



计算机辅助手术系统在先天性胆管扩张症诊治中的应用

苏琳¹ 董蓓¹ 张虹¹ 郝希伟¹ 刘玉圣¹ 周显军¹ 李晓飞 陈永健² 魏宾³

【摘要】 目的 研究计算机辅助手术系统在小儿先天性胆管扩张症诊断与治疗中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2013 年 6 月至 2015 年 1 月青岛大学附属医院收治的 25 例先天性胆管扩张症患儿的肝脏 64 排螺旋 CT 扫描原始数据,采用计算机辅助手术系统(Hisense CAS)进行肝脏及胆道三维重建,根据三维重建结果进行精准的术前诊断和病理形态分析,以及辅助手术规划,确定最佳手术方案。观察术中所见与术前规划的符合程度、术中出血量、并发症等。**结果** 25 例中,囊肿型 14 例,梭状型 11 例;合并肝内胆管扩张 18 例;少见的复杂胆道畸形 3 例。肝脏及其内部管道系统的三维模型形态逼真、立体感强,清晰地显示胆管的分布走行及其与肝内三套血管系统的空间位置关系。术前手术方案与实际手术方式符合率为 88% (22/25)。术中出血量中位数为 12 mL,最少出血量为 6 mL。术后无一例出现严重并发症或死亡。**结论** 通过计算机辅助手术系统对 CT 数据进行三维重建,实现了胆道系统的数字化解剖,并能清晰显示胆道及其周围血管系统的空间位置关系,提高先天性胆管扩张症手术的精准性和手术安全性。

【关键词】 胆道疾病;先天性;外科手术,计算机辅助;成像;三维重建

Application of Computer Assisted Surgery system in diagnosis and treatment of children with Congenital Biliary Dilatation. SU Lin, DONG Qian, ZHANG Hong, et al. 1, Department of Pediatric Surgery, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao, China, 2 Department of Radiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao, China; 3, Qingdao Hisense Medical Device Co. Ltd, Qingdao, China; 4, Shandong Province Digital Medicine Laboratory

【Abstract】 Objective To study the value of Computer Assisted Surgery system in the diagnosis and treatment of children with Congenital Biliary Dilatation (CBD). **Methods** A retrospective analysis of 25 cases of children with CBD who were admitted to the Affiliated Hospital of Qingdao University from June 2013 to January 2015 were collected. The data of 64 - slice spiral computed tomography scan of the patients were analyzed. The liver and bile duct were three dimensionally (3D) constructed. Preoperative diagnosis and surgery procedure were made according to the results of the 3D model of liver and bile duct. The compliance of surgical planning and actual operation, pathological classification, intraoperative blood loss, complications were observed. **Results** Of the 25 patients, 14 were with cystic type, 11 were with spindle type; 18 had intrahepatic bile duct dilatation; 3 had rare malformation complex biliary. The anatomy of intrahepatic and extrahepatic bile duct, dilatation and structure of the bile duct, and the spatial relationship with the intrahepatic blood vessels were clearly displayed in the 3D model. The compliance of surgical planning and actual operation was 88% (22/25). The median volumes of intraoperative blood loss was 12 mL, Minimum amount of blood loss was 6 mL. There were no serious complications or death. **Conclusions** The three - dimensional reconstruction of CT data by Computer Assisted Surgery system could show the bile duct and adjacent relationship of blood vessel system clearly. It can improve the accuracy and safety in the surgery of CBD.

【Key words】 Bile duct diseases, congenital; Surgery, computer-assisted; Imaging; Three-dimensional

doi:10.3969/j.issn.1671-6353.2016.02.012

基金项目:国家十二五科技支撑计划课题(2013BAI01B03);青岛市自主创新重大科技专项(14-6-1-6-zdxx)

作者单位:1,青岛大学附属医院(山东省青岛市,266003),2,海信集团有限公司;3,山东省数字医学重点实验室

先天性胆管扩张症(Congenital Biliary Dilatation, CBD)为临床上最常见的一种先天性胆道畸形,主要是指胆总管呈囊状或梭状扩张,部分病例合并肝内胆管扩张等表现。因该病胆道系统病理形态

