

机器人与传统腹腔镜在小儿胆总管囊肿手术中应用的对比研究

池水清, 徐银慧, 汤绍涛, 张 茜, 曹国庆, 李 帅

(华中科技大学同济医学院附属协和医院小儿外科 湖北 武汉 430022)

摘 要 **目的:** 对比分析机器人和传统腹腔镜手术在胆总管囊肿切除、肝管空肠吻合术中的应用效果。**方法:** 回顾性分析 2014 年 6 月 ~2021 年 2 月行机器人或传统腹腔镜辅助下胆总管囊肿切除 + 肝管空肠吻合术患儿 (170 例) 的病例资料, 分析两组患儿手术情况、术中及术后并发症的发生率, 并建立多因素 Logistic 回归模型, 以寻找胆总管囊肿术后出现并发症的危险因素。**结果:** 与传统腹腔镜手术比较, 机器人手术患儿的总手术时间更长, 囊肿切除和肝管空肠吻合时间更短, 术中解剖结构 (左、右肝管开口及胰内胆管) 显示更清晰, 术中失血量较少, 平均住院时间更短, 术后早期并发症发生率较低。多因素 Logistic 回归分析显示, 肝管空肠吻合的时间延长是胆总管囊肿术后出现并发症的唯一危险因素。**结论:** 机器人辅助胆总管囊肿手术解剖更清晰, 术中和术后并发症少, 短期的预后更好。

关键词 胆总管囊肿; 机器人辅助手术; 腹腔镜手术; 并发症; 肝管空肠吻合术

中图分类号 R608 R657.4 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2021) 04-0248-07

Comparison between robot-assisted and traditional laparoscopic surgery on choledochal cyst excision and hepaticojejunostomy in children

CHI Shuiqing, XU Yinhui, TANG Shaotao, ZHANG Xi, CAO Guoqing, LI Shuai

(Department of Pediatric Surgery, Union Hospital affiliated to Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China)

Abstract **Objective:** To study the differences of intraoperative and postoperative outcomes on choledochal cyst (CC) excision and hepaticojejunostomy between robotic and laparoscopic approaches. **Methods:** A retrospective case-control study

收稿日期: 2021-03-18 录用日期: 2021-05-07

Received Date: 2021-03-18 Accepted Date: 2021-05-07

基金项目: 国家自然科学基金 (201402007)

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China (201402007)

通讯作者: 汤绍涛, Email: tshaotao83@126.com

Corresponding Author: TANG Shaotao, Email: tshaotao83@126.com

引用格式: 池水清, 徐银慧, 汤绍涛, 等. 机器人与传统腹腔镜在小儿胆总管囊肿手术中应用的对比研究 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2021, 2 (4): 248-254.

Citation: CHI S Q, XU Y H, TANG S T, et al. Comparison between robot-assisted and traditional laparoscopic surgery on choledochal cyst excision and hepaticojejunostomy in children [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2021, 2(4):248-254.

of 170 patients underwent robot-assisted and traditional laparoscopic CC excision and hepaticojejunostomy was performed at the Wuhan Union Hospital from Jun 2014 to Feb 2021. A multivariable logistic regression model for odds to complications was built. **Results:** Patients underwent robot-assisted hepaticojejunostomy (RAS) had a longer overall operative time, shorter cyst excision time, shorter hepaticojejunostomy time, less estimated blood loss, lower postoperative high fever rate, shorter postoperative LOS, and a lower postoperative complication rate. Moreover, the intraoperative anatomic structures were more explicit in group of RAS, such as the exposure of left or right hepatic duct opening and intrapancreatic bile duct. Multivariable logistic regression showed that longer hepaticojejunostomy time was the only risk factor of postoperative complications. **Conclusion:** Robot-assisted CC excision and hepaticojejunostomy is associated with better intraoperative view, less intraoperative and postoperative complications and better short-term postoperative outcomes compared to laparoscopic approach.

