

达芬奇机器人“3+2”模式在胰十二指肠切除术胰肠吻合中的应用

许永成^{1,2}, 何兴龙^{1,2}, 郭进², 马雕龙^{1,2}, 马云涛², 狐鸣², 詹渭鹏², 田宏伟², 苗长丰²

(1. 甘肃中医药大学第一临床医学院 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省人民医院普通外科 甘肃 兰州 730000)

摘要 目的: 探讨达芬奇机器人“3+2”模式胰十二指肠切除术中胰肠吻合的安全性及可行性。**方法:** 回顾性分析甘肃省人民医院2017年6月—2020年6月在达芬奇机器人“3+2”模式下按照不同胰肠吻合方式行胰十二指肠切除术的患者30例, 统计分析短期疗效。**结果:** 患者手术均获成功, 患者术后均恢复良好出院, 无患者死亡。**结论:** 应用达芬奇机器人手术系统“3+2”模式在胰十二指肠切除术中胰肠吻合是安全可行的。

关键词 机器人辅助手术; 胰十二指肠切除术; 胰肠吻合

中图分类号 R608 R654.4 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2023)02-0092-07

Application of Da Vinci robotic “3+2” mode in pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy

XU Yongcheng^{1,2}, HE Xinglong^{1,2}, GUO Jin², MA Diaolong^{1,2}, MA Yuntao², HU Ming², ZHAN Weipeng²,
TIAN Hongwei², MIAO Changfeng²

(1. The First Clinical Medical College, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China; 2. Department of General Surgery, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730000, China)

Abstract Objective: To investigate the safety and feasibility of Da Vinci robotic “3+2” mode in pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy. **Methods:** A retrospective analysis was performed on 30 patients who underwent Da Vinci robotic pancreaticoduodenectomy with different anastomotic methods in Gansu Provincial People's Hospital from June 2017 to June 2020, and the short-term efficacy was statistically analyzed. **Results:** All surgeries were successfully completed, and all

收稿日期: 2021-07-08 录用日期: 2022-05-05

Received Date: 2021-07-08 Accepted Date: 2022-05-05

基金项目: 甘肃省外科肿瘤分子诊断与精准治疗重点实验室开放基金(2019GSZDSYS04)

Foundation Item: Open Fund of Key Laboratory for Molecular Diagnosis and Precision Medicine in Tumor Management of Gansu Province (2019GSZDSYS04)

通讯作者: 马云涛, Email: 3575515665@qq.com

Corresponding Author: MA Yuntao, Email: 3575515665@qq.com,

引用格式: 许永成, 何兴龙, 郭进, 等. 达芬奇机器人“3+2”模式在胰十二指肠切除术胰肠吻合中的应用[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2023, 4(2): 92-98.

Citation: XU Y C, HE X L, GUO J, et al. Application of Da Vinci robotic “3+2” mode in pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2023, 4(2): 92-98.

patients recovered well after surgery with no death. **Conclusion:** Da Vinci robotic “3+2” mode in pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy is safe and feasible.

Key words Robot-assisted surgery; Pancreaticoduodenectomy; Pancreatic anastomosis

相关研究表明，达芬奇机器人手术系统的主要优势包括自由灵活的360°可旋转机械臂，高清三维图像呈现及身临其境的视觉反馈，外科医师手部颤抖过滤等^[1]。通过以上优势可以实现精细的操作。

目前，达芬奇机器人技术已被广泛应用于多个外科领域。许多研究表明，达芬奇机器人在胰腺手术中是安全有效的^[2-4]。胰十二指肠切除术是普通外科重大疑难手术，胰腺为腹膜后器官，其解剖位置深，毗邻多支重要血管，恶性肿瘤易周围浸润，具有较大的手术难度和较高的手术风险。微创化、精细化、个体化及更加重视功能保留和生活质量提高成为外科手术的发展目标，以腹腔镜和机器人手术系统为代表的微创外科迅速发展。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微创外科医师来说仍是一项技术挑战，较长的手术时间和高昂的费用仍然是限制其进一步发展的主要因素^[5-6]。随着手术方式及手术器械的不断进步，手术方式趋于标准化、规范化。2003年，Melvin W S等人^[7]首次报道了16例应用达芬奇机器人手术系统行胰腺手术。从此，机器人手术系统在胰腺外科领域中的应用得到迅猛的发展。随着达芬奇机器人手术系统的引进及发展，达芬奇机器人行胰十二指肠切除术已逐步走向成熟。本团队达芬奇机器人“3+2”模式[达芬奇机器人手术系统经典模式为4个机械臂和1个助手，“3+2”模式的达芬奇机器人手术系统由3个机械臂（2个操作臂和1个摄像臂）和2个助手。第三个机械臂的操作在经典模式的基础上换成了1个助手]在胰腺手术中的应用已证明此模式可以保留脾脏及血管，缩短手

