Prolene 连续缝合胰腺 - 空肠浆肌层, 先缝后壁, 自胰腺上缘腹侧进针, 尾线以 3 号臂 Cadere 钳抓持, 最后胰腺下缘空肠处出针(如图 8B)。当胰管直径 $\geq 3\text{mm}$ 时, 导管对黏膜重建是首选方案。在空肠黏膜中行小开口(如图 8C), 胰管 - 空肠吻合用 Prolene/PDS 6-0 或 5-0 间断缝合来吻合; 如果胰管直径 $\geq 5\text{mm}$, 可以使用前后壁分别连续缝合法。之后完成胰腺 - 空肠浆肌层前壁连续缝合, 并与尾线会师打结(如图 8D)。

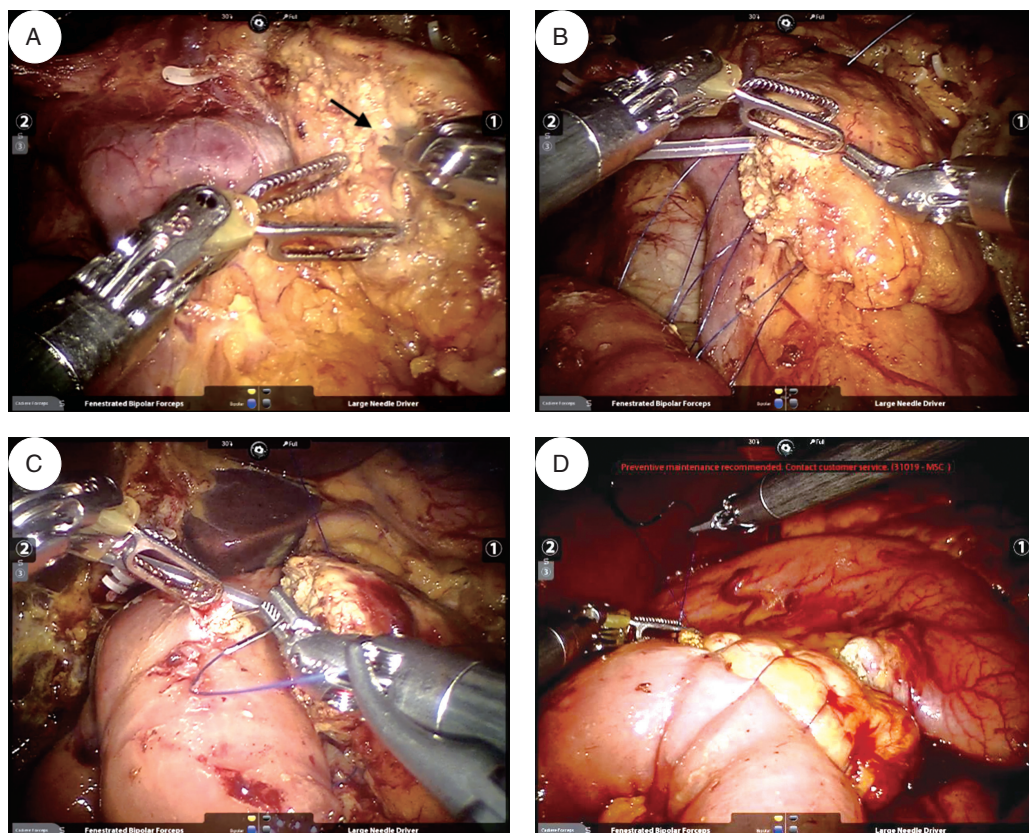


图8 胰 - 肠吻合

Figure 8 Reconstruction of pancreaticojejunostomy (PJ)

注: A. 箭头所指为胰管开口; B. 用 Prolene 线将胰腺残端的后包膜固定于空肠浆膜上; C. 用缝针在空肠上行小开口至黏膜层; D. 完成胰肠吻合

9 胆 - 肠吻合

在空肠打洞前先切割部分胆管断端，一方面送切缘，另一方面防止之前用超声刀断胆管造成的热损伤后的缺血。肠管的开口不宜过大（如图 9A），可以根据边距大小进行调节。吻合多采用连续吻合，缝线以 Prolene 5-0 居多。太细的胆管（口径在 4mm 以下）可在完成后壁吻合后置入类似的胰管支撑管，再进行前壁缝合。