Key words Choledochal cyst; Robot-assisted surgery; Laparoscopic-assisted surgery; Complications; Hepaticojejunostomy

近年来，一些较为复杂的手术，如胆总管囊肿切除及肝门空肠吻合术，已逐渐从开腹手术转变为微创手术。与传统开放手术相比，腹腔镜辅助胆总管囊肿切除及肝管空肠吻合术的安全性和有效性已得到证明，且术后恢复时间更短^[1-3]。然而，腹腔镜下肝管空肠吻合术（Laparoscopic-assisted hepaticojejunostomy, LAHJ）有较高的技术要求，且学习曲线较长，手术时间长于开放手术。同时，由于胆总管囊肿的发病率较低，故经验不足的外科医生完成 LAHJ 术存在一定的困难^[4]。2006 年，Woo R 等首次报道机器人辅助肝管空肠吻合术（Robot-assisted hepaticojejunostomy, RAHJ），随后一系列报道进一步证实了 RAHJ 术在小儿胆总管囊肿中的可行性和安全性，甚至可适用于体重 10kg 以下的小儿^[5-6]。目前，聚焦于 LAHJ 术和 RAHJ 术预后的对比研究较少^[7]。因此，本研究旨在评估 LAHJ 术和 RAHJ 术在手术操作和术后结果方面的差异，现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2014 年 6 月~2020 年 9 月就诊于华中科技大学同济医学院附属协和医院小儿

外科行 RAHJ 术患儿（85 例）的病例资料，并根据年龄、性别及 Todani 分型匹配^[8]行 LAHJ 术的患儿 85 例。两组患儿在年龄、性别和 Todani 分型分布方面比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），见表 1。首诊于其他医院，于本院进行二次手术的患儿予以排除。所有手术均由同一组经验丰富的外科医生完成。本研究经华中科技大学同济医学院附属协和医院研究伦理委员会批准（2016-LSZ-S180）。

1.2 手术方法

1.2.1 机器人辅助腹腔镜下胆总管囊肿切除和胆肠吻合术

应用达芬奇 Si 手术系统，患者取平卧位，镜头及各个 Trocar 具体位置如图 1。在距离 Treitz 韧带 15~20cm 处拖出并横断近端空肠，远端肠腔封闭，近端与远侧 30cm 处空肠行端侧吻

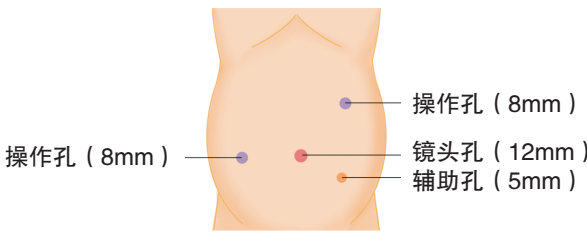


图 1 机器人辅助胆总管囊肿切除和肝空肠吻合术的切口位置

Figure 1 Ports placement of robotic-assisted chole-chochal cyst excision and hepaticojejunostomy

表 1 两组患儿一般资料
Table 1 General information

项目	RAHJ 组 (<i>n</i> =85)	LAHJ 组 (<i>n</i> =85)	<i>P</i> 值
年龄 (月)	33.0 (21.5~67.0)	33.0 (19.0~63.5)	0.852
性别 (例)			
男	28	28	1.000
女	57	57	
Todani 分型 (例, %)			0.916
I a	56 (65.9)	55 (64.7)	
II b	1 (1.2)	2 (2.4)	
III c	23 (27.1)	23 (27.1)	
IV a	4 (4.7)	4 (4.7)	
IV b	1 (1.2)	1 (1.2)	

注: RAHJ 组: 行机器人辅助肝管空肠吻合术; LAHJ 组: 行腹腔镜下肝管空肠吻合术。

合, 腔镜下切开结肠中动脉右侧无血管区的腹膜, 将空肠胆支从结肠后拖至结肠上区肝门处。对接完成后, 用 2 根 2-0 缝线牵引胆囊及肝圆韧带以充分显露肝门区。切开囊肿前壁, 吸出胆汁和结石, 扩大切口至囊肿后壁, 暴露囊肿远端, 在囊肿远端与胰管交汇处切断并结扎 (如图 2A)。在左、右肝管汇合的肝总管处切除囊肿近端 (如图 2B)。使用 5-0 可吸收线完成肝管空肠吻合。

1.2.2 腹腔镜下胆总管囊肿切除和胆肠吻合术

腹腔镜下胆总管囊肿切除和肝管空肠吻合术的具体步骤参考前期发表文献^[9-10], 囊肿远端和近端处理如图 3。

1.3 观察指标

记录患儿年龄、性别、Todani 分型、随访时间、手术方式、术中肝管解剖的暴露程度及术后一般情况。早期并发症包括术后 30d 内发生的并发症, 如吻合口出血、伤口感染、吻合口瘘等。晚期并发症包括胆管炎、残余囊肿和远端结石。建立多因素 Logistic 回归模型, 以寻找胆总管囊肿术后出现并发症的危险因素。

