

·论著·

三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色技术在腹腔镜先天性胆管扩张症根治术中的应用



全文二维码 开放科学码

袁妙贤 尹 强 季春宜 彭宇明 高红强 盛新仪 谢惟心

【摘要】 目的 探讨三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色在腹腔镜先天性胆管扩张症根治术中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2019 年 8 月至 11 月湖南省儿童医院收治的 10 例经三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色技术引导完成的腹腔镜先天性胆管扩张症根治术患儿临床资料,观察术中所见与术前规划的符合程度,并记录手术时间、术中出血量、住院时间、并发症等资料。**结果** 10 例均在三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色技术引导下顺利完成腹腔镜先天性胆管扩张症根治术,术前手术方案与实际手术方式符合率为 100%;平均手术时间 183.4 min,术中出血量 10~35 mL,平均住院时间 10.7d;术中 1 例发现胆漏,及时予以处理。患者均未出现 ICG 过敏、吻合口狭窄、胆漏、胰漏、胆管炎、胰腺炎等并发症。**结论** 三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色技术可清晰显示扩张胆管的位置及其与相邻组织的解剖关系;预防血管等副损伤,提高手术质量,增加手术安全性,值得临床推广。

【关键词】 胆总管扩张症/外科学;胆总管扩张症/先天性;成像,三维;ICG 荧光染色

【中图分类号】 R657.4 R445 R615

Application of three-dimensional computed tomography reconstruction plus indocyanine green fluorescent staining technique in radical laparoscopy for congenital biliary dilatation. Yuan Miaoxian, Yin Qiang, Ji Chunyi, Peng Yuming, Gao Hongqiang, Sheng Xinyi, Xie Weixin. Department of General Surgery, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China. Corresponding author: Yin Qiang, Email: qiangyin@hotmail.com

【Abstract】 Objective To explore the application value of three-dimensional computed tomography (CT) reconstruction plus indocyanine green (ICG) fluorescent staining during radical laparoscopy of congenital cholangiectasia (CHD). **Methods** From August 2019 to November 2019, clinical data were retrospectively analyzed for 10 CHD children. And degree of conformity, operative duration, intraoperative bleeding volume, hospitalization stay and complications were observed. **Results** All CHD cases successfully completed radical laparoscopy under the guidance of three-dimensional CT reconstruction plus ICG fluorescent staining. The coincidence rate between preoperative operative plan and actual protocol was 100%; the average operative duration 183.4 min, the intraoperative bleeding volume 10–35 ml and the average hospitalization stay 10.7 days. One case of bile leakage was treated timely. There were no such complications as ICG allergy, anastomotic stenosis, bile leakage, pancreatic leakage, cholangitis or pancreatitis. **Conclusion** Three-dimensional CT reconstruction plus ICG fluorescent staining may distinctly delineate the location of dilated bile duct and depict its anatomical relationship with adjacent tissues. With heightened operative security, it is worthy of wider clinical applications.

【Key words】 Choledochal Dilatation/SU; Choledochal Dilatation/CN; Imaging, Three-Dimensional; ICG Fluorescence Staining

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.07.010

基金项目:湖南省卫健委重点专科建设技术创新项目(编号:湘卫政医管处函[2018]187号)

作者单位:湖南省儿童医院普外一科(湖南省长沙市,410007)

通信作者:尹强, Email: qiangyin@hotmail.com

先天性胆管扩张症(congenital biliary dilatation, CBD)亦称先天性胆总管囊肿,是临床上常见的先天性胆管发育畸形;此病多见于儿童,女性发病率明显高于男性,男女发病比例约 1:3^[1]。大多数患儿胆总管直径扩张(儿童胆总管直径>3.5 mm、新生

儿胆总管直径 $>2\text{ mm}$),绝大多数患儿合并胰胆合流异常(少数患儿胆总管可以不扩张)^[2]。据文献报道扩张胆总管切除、肝总管空肠 Roux-en-Y 吻合术为治疗 CBD 的标准术式^[3]。腹腔镜技术治疗胆管扩张症有切口美观、创伤小等优势,已在临床中广泛开展并被接受^[4,5]。随着精准医学的发展,三维可视化重建及吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)荧光染色技术逐渐应用于临床,有效提高了手术的安全性。2019年8月至11月湖南省儿童医院对10例先天性胆管扩张症患儿采取三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色技术引导下实施腹腔镜下胆管扩张症根治术,现报告如下。