复杂多异,若诊治不当,则有较多术后并发症,如反复胆道感染、胆道结石甚至胆道系统癌变等^[1-3]。近年来数字医学技术的兴起和人体脏器三维可视化技术的临床应用,为先天性胆管扩张症的诊治带来了新的思路。但目前国内外该技术在 CBD 临床应用方面研究的文章较少,本研究应用前期研发具有自主知识产权的 Hisense Computer Assisted Surgery system (Hisense CAS)^[4-5],我们对 2013 年 6 月至 2015 年 1 月收治的 25 例先天性胆管扩张症进行三维重建和辅助手术,旨在研究计算机辅助手术系统在先天性胆管扩张症的诊断和治疗中的应用价值。

材料与方 法

一、临床资料

本组 25 例中,男 7 例,女 18 例;年龄 15 d 至 12 岁,中位年龄 3.6 岁。主要临床表现为反复发作腹痛 20 例,曾经出现或正存在黄疸 5 例,曾出现白色大便 3 例,腹部肿块 16 例。3 例患者因腹痛、发热急诊入院。患儿均行 CT 检查确诊,其中 11 例同时行 MRCP 检查。患儿家属均签署由医院伦理委员会批准的患者知情同意书,符合医学伦理学规定。

二、CT 数据采集及三维重建

1. CT 数据采集:使用 64 排螺旋 CT(美国 GE 公司),扫描当日常规禁食 4 h,对不能配合者予 10% 水合氯醛(0.5 mL/kg),待其入睡后检查。先常规上腹部平扫;增强扫描用 300 mg/mL 非离子型对比剂优维显(1.5~2.0 mL/kg),注射速度为 1.0~2.5 mL/s,分别于 22~25 s、32~40 s、40~45 s 进行动脉期、门静脉期、静脉期增强扫描。扫描范围由膈顶至胰腺下缘,层厚 0.6 mm。扫描完成后将数据调入图像后处理工作站,经多平面重组技术(MPR)进行三维重建。扫描数据以医学数字成像和通信(digital imaging and communications in medicine, DICOM)格式文件输出并刻盘存储。

2. 三维重建:①肝脏的三维重建:将门静脉期的薄层 CT 图像数据导入计算机辅助手术系统(Higemi),在软件界面的横断面视窗中调整窗宽和窗位,将肝脏实质的图像调整至细腻、与周围组织对比相对明显的状态,在肝脏区域选择分割种子点,得到分割重建后的肝脏 STL 数据。②血管系统的三维重建:分别选择动脉期、门静脉期及静脉期 CT 数据,调整窗宽和窗位,确定生成血管的范围,得到分割后的肝动脉、门静脉、肝静脉及下腔静脉的 STL

格式数据。③胆管的三维重建:选择门静脉期与静脉期 CT 数据相结合,可将肝内外扩张胆管进行分割重建。对于二维影像上不扩张的肝胆管,系统无法进行信息提取和立体显示。④三维重建结果整合:通过对肝脏、胆管、肝动脉、肝静脉、门静脉等辅助添加不同色彩,并对三维模型进行放大、缩小、旋转、透明化等处理,将各个重建部分单独、同时或以不同组合方式分别显现,以任意角度观察,三维模型可以立体、直观、清晰地显示肝脏、肝内脉管系统的走行及解剖关系,精确地定位病灶并了解病灶与周围重要血管之间的空间位置关系,分别录制视频、截图保留^[4]。

三、MRCP 检查

检查前准备同 CT 检查。扫描方法:采用 GE 1.5 T 超导型磁共振扫描仪,首先作常规腹部 MR 扫描,包括快速自旋回波 T2WI:TR5000 ms,TE90 ms;T1WI:TR600 ms,TE8 ms;然后行 MRCP 扫描:TR3000 ms,TE650 ms;利用 T2WI 横断面上胰腺走行包括胆囊及胆总管行斜冠状面扫描,所得原始图像在工作站进行最大密度投影法(MIP)重组。

四、术前胆道系统病理形态的判断及手术规划

通过多角度观察三维模型,研究肝外胆总管的形态差异,明确肝内胆管形态、走形、是否合并扩张、狭窄及结石,胰胆管合流的形态及共同通道内是否有狭窄、扩张和结石等,对病变进行判断和评估,预先规划处理可能合并肝内胆管扩张、狭窄(如图 1)或其他复杂胆道畸形(如图 2、3),周围重要血管的处理等,规避术中出血大出血的风险,制定合理、定量的手术方案,实施个体化的胆道精准手术。