术时间，减轻术者工作负荷，降低费用及利于培养年轻医生等优点^[8]。然而在许多外科医生心中对胰十二指肠切除术中胰肠吻合方式仍有不同看法，但尚未有报道证明达芬奇机器人在胰十二指肠切除术中胰肠吻合方式的安全性及有效性。

本研究回顾性分析2017年6月—2020年6月本院应用达芬奇机器人手术系统“3+2”模式下施行30例胰十二指肠切除术患者的临床资料，根据胰肠吻合方式不同，将其分为3组，旨在探讨达芬奇机器人“3+2”模式下胰十二指肠切除术胰肠吻合的安全性及可行性。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究选取2017年6月—2020年6月在甘肃省人民医院接受机器人胰十二指肠切除术的患者30例，男16例，女14例。

纳入标准：①行机器人胰十二指肠根治术；②术前无其他恶性肿瘤病史，未合并其他肿瘤；③术前未行化疗、放疗、靶向治疗等；④围手术期资料收集完整，所有患者术前均行MDT多学科诊疗，手术适应证明确。

排除标准：①年龄<18岁或>80岁；②术前影像学等检查发现肺、肝脏等远处转移征象或行姑息性手术；③行急诊手术或二次手术；④住院期间或术后1个月内因严重并发症死亡。

1.2 研究方法

按照不同胰肠吻合方式，将患者分为经典黏膜对黏膜组（10例）^[9]、捆绑式胰肠吻合组（10例）^[10-11]及单针全层胰肠吻合（301式）组（10

例)^[12] 三组, 统计结果包括年龄、性别、BMI、术前胆红素、术前白蛋白、肝功能分级、手术时间、术中出血量、术中输血、术后首次下床活动、术后首次排气时间、术后首次进食时间、术后住院时间、住院总费用、并发症、病理类型、切除率、淋巴结总数、阳性淋巴结数、肿瘤直径以及是否有脉管浸润等项目。

1.2.1 术前准备

所有接受手术患者术前积极给予营养补液等支持治疗并于术前 30min 静脉注射广谱抗生素, 术前进行心理健康教育及相关注意事项普及。所有手术均在获得患者知情同意后进行。

1.2.2 患者体位及 Trocar 布局

1.2.2.1 患者体位: 患者取分腿位, 头高脚低成 30°。

1.2.2.2 Trocar 布局: 取脐下缘 2cm 纵行切开皮肤 1.2cm, 置入 12mm Trocar, 为主观察孔 (C), 设立气腹压维持在 12mmHg, 经 Trocar 进入光源。随后直视下于左侧锁骨中线平脐水平处切开皮肤置入 12mm Trocar, 为第一助手辅助操作孔 (A1); 于左侧腋前线肋缘下 2cm 切开皮肤处置入 8mm Trocar, 为 1 号臂 (R1); 同法于右锁骨中线平脐水平处切开皮肤置入 8mm Trocar, 为 2 号臂 (R2); 右侧腋中线肋缘下切开皮肤 1cm 处置入 5mm Trocar, 为第二助手辅助操作孔 (A2)。所有 Trocar 根据患者的体型做适当调整并且每个 Trocar 保持 8cm 以上的安全距离以防止机械臂碰撞, 安装机器人 1 号臂并置入超声刀, 安装机器人 2 号臂并置入无损伤抓钳^[11] (如图 1)。