1.4 统计学方法

所有数据采用 SPSS 26.0 进行统计学分析, 计数资料以“例 (%)”表示, 采用 Pearson 卡方检验; 计量资料采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney *U* 检验。对术后并发症的危险因素采用多因素 Logistic 回归建立统计模型进行分析。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿术中及术后基本资料

RAHJ 术和 LAHJ 术患儿的肝动脉结构异常比例、随访时间比较, 差异无统计学意义 (*P*>0.05)。RAHJ 组平均手术总时间较 LAHJ 组更长 (*P*<0.001), 但平均囊肿切除时间和平均肝肠吻合时间较短 (*P*<0.001)。RAHJ 组术中左右肝管开口和远端胰内肝管充分显露者分别占 96.5% 和 95.3%, 而 LAJH 组中分别占 85.9% 和 80.0%, RAHJ 组左右肝管开口和远端胰内胆管充分显露的比例更高, 需要冲洗远端结石的患儿更少。同时, RAHJ 组平均失血量较

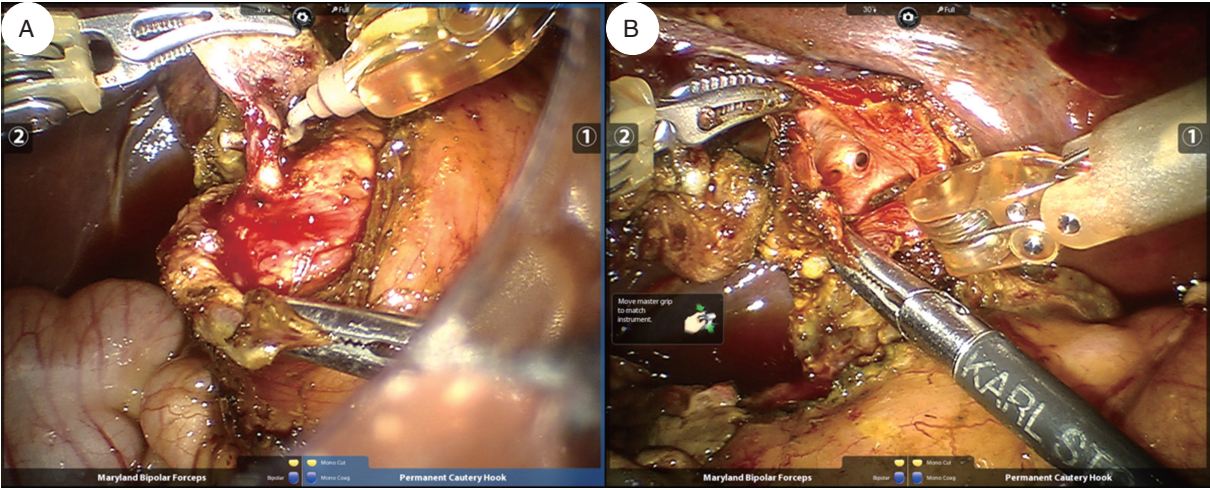


图 2 RAHJ 术中胰腺内胆管和左右肝管的暴露程度
Figure 2 The exposure of intrapancreatic bile ducts and left/right hepatic ducts during RAHJ