五、实际手术

根据术中实际情况,结合三维重建的视频及截图辅助指导手术操作,进行囊肿切除、胆囊切除、胆道重建、胆管整形、清理胆道结石及共同管内蛋白栓等操作。观察手术中胰胆道、胆管及血管分布情况。

结 果

一、CT 图像后处理、MRCP 结果及 Hisense CAS 三维重建

CT 图像后处理经多平面重组技术(MPR)处理后的三维重建显示,胆总管囊性扩张 14 例;梭状扩张 11 例。25 例中,18 例同时伴有肝内胆管不同程度的扩张,肝内胆管表现为 0.5~2.2 cm 不等的囊性扩张,胆管分支稀少,纤细。11 例同时行 MRCP

检查,其中 6 例显示胰胆管共同通道过长。11 例 MRCP 表现各异,多表现为肝外胆管的囊状或梭状扩张,其中囊肿型 7 例,梭状型 4 例,直径 2.0 ~ 11.0 cm 不等,边界清楚,合并肝内胆管轻度扩张或不扩张,MRCP 表现与 CT 结果相符。

经计算机辅助手术系统(Hisense CAS)对 25 例患儿亚毫米增强 CT 图像进行的三维重建,清晰显

示肝内脉管系统,包括门静脉、肝动脉及肝静脉的走行、分支,并直观观察到胆管树的走行及立体形态,胆管狭窄、扩张的部位和程度,可多角度、全方位观察病变胆道与其周围重要血管尤其是伴行的门静脉之间的解剖关系,术前对病变进行准确判断和评估,并辅助设计最优化的手术方案(如图 1、2、3)。

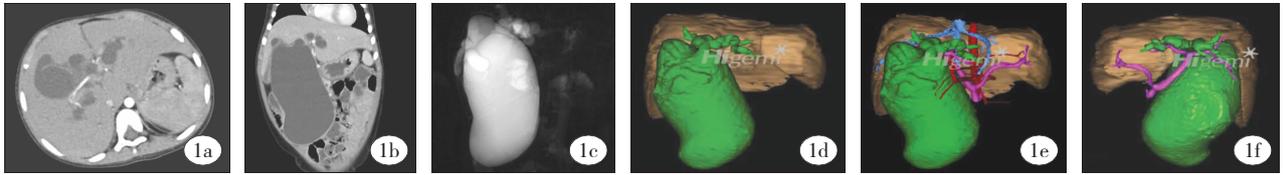


图 1 1 例先天性胆管扩张症(囊肿型)合并肝内胆管扩张患儿的 CT、MRCP 影像学资料和 Hisense CAS 三维重建图像。a 图为术前二维 CT 扫描图像,箭头所示为肝内胆管扩张;b 图为经多平面重组技术(MPR)所得的三维重建图像;c 图为 MRCP 显示胆总管呈囊柱状扩张,直径 > 10 cm,伴肝内胆管扩张;d 图为 Hisense CAS 三维重建图像;e 图为 Hisense CAS 可从任意角度以不同脏器组合显示;f 图为胆道系统立体形态及与肝脏整体的空间关系,箭头处显示肝内胆管狭窄部位发生于左右肝管汇入肝总管处。

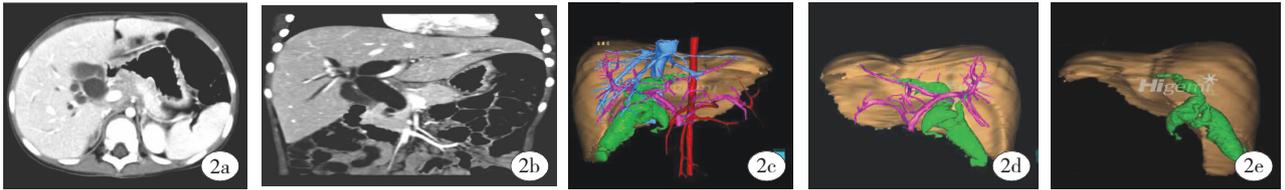


图 2 1 例先天性胆管扩张症合并迷走胆管患儿的二维 CT 影像学资料和 Hisense CAS 三维重建图像。a 图为术前二维 CT 扫描图像,箭头指示肝内胆管扩张;b 图为经多平面重组技术(MPR)所得三维重建图像;c 图术前 Hisense CAS 三维重建清晰显示胆管的病理形态及其与肝内三套血管系统的解剖关系;d 图显示胆道系统与其伴行的门静脉系统的空间解剖关系;e 图为胆道系统立体形态,箭头处指示迷走胆管,源自肝脏直接汇入胆总管。