1.2.3 手术步骤

1.2.3.1 打开 Kocher 切口探查胰腺。

1.2.3.2 探查肠系膜上静脉, 在横结肠上缘超声刀切开大网膜, 切开胃结肠韧带, 打开小网膜, 显露整个胰腺的前面。

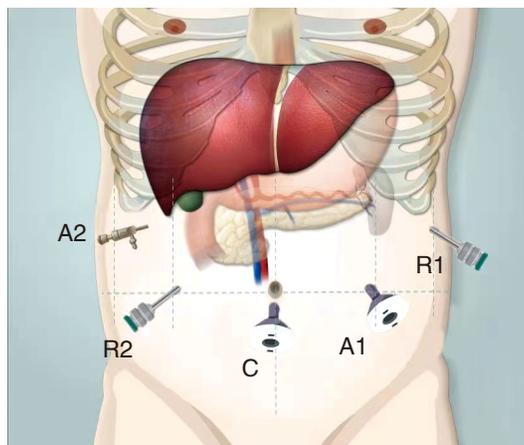


图 1 Trocar 布局

Figure 1 Trocar layout

注: A1. 第一助手辅助操作孔; A2. 第二助手辅助操作孔; C. 主观察孔; R1. 1 号臂; R2. 2 号臂

1.2.3.3 探查门静脉。

1.2.3.4 仔细分离胆总管及肝总管周围间隙, 离断肝总管, 充分暴露门静脉, 结扎切断胃右动脉。切开十二指肠外腹膜, 将十二指肠第一段连同胰腺头部从腹膜后向内侧游离, 游离横结肠肝曲和横结肠的右端, 将十二指肠第二、三段向前游离, 行胰十二指肠切除术。遂继续分离结扎胃右动脉, 使用直线切割闭合器横断胃体部, 切除 30% 的胃及其网膜和幽门区的淋巴结。然后分离出肝总动脉及肝固有动脉, 打开血管鞘分离出胃十二指肠动脉, 近端结扎切断胃十二指肠动脉。沿胰颈左右侧各“8”字缝合一针牵引, 超声刀沿肠系膜上静脉上方胰腺颈部最薄弱处切断胰腺, 找到胰管的开口, 置入胰管引流管, 胰腺断面确切止血。上提十二指肠, 找出空肠上段, 在离 Treitz 韧带 15cm 处 60mm 直线切割吻合器切断空肠, 从结肠系膜的后方拉至胰腺残端。分离胆总管周围粘连, 使用双击电凝间断电凝止血, 清扫淋巴结; 于胆总管起始部横行切断, 胆总管切断后连同胆管旁的淋巴组织向下分离, 置入胆管引流管, 创面彻底止血。

1.2.3.5 消化道重建: 距离 Treitz 韧带 35cm 空

肠处与断端胰管行胰-空肠端侧吻合，吻合方式根据术中情况采用经典黏膜对黏膜/捆绑式胰肠吻合/单针全层胰肠吻合(301式)。距胰空肠吻合口10cm用4-0可吸收线行胆管空肠端侧吻合，于胆管空肠吻合口下方40cm处用直线吻合器行胃空肠端侧吻合器吻合。

1.2.3.6 4-0八根针加固胰肠、胃肠吻合口，4-0八根针缝合系膜。再次探查腹腔，确切止血，于胆肠、胰肠吻合口后放置腹腔引流管，胃肠吻合口后方放置橡胶引流管。清点器械无误后常规用2-0可吸收线逐层关腹，4号丝线间断垂直褥式内翻缝皮。

1.3 统计学方法

采用SPSS 20.0统计软件分析数据。对于连续性变量资料，服从正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示，两组间比较采用独立样本 t 检验；分类变量资料采用百分比 $[n(\%)]$ 的形式表示，采用 χ^2 检验进行比较。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基本资料

本研究共纳入30例患者，根据不同胰肠吻

合方式，将患者分为经典黏膜对黏膜组(10例)，捆绑式胰肠吻合组(10例)及单针全层胰肠吻合(301式)组(10例)三组，三组间患者在年龄、性别、MBI、术前胆红素、术前白蛋白及肝功能分级比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，基本资料特征比较见表1。