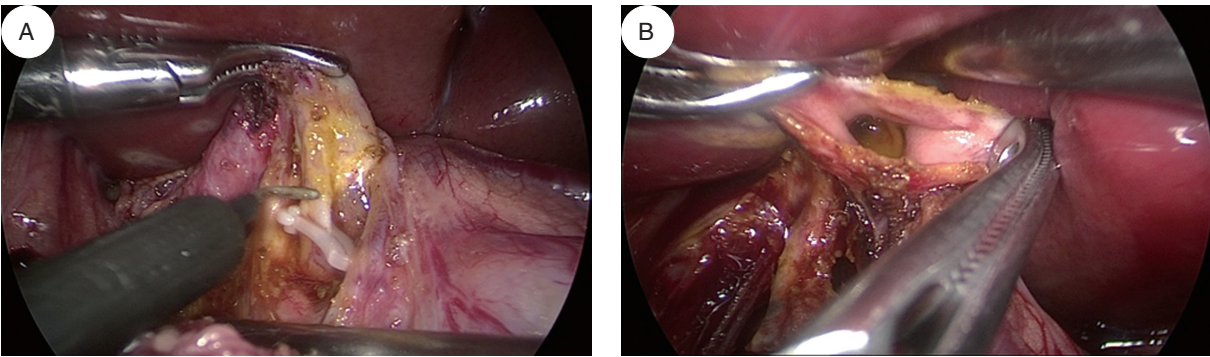


图 3 腹腔镜术中胰腺内胆管和左右肝管的暴露程度
Figure 3 The exposure of intrapancreatic bile ducts and left/right hepatic ducts during laparoscopic surgery
注：A. 暴露的胰腺内胆管；B. 暴露的左右肝管。

少 ($P<0.001$)，且术后出现高热 ($>38.5^{\circ}\text{C}$) 的概率较小 ($P<0.001$)。RAHJ 组术后开始肠内营养的时间更早 ($P<0.001$)，术后平均住院时间较短 ($P<0.001$)，见表 2。

2.2 两组患儿术后并发症

RAHJ 组术后发生并发症者 4 例 (4.71%)，LAHJ 组术后发生并发症者 12 例 (14.12%)，RAHJ 组术后并发症出现率较低 ($P=0.036$)，且两组早期并发症发生情况差异有统计学意义 ($P=0.023$)，见表 3。

2.3 胆总管囊肿术后出现并发症的危险因素

为了确定术后并发症的主要危险因素，构建多因素 Logistic 回归模型，结果显示肝管空肠吻合时间长是胆总管囊肿术后出现并发症的唯一危险因素 ($OR=8.564$, $P=0.045$)，见表 4。

3 讨论

1723 年 Vater 和 Ezler 首次对胆总管囊肿 (Choledochal cyst, CC) 这种疾病进行定义。

表 2 两组患儿术中及术后基本资料
Table 2 Intraoperative and postoperative outcomes

项目	RAHJ 组 (<i>n</i> =85)	LAHJ 组 (<i>n</i> =85)	<i>P</i> 值
随访时间 (月)	34.0 (20.0~46.5)	36.0 (22.5~58.5)	0.157
手术时间 (min)	272.3 ± 39.5	194.8 ± 22.5	<0.001
囊肿切除时间 (min)	60.9 ± 10.4	69.5 ± 12.6	<0.001
肝管空肠吻合时间 (min)	58.4 ± 11.2	67.2 ± 9.8	<0.001
左右肝管暴露 [例 (%)]	82 (96.5)	73 (85.9)	0.015
胰腺内肝管暴露 [例 (%)]	81 (95.3)	68 (80.0)	0.002
肝动脉结构异常 [例 (%)]	27 (31.8)	21 (24.7)	0.307
远端结石冲洗 [例 (%)]	7 (8.24)	16 (18.82)	0.044
术中失血量 (ml)	7.0 ± 1.9	30.2 ± 7.5	<0.001
发热 [例 (%) , >38.5℃]	22 (25.9)	39 (45.9)	<0.001
肠内营养时间 (d)	3.4 ± 0.5	4.3 ± 0.7	<0.001
术后住院时间 (d)	6.4 ± 1.2	8.3 ± 1.7	<0.001

注: RAHJ 组: 行机器人辅助肝管空肠吻合术; LAHJ 组: 行腹腔镜下肝管空肠吻合术。

表 3 两组患儿术后并发症情况
Table 3 Postoperative complications

项目	RAHJ 组 (<i>n</i> =85)	LAHJ 组 (<i>n</i> =85)	<i>P</i> 值
术后并发症 (例)	4	12	0.036
吻合口出血	0	2	0.155
伤口感染	0	1	0.316
胆漏	0	2	0.155
肝空肠吻合口狭窄	1	2	0.560
胆管炎	2	1	0.560
残余囊肿	0	1	0.316
远端结石	1	3	0.312
早期并发症 (例)	0	5	0.023
晚期并发症 (例)	4	7	0.264