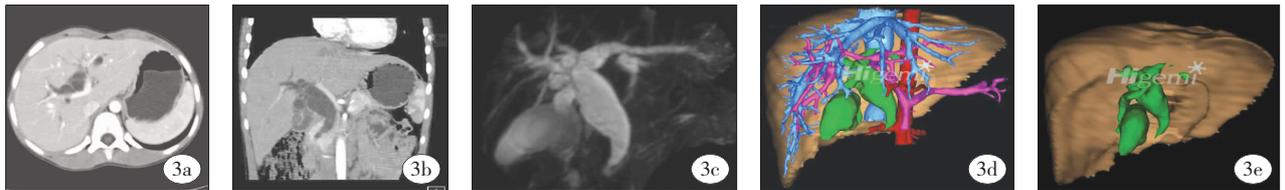


图 3 1 例先天性胆管扩张症(梭状型)合并左右肝管分别汇入胆总管囊肿患儿的 CT、MRCP 影像学资料和 Hisense CAS 三维重建图像。a 图为术前二维增强 CT 图像,箭头指示肝内胆管扩张;b 图为经多平面重组技术(MPR)所得的三维重建图像;c 图为 MRCP 显示胆总管梭状扩张及肝内胆管扩张;d 图为术前 Hisense CAS 三维重建显示胆管的分布走行及其与肝内三套血管系统的解剖关系;e 图为胆道系统立体形态及与肝脏整体的空间关系,箭头处显示对于左右肝管分别汇入胆总管囊肿中,整个肝总管也明显扩张而成为囊肿的一部分。

二、手术结果

25 例肝脏三维模型与术中所见符合。3 例急诊患者难以行一期根治性手术,暂行囊肿外引流术。术前手术方案与实际手术方式符合率为 88% (22/25)。术中出血量中位数为 12 mL,最少出血量为 6 mL,均未输血。术后 2 ~ 3 d 肠功能均恢复,未出现胆漏、肠漏、腹腔出血、肝衰竭、肺部感染等,无一例死亡。

讨论

先天性胆管扩张症的诊断除了依据相应的临床

表现以外,多需借助 CT、MRI 等现代影像学检查,从而为手术适应证的选择和手术方案的设计提供重要依据,目前常用的影像学检查各有优缺点。CT 可以大体明确胆总管扩张的部位、程度、形态、以及有无肝内胆管扩张,但难以显示胆总管远端、胰胆管合流情况的详细特征;另外增强 CT 胆道造影检查国内外报道均有应用^[6],但由于胆道显影效果受肝功能及胆红素水平影响较大,重度梗阻性黄疸和肝功能不全时显影很差,应用价值有限。MRCP 是目前较为理想的无创性胆道成像方法,临床运用已得到一定的普及,但水成像的原理决定了胆道内积气和胃肠道液体对于检查结果干扰较大,且检查时间长,需

要患者的呼吸配合等。我们体会,目前技术水平仍然难以清晰显示细小胆管以及肝门区域的细节,有时难以满足临床诊断的需要。ERCP、PTC 等为侵袭性检查方法,有诱发出血、胆管炎、胰腺炎等并发症的风险,且对于狭窄胆道远端仍无法清晰显示,应用价值有限。术中胆道造影,可比较详细地了解整个胆道系统的解剖结构,判断有无胰胆管合流异常,对手术有重要的指导意义,但该检查有放射性损伤,延长手术及麻醉时间,且对比剂的注入量无客观标准,易造成假阳性和假阴性结果,因此应用有一定的局限性。