2.2 术中及术后临床指标

三组患者术中及术后临床资料，包括手术时间、术中出血量、术中输血、中转开腹、术后首次下床活动时间、术后首次通气时间、术后首次进食时间、术后住院天数、住院总费用、阳性淋巴结数、肿瘤直径、血管浸润比较，均无统计学差异($P>0.05$)，每组均有1例中转开腹，主因肿瘤侵犯周围组织及血管，粘连严重，而在清扫淋巴结总数中出现统计学差异 $P=0.016<0.05$ ，原因是三组中良性病占比差异相关(见表2)。相比文献^[8]，本次报道的结果在手术时间、出血量、住院费用等指标均显著上升，这是因为两项研究纳入患者不同，本研究是机器人腔镜下吻合，而文献^[8]研究中，病例为机器人辅助小切口吻合，因此两项研究结果不同。

表1 三组患者临床资料

Table 1 Basic data of the three groups of patients

组别	年龄 (岁)	性别(例)		BMI (kg/m ²)	术前胆红素 (μ mol/L)	术前白蛋白 (g/L)	肝功能分级(例)	
		男	女				Child A级	Child B级
经典黏膜对黏膜组	56.8 \pm 8.3	5	5	20.91 \pm 3.7	65.11 \pm 36.4	40.89 \pm 10.6	3	7
捆绑式胰肠吻合组	58.4 \pm 11.7	6	4	22.74 \pm 2.7	61.39 \pm 77.7	38.57 \pm 4.6	6	4
单针全层胰肠吻合 (301式)组	53.4 \pm 7.7	5	5	23.07 \pm 2.5	74.31 \pm 69.6	38.41 \pm 3.8	5	5
t/χ^2 值	0.738	0.268		1.491	0.109	0.401	1.875	
P 值	0.488	0.875		0.243	0.897	0.674	0.392	

表 2 三组患者术中及术后临床指标

Table 2 Intraoperative and postoperative clinical indicators of the three groups of patients

临床资料	经典黏膜对黏膜组	捆绑式胰肠吻合组	单针全层胰肠吻合 (301 式) 组	t/χ^2 值	P 值
手术时间 (min)	382 ± 52.5	375 ± 68.2	428.5 ± 76.7	1.910	0.168
术中出血量 (ml)	420 ± 260.6	290 ± 271.6	330 ± 280.1	0.604	0.554
术中输血 (例)	2	1	2	0.480	0.787
中转开腹 (例)	1	1	1	—	—
术后首次下床活动时间 (d)	4.2 ± 2.1	4.3 ± 2.8	3.45 ± 0.7	0.523	0.599
术后首次通气时间 (d)	3.75 ± 0.8	4.4 ± 1.5	3.75 ± 0.6	1.282	0.294
术后首次进食时间 (d)	5 ± 0.94	6.8 ± 4.9	7.3 ± 6.3	0.679	0.515
术后住院天数 (d)	14.1 ± 3.5	16.3 ± 7.1	15.7 ± 5.4	0.421	0.661
住院总费用 (元)	103 518.26 ± 45 488.6	79 446.57 ± 24 609.9	97 933.36 ± 25 494.0	1.432	0.256
清扫淋巴结总数 (枚)	18.5 ± 6.8	11.5 ± 7.4	10 ± 5	4.862	0.016
阳性淋巴结数 (枚)	0.5 ± 1.6	0	0.2 ± 0.6	0.557	0.584
肿瘤直径 (cm)	2.75 ± 1.6	2.31 ± 1.4	2.04 ± 1.0	0.716	0.498
血管浸润 (例)	5	4	5	0.268	0.875

2.3 术后病理类型及 R_0 切除率 (见表 3~4)。

2.4 术后并发症

三组患者中总并发症 5 例 (16.67%)，其中胰瘘 1 例为单针全层胰肠吻合 (301 式) 组；腹腔感染 2 例，经典黏膜对黏膜组及捆绑式胰肠吻合组各 1 例；胃肠功能不全 1 例，为捆绑式胰肠吻合组；肠瘘 1 例为经典黏膜对黏膜组 (见表 5)。