材料与方法

一、临床资料

回顾性分析2019年8月至11月湖南省儿童医院收治的10例先天性胆管扩张症患儿临床资料。女性6例,男性4例;年龄0.5~13岁,平均年龄6.2岁。Ia型7例,Ic型3例,囊肿直径0.8~14 cm,平均4.39 cm。7例有腹痛病史,3例伴黄疸,1

例通过孕期B超发现。患儿术前均行腹部B超、螺旋CT三维重建、核磁共振胆胰管成像术(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP),明确诊断为先天性胆管扩张症。排除标准:①入院发现胆道穿孔;②合并心肺肾等疾病不能耐受腹腔镜手术;③既往有ICG过敏史(表现为口麻、气短、胸闷、眼结膜充血和浮肿等过敏样及休克症状;不完全溶解时,可能发生发烧、恶心及休克等)或其他药物过敏史的患儿;④不愿接受ICG术中使用者。该项目已获得湖南省儿童医院伦理委员会的批准,并与患儿监护人签订知情同意书。10例患儿基本资料见表1。

二、术前检查

术前常规行螺旋CT扫描,仪器为Philips Briliance 256/64层;扫描范围从膈肌至肾上腺上极;将多层螺旋CT动脉期、静脉期及门静脉期成像获得的三期薄层数据导入海信成像软件系统进行肝脏及胆道的三维可视化重建(见图1,图2),了解病变胆管类型及其与周围重要血管的空间关系、有无变异血管等。行MRCP检查,明确胆管扩张程度、形态和胰胆合流异常情况。结合上述检查结果,制定详细的手术方案。

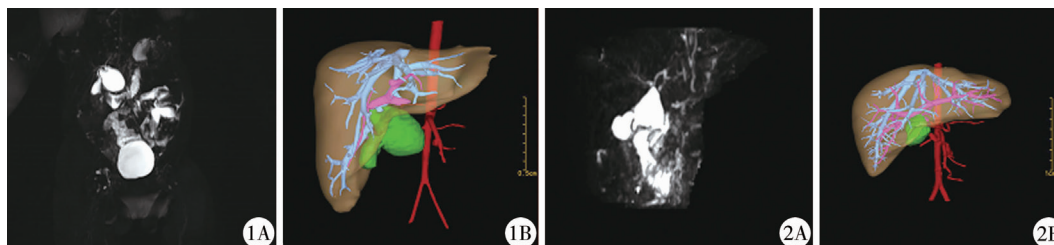


图1 1例先天性胆管扩张症(囊肿型)合并左右肝管扩张患儿的MRCP影像学资料和三维重建图像。1A:示术前MRCP显示胆总管呈囊状扩张,直径约5 cm;1B:示海信三维重建图像胆道系统立体形态及与肝脏整体的空间关系。图2 另1例先天性胆管扩张症(囊肿型)患儿的MRCP影像学资料和海信三维重建图像。2A:示术前MRCP显示胆总管囊状扩张,直径约6.9 cm;2B:示胆道系统立体形态及与肝脏整体的空间关系。

Fig. 1 MRCP imaging data and three-dimensional reconstruction image of a child with congenital cholangiectasis (cystic type) and bilateral hepatic duct dilatation Fig. 2 MRCP data and Hisense 3D reconstruction images of another child with congenital choledochectasis (cystic type)

三、手术方法

10例均在ICG荧光染色引导下腹腔镜先天性胆管扩张症根治术。本研究使用检查设备为Stryker PINPOINT荧光腹腔镜,探头可在白光和ICGF模式之间随时切换。实施麻醉后,脐部开放式置入10 mm Trocar,建立CO₂气腹,压力根据患儿年龄设置,置入荧光腹腔镜。再于右上腹腋前线肋缘下、右中腹直肌外缘和左上腹直肌外缘穿刺置入3个5 mm Trocar。腔镜下用2-0可吸收缝线将肝脏下缘牵拉悬吊于腹壁,暴露术野,探查腹腔:见肝脏