由于肝脏脉管结构尤其是胆道系统的复杂性与变异性,且先天性胆管扩张症患儿在有明确症状之前,已经经历了一个慢性胆管炎、胆道慢性梗阻的漫长历程,其胆道结构已经扭曲、变形、扩张或者狭窄,甚至邻近的肝组织亦同时受影响而发生病理生理改变,致原本就已非常复杂的肝内管道系统变得更加难以辨识,为术前准确判断血管、胆管及其之间的解剖关系带来不确定因素。本研究中,所有患儿术前均行增强 CT 三维重建,部分患儿同时行 MRCP 检查,但 CT 和 MRCP 三维重建图像的胆道色彩单一,且仅能显示不同轴位的截面,无法同时显现胆道系统和肝内三套血管系统之间及其与肝脏整体的空间关系,并非真正意义上的三维立体图像,使得术者难以对变异的个体解剖等做出比较准确的判断。本研究应用计算机辅助手术系统(Hisense CAS)对肝脏及胆管和血管系统进行精准分割,三维重建后能直观、清晰、准确地显示胆道立体形态、狭窄及扩张的程度、范围,并可任意角度观察胆管与周围门静脉、肝静脉等重要管道的解剖关系,大大提高了外科医师在术前对肝脏内部各管道结构及其变异判断的精确性和可靠性^[7]。应用该系统进行三维重建的整个过程耗时约 30 min,普通外科医生即可独立完成操作,且不受地点限制,在病房、手术室显示屏、移动电脑上均可显示,立体直观的图像便于无医学知识的患者家属容易接受理解病情,有利于医患沟通。另外,清晰的三维重建模型是基于优质的 CT 原始影像数据,因此我们结合不同年龄段患儿各期肝脏血管强化影像的特点进行采集,优化扫描条件以得到高质量的原始图像。但对于 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。临床中常需要多种影像检查相互印证和补充,综合作出诊断。

本组研究结果显示,对计算机辅助手术系统处

理的三维重建模型可进行任意移动、多角度观察、旋转、缩放等操作,充分分析肝内复杂管道系统的分布、走行及变异等情况,并对胆管和肝脏血管尤其是伴行的门静脉之间的解剖关系进行评定,术前对肝内血管树和胆管树的空间关系进行精确把握,从而对实际手术中可能出现的复杂和危险情况进行预判,并预先采取相应的防范措施,指导临床精准手术操作。对于合并肝内胆管扩张的病例,往往(如图 1),若术中不矫治狭窄,术后会导致胆管炎和肝内胆管结石等并发症,因此需行肝内胆管扩大成形术并清除肝内胆管结石^[8-10]。本组还遇到 3 例少见的复杂胆道畸形病例,其中 1 例表现为合并迷走胆管(如图 2),如果术前认识不清,术中疏漏迷走胆管的存在,则有可能导致严重的胆漏,若盲目结扎完全独立引流部分肝脏胆汁的迷走胆管,则有可能引致该段肝脏胆管的完全梗阻而可能发生该段肝脏硬化、感染等严重并发症,因此应先将迷走胆管与肝总管吻合成形,再行肝总管空肠 Roux-en-Y 吻合,可有效降低术后并发症的发生;2 例为左右肝管分别汇入胆总管囊肿中(如图 3),整个肝总管也明显扩张而成为囊肿的一部分,应先完全切除囊肿,左右肝管合并成形后再与空肠吻合,这样既防止囊肿壁的残留又保证了囊肿的完全切除^[6,10]。因此,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的预后情况。依据 CT 或 MRCP 扫描图像不能全面直观地显示胆管的病理形态及其与周围重要脉管系统的空间位置关系,尤其易损伤伴行的门静脉致大出血;而经过计算机辅助手术系统处理的三维重建模型可给我们提供了更详细、准确的解剖学信息,从而进行术前精准地诊断及评估,还可根据患者自身的病变特点,制定出合理、个体化的手术方案,最大限度地降低术中和术后并发症发生率,提高手术的精准性和成功率。

计算机辅助手术系统在先天性胆管扩张症诊断及治疗中具有一定的临床应用价值,实现了胆道系统的数字化解剖,并通过病变胆管以及血管的系统性三维重建,术前可对病变进行精准地判断和评估,并辅助设计最优化的手术方案,使先天性胆管扩张症手术更加精准、安全。

参考文献

- 董蓓,木内武美,古味信彦.先天性胆管扩张症胆道癌变机制研究[J].中华小儿外科杂志, (下转第 155 页)