所有患者手术均获成功，每组中转开腹各 1 例，总中转开腹率为 10% (3/30)；30 例患者术后并发症发生率为 16.67% (5/30)，其中胰瘘仅有 1 例发生，腹腔感染 2 例，肠瘘 1 例，胃肠道功能不全 1 例； R_0 切除率为 96.67% (29/30)，仅单针全层胰肠吻合 (301 式) 组 1 例为 R_1 切除。三组患者在年龄、性别、BMI、术前胆红素、术前白蛋白、肝功能分级、手术时间、术中出血量、术中输血、术后首次下床活动、术后首次

排气时间、术后首次进食时间、术后住院时间、住院总费用、阳性淋巴结数、肿瘤直径以及是否有脉管浸润等均无统计学差异，所有患者术后围手术期均恢复良好出院，无死亡病例。

3 讨论

自 2006 年我国引进第 1 台达芬奇机器人后，机器人手术逐渐发展，优势愈发明显，达芬奇机器人胰十二指肠切除术方面的报道越来越多，大量研究证实了机器人手术技术在胰十二指肠切除术中的有效性和安全性^[4, 6, 11]。但发展较为缓慢，其主要影响因素为手术难度较大、手术时间长、耗材昂贵以及学习曲线较长等。

胰瘘是胰十二指肠切除术后常见且严重影响预后的并发症。胰肠吻合是胰十二指肠切除术中最常用的消化道重建方法，也是决定手术效果的关键因素^[13-16]。外科医生一直致力于尝试各种胰肠吻合方式的研究和创新，以尽可能避免术后胰瘘，因此各种吻合方式层出不

表 3 三组患者术后病理类型

Table 3 Postoperative pathological types of the three groups of patients

类型病理	经典黏膜对黏膜组	捆绑式胰肠吻合组	单针全层胰肠吻合 (301 式) 组
胆管癌	2 (0.20)	2 (0.20)	4 (0.40)
十二指肠球部高级别上皮内瘤变	1 (0.10)	—	—
胰腺癌	3 (0.30)	1 (0.10)	—
十二指肠腺癌	3 (0.30)	3 (0.30)	4 (0.40)
胰头组织坏死伴囊肿形成	1 (0.10)	—	—
胆总管上皮内瘤变	—	1 (0.10)	—
胰腺实性假乳头状瘤	—	1 (0.10)	—
硬化性淋巴浆细胞性胰腺炎部分胰腺 导管上皮伴低级别上皮内瘤变	—	1 (0.10)	—
胆总管囊肿	—	1 (0.10)	—
胆管神经内分泌癌	—	—	1 (0.10)
十二指肠间质瘤	—	—	1 (0.10)

表 4 三组患者术后 R₀ 切除率及肿瘤性质Table 4 R₀ resection rate and tumor character of the three groups of patients

类型病理	经典黏膜对黏膜组	捆绑式胰肠吻合组	单针全层胰肠吻合 (301 式) 组
R ₀ 切除 [n (%)]			
R ₀	10 (100)	10 (100)	9 (90)
R ₁	0 (0)	0 (0)	1 (10)
肿瘤性质 (例)			
良性	2	4	1
恶性	8	6	9

表 5 三组患者术后并发症

Table 5 Postoperative complications of the three groups of patients

术后并发症	经典黏膜对黏膜组	捆绑式胰肠吻合组	单针全层胰肠吻合 (301 式) 组
胰瘘	—	—	1
腹腔感染	1	1	—
胃肠功能不全	—	1	—
肠痿	1	—	—

穷，然而迄今还未曾有一种吻合方式能完全避免胰瘘的发生。随着微创外科的发展，腹腔镜技术及机器人手术登上了外科发展的舞台，并逐渐成为治疗的主流，为求患者术后快速康复及更好的生活质量，如何安全有效地完成微创