注: RAHJ 组: 行机器人辅助肝管空肠吻合术; LAHJ 组: 行腹腔镜下肝管空肠吻合术。

CC 是一种先天性胆道扩张, 在亚洲人群中发病率高^[9, 11]。胆总管囊肿切除和肝管空肠吻合术

是 CC 治疗的标准术式, 可以通过开腹、腹腔镜或机器人辅助手术完成。与传统开放手术相比,

表 4 胆总管囊肿术后并发症的多因素 Logistic 回归分析
Table 4 Multivariable logistic regression model for complication after CC excision

项目	单因素 OR 值	P 值	多因素 OR 值	P 值
手术类型（腹腔镜 Vs 机器人）	3.329（1.028~10.779）	0.045	—	0.548
术后住院时间（>7.5d）	2.756（0.971~7.822）	0.057	—	0.420
肝管空肠吻合时间（>57.5min）	11.250（1.449~87.323）	0.021	8.564（1.049~69.902）	0.045

注：RAHJ 组：行机器人辅助肝管空肠吻合术；LAHJ 组：行腹腔镜下肝管空肠吻合术。

腹腔镜和机器人手术虽然手术时间略长，但术后住院时间更短^[2-4, 7, 11-14]。然而，目前为止，没有足够的证据表明腹腔镜和机器人手术在治疗小儿胆总管囊肿方面存在差异。

多项研究指出，成人 CC 疾病 RAHJ 术的短期疗效优于 LAHJ^[15-16]。Koga H 等^[17]在小儿 CC 中进行的一项病例对照研究显示，RAHJ 术在术后短期疗效方面表现更为突出，而引流管拔除时间、肠鸣音恢复时间及住院时间显著缩短。本研究结果显示，尽管 RAHJ 组平均手术总时间较长，但平均囊肿切除和肝管空肠吻合时间较短，与已有研究报道结果一致，原因可能是机器人手术系统具有 7 个自由度的仿人内腕器械，使得操作更灵活，画面更加清晰，且 RAHJ 术在完成端端吻合和缝合打结方面的操作难度显著低于 LAHJ 术。但有研究显示，由于小儿腹腔空间有限，机器人手术囊肿切除过程中可能会出现操作困难^[18]。本团队采取腹腔外空肠-空肠吻合术，应用常规腹腔镜将 Roux 支置于结肠上区肝门处，因此无上述类似情况出现。手术顺序的改变不仅为囊肿切除提供了更大的空间，避免了器械臂的大范围活动，还可以省去重复对接程序，进一步缩短手术时间。

在手术预后方面，RAHJ 组患儿术中失血量更少，术后高热发生率低，住院时间短。可能原因是机器人手术系统具有颤动滤过功能，

比传统腹腔镜操作更加精准灵巧，因而减少了失血量和术中副损伤的发生。而且，与传统腹腔镜手术相比，机器人手术系统可以显示更清晰的肝管解剖结构。清晰的手术视野有助于更准确、彻底地切除病变胆管，因此可以在一定程度上减少，甚至避免发生与手术操作相关的并发症。但是，XIE X 等^[7]研究中并没有发现 RAHJ 术和 LAHJ 术在术后并发症方面的差异，可能是由于该研究中 RAHJ 组患儿的年龄明显大于 LAHJ 组，导致选择偏倚的存在。本研究的多因素 Logistic 回归分析表明，手术类型并非任何术后并发症的危险因素，而肝管空肠吻合时间与并发症发生风险相关。LAHJ 组肝肠吻合时间明显长于 RAHJ 组，提示 LAHJ 术可能会增加并发症的风险。本研究中，所有手术均由同一组经验丰富的外科医生完成，肝空肠吻合时间越长，表明手术越困难；手术难度越高，则对周围组织的产生医源性损伤的风险就越大，那么出现吻合口瘘和术后并发症的概率会更高。

本研究的不足之处在于其回顾性、单中心、非随机分组研究的本质。同时，由于许多家庭因费用问题更倾向于腹腔镜手术，进行机器人手术的患儿数相对较少，这导致本研究的总样本量较小。

本研究结果显示，RAHJ 术的术中和术后短期结果均优于 LAHJ 术，证明机器人手术系统

治疗小儿胆总管囊肿是安全的、可行的。虽然RAHJ术优点较多,但仍存在一定的局限性,如手术总时间较长、成本较高等,还需要进一步的研究以确定其是否具有更高的成本效益。