后壁缝合自患者右侧空肠处进诊开始，先完成后壁吻合（如图 9B，9C），再使用第二根缝线从左至右，进行前壁的吻合，最后两端抽紧缝线打结（如图 9D）。

10 胃 - 肠吻合

如果手术时间过长，建议在体外进行胃 - 肠吻合。于剑突下 4cm 左右作正中切口，取出标本后即可进行吻合（如要放置鼻空肠营养也建议使用该方法）。腔内胃 - 肠吻合可采用手工缝合或直线切割闭合器（如图 10A，10B）。

11 标本的取出和引流管的放置

如行腔外胃肠吻合，标本可自剑突下 4cm 正中切口取出；有美容需求的患者，可通过妇产科切口取出；大部分患者的标本可自镜头孔上下绕脐延伸后取出；若患者以前做过腹部手术，可沿旧切口打开并取出。如手术时间过长，

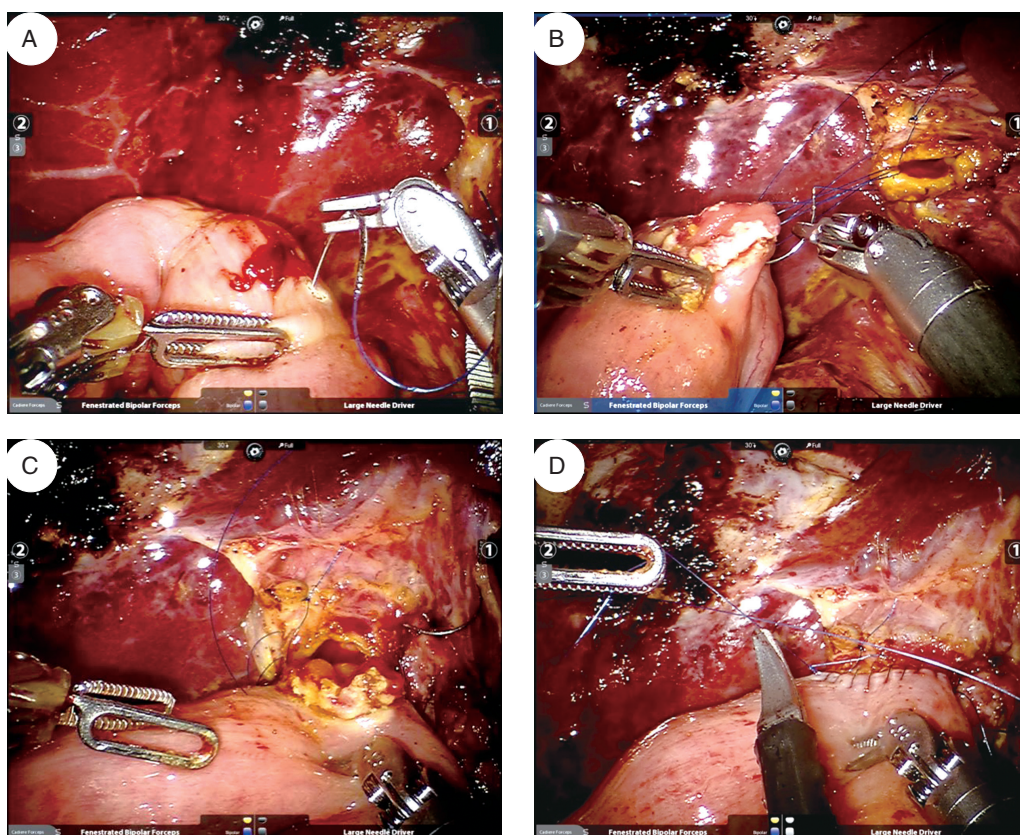


图 9 胆 - 肠吻合

Figure 9 Reconstruction of cholangiojejunostomy (CJ)