胰肠吻合已经成为外科医生不懈努力和研究的方
方向^[13-16]。

先进的机器人微创治疗在胰十二指肠切除手术中已经逐渐开展。本团队结合机器人“3+2”模式将国内先进的胰肠吻合方式应用于

机器人胰十二指肠切除术中,进一步探讨更加优化的手术方案。机器人手术系统的三维高清显像,7个自由度的仿生机械臂以及震颤过滤等多个优势,结合“3+2”模式在胰腺手术中可以保留脾脏及血管,缩短手术时间,减轻术者工作负荷,降低费用及利于培养年轻医生等优点^[14-15],能够更好地完成机器人胰十二指肠切除等有难度的操作。在胰肠吻合中,要求术者具有丰富的经验,吻合口张力、缝合时针对胰腺的刺伤等都将导致胰液渗出。本院高年资主任医师基于大量机器人手术积累的基础结合对胰腺肠吻合的要点认识,进行了机器人胰十二指肠切除。

本研究的不足:①回顾性研究存在偏倚;②病理类型复杂,未对病理类型进行控制,导致结果出现偏移;③缺少随访结果,无法对达芬奇机器人“3+2”模式在胰十二指肠切除术的远期疗效进行评估;④本研究采用机器人手术自身对照,未设立腹腔镜及开腹对照组,且达芬奇机器人“3+2”模式在胰十二指肠切除术中应用时间较短,病例数相对有限,对部分结局指标有可能得出假阴性结果。

综上所述,机器人手术系统“3+2”模式在胰十二指肠切除术中胰肠吻合切实可靠,术后并发症发生率低,恢复快,具有良好的安全性、可行性与有效性,适合在微创胰十二指肠切除术中推广应用。

参考文献

- [1] Freschi C, Ferrari V, Melfi F, et al. Technical review of the Da Vinci surgical telemanipulator[J]. *Int J Med Robot*, 2013, 9(4): 396-406.
- [2] Goh B K. Robot-assisted minimally invasive distal pancreatectomy is superior to the laparoscopic technique[J]. *Ann Surg*, 2016, 263(3): e49.
- [3] Butturini G, Damoli I, Crepez L, et al. A prospective nonrandomised single-center study comparing laparoscopic and robotic distal pancreatectomy[J]. *Surg Endosc*, 2015, 29(11): 3163-3170.
- [4] 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.
- [5] 尹注增, 许大彬, 谭向龙, 等. 机器人与腹腔镜保脾胰体尾切除术经济效益的对比 [J]. *腹腔镜外科杂志*, 2016, 21(6): 429-432.
- [6] Waters J A, Canal D F, Wiebke E A, et al. Robotic distal pancreatectomy: cost effective?[J]. *Surgery*, 2010, 148(4): 814-823.
- [7] Melvin W S, Needleman B J, Krause K R, et al. Robotic resection of pancreatic neuroendocrine tumor. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2003, 13(1): 33-36.
- [8] 詹渭鹏, 狐鸣, 田宏伟, 等. 达芬奇机器人“3+2”模式在胰体尾切除术中的应用 [J]. *中国普通外科杂志*, 2019, 28(9): 1061-1067.
- [9] 张成, 安琳, 王羊, 等. 胰管-空肠黏膜对黏膜间断式吻合在腹腔镜胰十二指肠切除术中的应用 [J]. *肝胆胰外科杂志*, 2020, 32(10): 600-604.
- [10] 张绍平, 代洪华, 袁洪胜. 优化套入式胰肠吻合在胰十二指肠切除术中的临床应用价值 [J]. *结直肠肛门外科*, 2020, 26(S1): 29-30.
- [11] 金赞, 李江涛, 彭淑牖. 捆绑式胰胃吻合术 [J]. *中华肝脏外科学手术学电子杂志*, 2017, 6(3): 153-155.
- [12] 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, 11(11): 854-857.
- [13] 周宁新. 达芬奇机器人胰十二指肠切除手术要点 [J]. *中华普外科手术学杂志(电子版)*, 2010, 4(3): 8-10.
- [14] 朱宏达, 艾开兴. 机器人胰十二指肠切除术进展 [J]. *外科理论与实践*, 2014, 19(1): 75-77.
- [15] 嵇武. 手术机器人胰十二指肠切除术 [J]. *中国微创外科杂志*, 2012, 12(7): 580-583.
- [16] 沈柏用, 刘钦, 邓侠兴, 等. 达芬奇机器人手术系统行胰十二指肠切除术的临床疗效 [J]. *中华消化外科杂志*, 2012, 11(1): 79-81.