染色均匀,肝外胆道显影;胆总管中下段可探及梭型扩张(图3A)。解剖胆囊三角,ICG荧光染色引导下探查有无变异胆囊动脉及变异肝动脉;向下推压十二指肠及向远端和上下两侧游离扩张胆管前壁和后壁,切开前壁中部,吸净胆汁,敞开囊腔,向上探查肝总管及肝内胆管有无狭窄及变异(图3B)。横断扩张胆管后壁,冲洗胆道,再牵拉提起远端胆管,切开胰腺被膜,直到胆管远端变细部,用Hem-O-Lock结扎胆管远端(图3C)。牵拉近端扩张胆管游离至与正常肝总管交界处。将空肠自脐部切口提

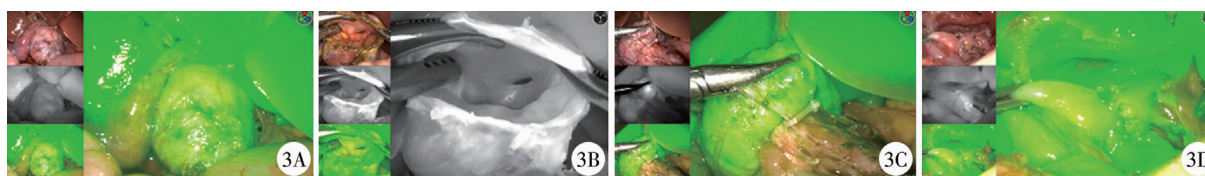


图3 ICG 荧光染色引导下腹腔镜胆总管扩张根治术示意过程 注 A:肝脏及肝外胆道胆道显影;B:探查肝总管及肝内胆管开口;C:结扎囊肿远端,可见明显的显影分界;D:胆肠吻合口荧光显影均匀,无胆漏。

Fig.3 Schematic process of laparoscopic choledochotomy guided by ICG fluorescent staining

出,距屈氏韧带 15 cm 处将空肠横断,在腹腔外将近端空肠与距远端空肠 25 cm 处行肠肠端侧吻合,吻合口直径约 3 cm。缝合脐部切口,重建气腹,将保留的胆支空肠自横结肠后拖至待吻合肝管处,将肝管与空肠行胆肠端侧吻合,吻合口直径约 1 cm;用止血生理盐水冲洗肝门区,再次于荧光引导下检查吻合满意,肠管血运良好且无胆漏(图 3D),创面止血满意,结束手术,标本送病检。

四、观察指标

记录术中所见与术前规划的符合程度、手术时间、术中出血量、术后住院天数、并发症等。对胆汁青绿过敏、吻合口狭窄、胆漏、胰漏、胆管炎、胰腺炎等并发症情况进行分析,定期门诊随访追踪患儿术后恢复情况。

结 果

10 例均在 ICG 荧光染色引导下顺利完成手术,无一例中转开腹手术;实际手术方式与术前手术方案符合率为 100%;平均手术时间为 183.4 min,平均术中出血量为 10~35 mL,平均住院时间 10.7 d;1 例术中再次荧光引导下探查时发现胆漏 1 例,立即予以修补处理。患儿术中均无 ICG 过敏发生,顺利出院,术后门诊随访未出现吻合口狭窄、胆漏、胰漏、胆管炎、胰腺炎、肠梗阻等并发症,未出现发热、腹痛、呕吐、黄疸等不适。10 例先天性胆管扩张症患儿临床资料见表 1。

表 1 10 例先天性胆管扩张症患儿临床资料

Table 1 Clinical data of 10 children with congenital cholangiectasia

编号	性别	囊肿直径 (cm)	手术时间 (min)	出血量 (mL)	术后排气时间 (h)	术后进食时间 (h)	住院时间 (d)	并发症
1	男	1.3	183	10	16	49	9	无
2	女	1.9	143	15	23	37	8	无
3	女	0.8	197	20	17	56	11	无
4	男	14	256	35	32	73	17	无
5	女	3.7	136	10	21	50	13	术中发现胆漏,及时予以处理
6	女	2.1	181	15	29	61	9	无
7	男	5	204	25	23	45	10	无
8	女	4.9	155	20	25	52	10	无
9	女	3.3	142	10	19	39	9	无
10	男	6.9	237	30	36	62	11	无