参考文献

- [1] Yeung F, Fung A C H, Chung P H Y, et al. Short-term and long-term outcomes after Roux-en-Y hepaticojejunostomy versus hepaticoduodenostomy following laparoscopic excision of choledochal cyst in children[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(5): 2172–2177.
- [2] HUANG L M, ZHANG H W, LIU G, et al. The effect of laparoscopic excision vs open excision in children with choledochal cyst: a midterm follow-up study[J]. *J Pediatr Surg*, 2011, 46(4): 662–665.
- [3] DIAO M, LI L, CHENG W. Laparoscopic versus open Roux-en-Y hepatojejunostomy for children with choledochal cysts: intermediate-term follow-up results[J]. *Surg Endosc*, 2011, 25(5): 1567–1573.
- [4] CHEN Z, ZHANG X, LI L, et al. Laparoscopic excision versus open excision for the treatment of choledochal cysts: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Surg*, 2015, 100(1): 115–122.
- [5] Alizai N K, Dawrant M J, najmaldin A S. Robot-assisted resection of choledochal cysts and hepaticojejunostomy in children[J]. *Pediatr Surg Int*, 2014, 30(3): 291–294.
- [6] Dawrant M J, Najmaldin A S, Alizai N K. Robot-assisted resection of choledochal cysts and hepaticojejunostomy in children less than 10kg[J]. *J Pediatr Surg*, 2010, 45(12): 2364–2368.
- [7] XIE X, LI K, WANG J, et al. Comparison of pediatric choledochal cyst excisions with open procedures, laparoscopic procedures and robot-assisted procedures: a retrospective study[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(7): 3223–3231.
- [8] Alonso-Lej F, Rever W B Jr, Pessagno D J. Congenital choledochal cyst, with a report of 2, and an analysis of 94 cases [J]. *Int Abstr Surg*, 1959, 108(1): 1–30
- [9] Ronnekleiv-Kelly S M, Soares K C, Ejaz A, et al. Management of choledochal cysts[J]. *Curr Opin Gastroenterol*, 2016, 32(3): 225–231.
- [10] Nguyen T L, Hien P D, Le D A, et al. Laparoscopic repair for choledochal cyst: lessons learned from 190 cases[J]. *J Pediatr Surg*, 2010, 45(3): 540–544.
- [11] Soares K C, Arnaoutakis D J, Kamel I, et al. Choledochal cysts: presentation, clinical differentiation, and management[J]. *J Am Coll Surg*, 2014, 219(6): 1167–1180.
- [12] Soares K C, Goldstein S D, Ghaseb M A, et al. Pediatric choledochal cysts: diagnosis and current management[J]. *Pediatr Surg Int*, 2017, 33(6): 637–650.
- [13] CHANG X, ZHANG X, XIONG M, et al. Laparoscopic-assisted cyst excision and ductoplasty plus widened portoenterostomy for choledochal cysts with a narrow portal bile duct[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33(6): 1998–2007.
- [14] TANG S T, YANG Y, WANG Y, et al. Laparoscopic choledochal cyst excision, hepaticojejunostomy, and extracorporeal Roux-en-Y anastomosis: a technical skill and intermediate-term report in 62 cases[J]. *Surg Endosc*, 2011, 25(2): 416–422.
- [15] Han J H, Lee J H, Hwang D W, et al. Robot resection of a choledochal cyst with Roux-en-y hepaticojejunostomy in adults: initial experiences with 22 cases and a comparison with laparoscopic approaches[J]. *Ann Hepatobiliary Pancreat Surg*, 2018, 22(4): 359–366.
- [16] LEE H, KWON W, HAN Y, et al. Comparison of surgical outcomes of intracorporeal hepaticojejunostomy in the excision of choledochal cysts using laparoscopic versus robot techniques[J]. *Ann Surg Treat Res*, 2018, 94(4): 190–195.
- [17] Koga H, Murakami H, Ochi T, et al. Comparison of robotic versus laparoscopic hepaticojejunostomy for choledochal cyst in children: a first report[J]. *Pediatr Surg Int*, 2019, 35(12): 1421–1425.
- [18] Kim N Y, Chang E Y, Hong Y J, et al. Retrospective assessment of the validity of robotic surgery in comparison to open surgery for pediatric choledochal cyst[J]. *Yonsei Med J*, 2015, 56(3): 737–743.