注：A. 空肠打洞，采用热传导的方式以缝针模拟针形电刀；B. 用 5-0 的 Prolene 线连续缝合后层；C. 完成后壁吻合；D. 两端打结，完成吻合

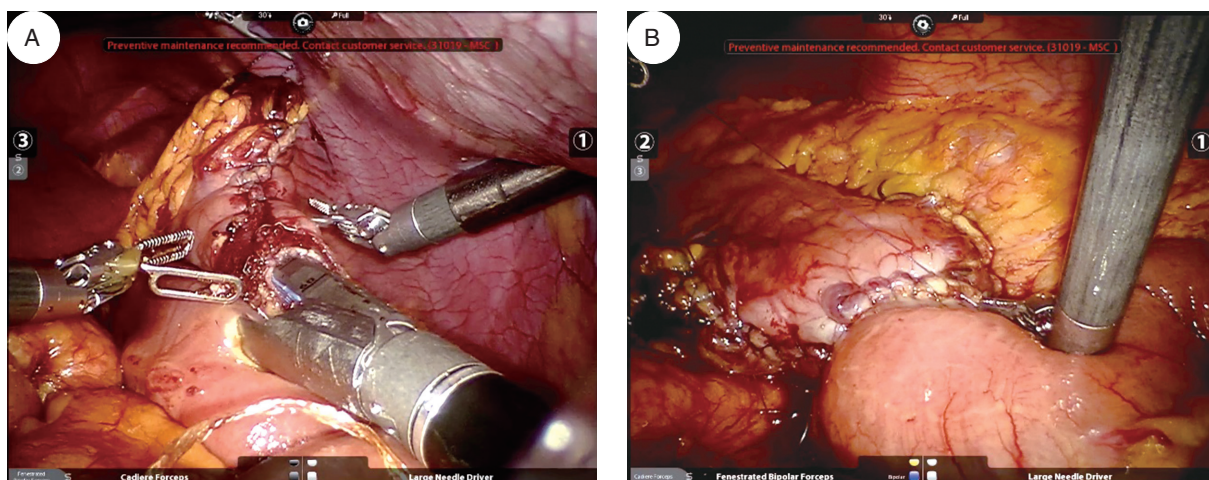


图 10 胃 - 肠吻合

Figure 10 Reconstruction of gastrojejunostomy (GJ)

注: A. 直线切割闭合器行胃肠吻合; B. 连续缝合关闭共同开口

可在开始重建之前取出标本, 置入切口保护器后可重建气腹不影响手术。

常放置两根引流管, 一根置于右肝下胆 - 肠吻合口下方 (如图 11A), 另一根置于胰 - 肠吻合口上方 (如图 11B), 管尖置于肝尾叶后方, 必要时可考虑放置冲洗引流管。

12 总结

机器人胰十二指肠切除术在合理化流程后有望获得优秀的手术效果, 缩短学习曲线, 从全世界范围看, 有增加趋势^[20-21]。随着微创技术的整体向前发展, 相信这一技术会得到更普遍的开展。