讨 论

目前临床上较常用的是 Todani 分型,即将胆总管囊肿分为 5 型:I 型为胆总管扩张(包括囊肿型扩张和梭形扩张);II 型为胆总管憩室形向外凸出;III 型为胆总管向十二指肠脱出囊状扩张;IV 型为肝内和(或)肝外胆总管同时扩张型;V 型为肝内胆管多发囊性扩张,又称 Caroli's 病^[6]。虽然腹腔镜下胆管扩张根治术在临床已经广泛开展,技术相对成熟,但术后仍有较高概率发生并发症^[7]。在精准医

疗时代,外科手术的安全性是讨论的焦点;因此,术前根据相关检查评估分型并确定手术方案、熟悉各分型解剖结构及变异组织的优化处理对于降低手术风险至关重要。而三维可视化重建及 ICG 荧光染色引导技术在临床的应用,增加了外科手术的精准化。

一、术前三维可视化重建精准显示病变胆管及毗邻情况

胆管扩张症根治手术的关键是术前要明确病变胆管的走形、分布、有无变异及其与肝动静脉、门静脉的关系,同时确定是否存在胰胆合流异常等。术前详细检查制定手术决策直接决定患儿预后情

况;既往此类手术的检查手段主要是CT,虽能显示大体病变形态,但不能清楚显示胰腺共同管及病变胆管远端的形态。增强CT胆道造影检查的应用国内外均有报道,受肝功能及胆红素影响,可能造成显影差,应用有限,不能普遍开展;对于CT难以显示的胆总管远端、胰胆管合流情况等特征,三维重建亦无法清晰显示;而术中胆道造影,虽可清晰显示胆道形态及远端胰胆管情况,但增加有害辐射,延长手术时间及麻醉时间;MRCP为临床普遍开展的无创胆道成形检查,但易受胃肠气及呼吸干扰,且检查时间长^[8]。因此,上述检查均有一定的局限性,临床中常需多种影像学检查相互补充和印证,综合作出疾病的准确判断。

苏琳等^[9]等指出通过计算机辅助手术系统对CT数据进行三维重建,实现胆道系统的数字化解剖,可以将个体的复合胆管囊肿病变形态与胆胰管合流异常类型图像数据重建成数字化、三维可视化的胆胰管病变解剖学模型,提高先天性胆管扩张症手术的精准性和手术安全性。

二、术中吲哚菁绿分子荧光显像技术的引导作用

吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)分子荧光显像技术最初由Rubens等^[10]报道,将吲哚菁绿用于对心外科冠状动脉搭桥手术有效性评估,证明ICG荧光成像后可实时评判吻合效果。后期临床上相继报道ICG还可以应用于对组织血流灌注的评估,如皮瓣的血液循环及胃肠道吻合口血供的可视化评估^[11,12]。Guillén G等^[13]指出在开放式和内窥镜手术中,ICG导航可能会在安全性方面带来质的飞跃,并有助于某些儿科手术程序的执行,尤其是在肝脏手术和新生儿手术中。

ICG荧光成像技术近年来应用于腹腔镜胆囊切除,被认为是一种能快速辅助定位肝外胆道的荧光成像技术,有助于实时定位并区分胆道及周边结构,尤其在术中胆道解剖结构难以辨别时,可提供有效的视觉对比,因而有助于预防胆道损伤,同时该技术也可运用于术中短暂动脉成像^[14]。胡浩宇等^[15]研究三维可视化可于术前精准评估胆囊动脉走行、有无肝中静脉或门静脉胆囊床裸露。术中ICG荧光成像技术使用安全、操作简单、成像率高,可实时辨认胆管走行并区别胆囊管周边动脉,二者联合运用有助于手术的实施和预防胆道损伤及异常出血。