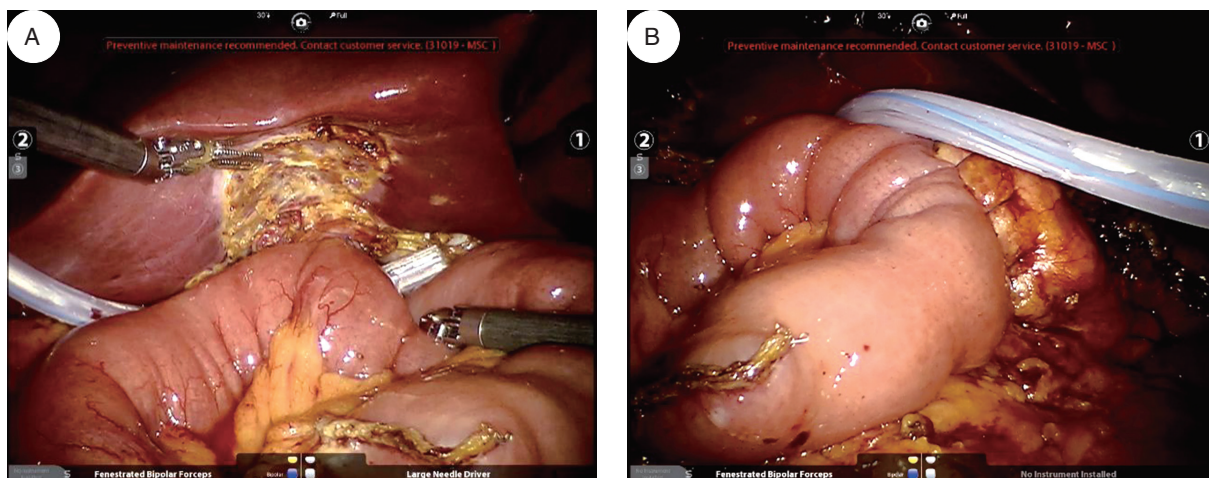


图 11 放置引流管

Figure 11 Place the drainage tube

注: A. 放置引流管于胆肠吻合口旁; B. 于胰肠吻合口旁

参考文献

- [1] Gagner M, Pomp A. Laparoscopic pylorus-preserving pancreatoduodenectomy[J]. Surg Endosc, 1994, 8: 408–410.
- [2] 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]. Annals of Surgery, 2019.
- [3] Ding J, Zhang C, Huang D, et al. The state of minimally invasive pancreaticoduodenectomy in Chinese mainland: A systematic literature review[J]. Bioscience Trends, 2020, 13(6): 488–501.
- [4] Gagner M, Palermo M. Laparoscopic Whipple procedure: review of the literature [J]. Journal of Hepato-biliary-pancreatic Surgery, 2009, 16(6): 726–730.
- [5] Cho A, Yamamoto H, Nagata M, et al. Comparison of laparoscopy-assisted and open pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy for periampullary disease[J]. American Journal of Surgery, 2009, 198(3): 445–449.
- [6] van Hilst J, de Rooij T, Bosscha K, et al. Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours (LEOPARD-2): a multicentre, patient-blinded, randomised controlled phase 2/3 trial[J]. The Lancet Gastroenterology & Hepatology, 2019, 4(3): 199–207.
- [7] Giulianotti PC, Coratti A, Angelini M, et al. Robotics in general surgery: personal experience in a large community hospital[J]. Archives of Surgery (Chicago, Ill.: 1960), 2003, 138(7): 777–784.
- [8] Zureikat AH, Moser AJ, Boone BA, et al. 250 robotic pancreatic resections: safety and feasibility[J]. Annals of Surgery, 2013, 258(4): 554–559, discussion 9–62.
- [9] Winer J, Can MF, Bartlett DL, et al. The current state of robotic-assisted pancreatic surgery[J]. Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology, 2012, 9(8): 468–476.
- [10] McMillan M T, Zureikat A H, Hogg M E, et al. A Propensity Score-Matched Analysis of Robotic vs Open Pancreatoduodenectomy on Incidence of Pancreatic Fistula[J]. JAMA Surgery, 2017, 152(4): 327–335.
- [11] Rosemurgy A, Ross S, Bourdeau T, et al. Robotic Pancreaticoduodenectomy Is the Future: Here and Now[J]. Journal of the American College of Surgeons, 2019, 228(4): 613–624.
- [12] SHI Y, WANG W, QIU W, et al. Learning Curve From 450 Cases of Robot-Assisted Pancreaticoduodenectomy in a High-Volume Pancreatic Center: Optimization of Operative Procedure and a Retrospective Study [J]. Annals of surgery, 2019.
- [13] Shi Y, Jin J, Qiu W, et al. Short-term Outcomes After Robot-Assisted vs Open Pancreaticoduodenectomy After the Learning Curve [J]. JAMA Surgery, 2020.
- [14] Giulianotti P C, Mangano A, Bustos RE, et al. Operative technique in robotic pancreaticoduodenectomy (RPD) at University of Illinois at Chicago (UIC): 17 steps standardized technique: Lessons learned since the first worldwide RPD performed in the year 2001 [J]. Surgical Endoscopy, 2018, 32(10): 4329–4336.
- [15] Zureikat A H, Beane J D, Zenati M S, et al. 500 Minimally Invasive Robotic Pancreatoduodenectomies: One Decade of Optimizing Performance[J]. Annals of Surgery, 2019.
- [16] He Shengliang, Ding Ding, Wright Michael J, et al. The impact of high body mass index on patients undergoing robotic pancreatectomy: A propensity matched analysis[J]. Surgery, 2020, 167(3): 556–559.
- [17] Kauffmann Emanuele F, Napoli Niccolò, Menonna Francesca, et al. A propensity score-matched analysis of robotic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic cancer based on margin statu[J]. Surgical Endoscopy, 2019, 33(1): 234–242.
- [18] 刘荣, 赵国栋, 唐文博, 等. 机器人胰腺手术 1010 例经验与教训 [J]. 南方医科大学学报, 2018, 38(2): 130–134.
- [19] Wang S E, Shyr B U, Chen S C, et al. Comparison between robotic and open pancreaticoduodenectomy with modified Blumgart pancreaticojejunostomy: A propensity score-matched study [J]. Surgery, 2018, 164(6): 1162–1167.
- [20] JD B, JD B, AH Z, et al. Optimal Pancreatic Surgery: Are We Making Progress in North America? [J]. Annals of Surgery, 2019.
- [21] AH Z, JD B, MS Z, et al. 500 Minimally Invasive Robotic Pancreatoduodenectomies: One Decade of Optimizing Performance[J]. Annals of Surgery, 2019.