三、应用及注意事项

本组10例术前均行CT三维重建,应用海信成像

系统对肝脏及胆管和血管系统进行评估,精确清晰显示了胆道形态、范围及病变程度与变异,得益于任意角度观察胆道与肝动脉、肝静脉、周围门静脉等重要管道的解剖关系,对病变进行判断和评估,均未发现胆管狭窄、迷走胆管、副肝管及异常右肝动脉压迫肝门胆管等。术中游离时重点分离囊肿与门静脉、肝动脉、十二指肠和胰头部关系,使术者手术时做到心中有数,手术过程所见与术前手术规划吻合,顺利完成手术,有效提高了手术质量,避免了术中遇见问题再琢磨思考。若术前未发现变异胆管、血管,术中可能发生副损伤导致相应并发症,因此术前精准评估实属必要,既缩短了手术时间,又增加了安全性。

本组病例均于术前30 min按照0.25 mg/kg剂量静脉注射ICG,通过ICG荧光染色在术中引导肝外胆道显影。本组术中胆道系统均显像清楚,在胆囊三角处颜色区分胆囊动脉及胆囊管,在后壁清晰分界门静脉,在分离时能实时显示区分;但可能因为临近注射时间段,对于胆道系统显影来说,肝脏颜色反光强,造成胆道系统与肝脏的显影对比不明显。因此在后续手术中,我们考虑尝试术前12~24 h注射后观察肝脏及胆道的显影对比,进一步提高显影质量。另外,术中实时动态荧光染色监测吻合口血运情况时,发现1例胆肠吻合口侧壁胆漏,及时予以修补,其余手术病例胆肠吻合口显影均匀,避免了并发症的发生。

虽然ICG荧光染色技术在外科中的优势不容置疑,但在小儿胆道外科中广泛应用也有一定的局限。其一,儿童复杂胆道处理术式多样,且ICG在术中显影质量的好坏与术者的经验及配合密切相关,需要一定的学习曲线;其二,虽然ICG在1959年通过了美国食品药品监督管理局的认证,已经在临床使用超过50年,不良反应发生率<0.01%,但儿童使用应该更加重视安全性,需要与监护人说明风险并取得知情同意;另外ICG的应用需要配套的荧光镜头,在下级医院暂未常规配置^[16]。

CBD患者手术的最终目的包括:切除囊肿降低恶性肿瘤风险、防治胰胆管反流、重建胆肠引流通道以保留胆汁的最佳引流功能^[17]。胆管病变的复杂性常导致手术方案的多样性,而手术决策的正确与否直接决定患儿预后。有的患儿术前反复发生感染,造成组织炎症水肿,术中操作时器官黏连,分离出血;某些术者对解剖结构不熟悉,操作不熟练,变异管道认识不足,更容易发生并发症。

综上,术前三维CT重建系统利用医学图像数

据和虚拟手术系统,给我们提供了更详细、准确的解剖学信息,从而实现术前精准诊断及评估。

参考文献

- Ishibashi H, Shimada M, Kamisawa T, et al. Japanese clinical practice guidelines for congenital biliary dilatation [J]. J Hepato-biliary Pancreat Sci, 2017, 24 (1): 1-16. DOI: 10.1002/jhbp.415.
- 中华人民共和国卫生行业标准. WS385-2012 先天性胆道畸形诊断标准[S]. 中国标准出版社: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会 2012.
Health Industry Standard of the People's Republic of China: Diagnostic Criteria for Congenital Biliary Malformations [S].
- Qiao GL, Li L, Li SL, et al. Laparoscopic cyst excision and Roux-Y hepaticojejunostomy for children with choledochal cysts in China: a multicenter study [J]. Surgical endoscopy, 2015, 29 (1): 140-144. DOI: 10.1007/s00464-014-3667-7.
- Liu Y, Diao M, Li L. Using laparoscopic double hemi-circumferential running single-layer suture in hepaticojejunostomy for choledochal cysts in children [J]. J Pediatr Surg, 2018, 53 (1): 199-202. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2017.09.015.
- Sica M, Molinaro F, Angotti R, et al. Choledochal cysts: Early experience by Laparoscopic approach [J]. Journal of Pediatric Surgery Case Reports, 2016, 11 (C): 4-6. DOI: 10.1016/j.epsc.2016.05.003.
- Todani T, Watanabe Y, Narusue M, et al. Congenital bile duct cysts: Classification, operative procedures, and review of thirty-seven cases including cancer arising from choledochal cyst [J]. Am J Surg, 1977, 134 (2): 263-269. DOI: 10.1016/0002-9610(77)90359-2.
- 高志刚, 章跃滨, 蔡多特, 等. 腹腔镜胆总管囊肿根治术 205 例并发症分析及经验总结 [J]. 临床小儿外科杂志, 2017, 16 (1): 65-69. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.01.015.
Gao ZG, Zhang YB, Cai DT, et al. Analysis and experience of complications of radical laparoscopy for choledochal cyst: a report of 205 cases [J]. J Clin Ped Sur, 2017, 16 (1): 65-69. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.01.015.
- Guo J, Dong Q, Fang Z, et al. Identification of miRNAs that are associated with tumor metastasis in neuroblastoma [J]. Cancer Biol Ther, 2010, 9 (6): 446-452. DOI: 10.4161/cbt.9.6.10894.
- 苏琳, 董蓓, 张虹, 等. 计算机辅助手术系统在先天性胆管扩张症诊治中的应用 [J]. 临床小儿外科杂志, 2016, 15 (2): 140-143. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2016.02.012.
Su L, Dong Q, Zhang H, et al. Application of computer-aided surgical system in the diagnosis and treatment of congenital cholangiectasia [J]. J Clin Ped Sur, 2016, 15 (2): 140-143. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2016.02.012.
- Rubens FD, Ruel M, Fremes SE. A new and simplified method for coronary and graft imaging during CABG [J]. Heart Surg Forum, 2002, 5 (2): 141-144. DOI: 10.1002/hed.1156.
- Hitier M, Cracowski JL, Hamou C, et al. Indocyanine green fluorescence angiography for free flap monitoring: A pilot study [J]. J Craniomaxillofac Surg, 2016, 44 (11): 1833-1841. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.09.001.
- Koh FH, Tan KK. Fluorescent angiography used to evaluate the perfusion status of anastomosis in laparoscopic anterior resection [J]. Ann Surg Oncol, 2016, 23 (Suppl 5): 692. DOI: 10.1245/s10434-016-5581-9.
- Guillén G, López-Fernández S, Molino JA, et al. Pilot experience with indocyanine green navigation in pediatric surgery [J]. Cir Pediatr, 2019, 32 (3): 121-127.
- Schols RM, Connell NJ, Stassen LP. Near-infrared fluorescence imaging for real-time Intraoperative anatomical guidance in minimally invasive surgery: a systematic review of the literature [J]. World J Surg, 2015, 39 (5): 1069-1079. DOI: 10.1007/s00268-014-2911-6.
- 胡浩宇. 三维可视化联合吲哚菁绿荧光成像技术在胆道损伤及肝癌诊疗的应用研究 [D]. 南方医科大学, 2018: 1-72.
Hu HY. Application of 3D visualization combined with indocyanine green fluorescence imaging in the diagnosis and treatment of biliary tract injury and liver cancer [D]. Southern Medical University, 2018: 1-72.
- Speich R, Saesseli B, Hoffmann U, et al. Anaphylactoid reactions after indocyanine green administration [J]. Ann Intern Med, 1988, 109 (4): 345-346. DOI: 10.7326/0003-4819-109-4-345_2.
- Manoj KS, Rajagopalan. Choledochal cyst [J]. Medical Journal Armed Forces India, 2012, 68 (3): 296-298. DOI: 10.1016/j.mjafi.2012.04.011.

(收稿日期: 2019-05-18)

本文引用格式: 袁妙贤, 尹强, 季春宜, 等. 三维 CT 重建联合 ICG 荧光染色技术在腹腔镜先天性胆管扩张症根治术中的应用 [J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19 (7): 614-618. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.07.010.

Citing this article as: Yuan MX, Yin Q, Ji CY, et al. Application of three-dimensional computed tomography reconstruction plus indocyanine green fluorescent staining technique in radical laparoscopy for congenital biliary dilatation [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19 (7): 614-618. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.07.010.