

# 计算机辅助手术系统在精准肝切除手术中的指导意义

赵锦川, 杨新天, 杨晨宇

青岛大学附属医院小儿外科, 山东 青岛  
Email: zhaotianyi1007@163.com

收稿日期: 2021年3月12日; 录用日期: 2021年4月9日; 发布日期: 2021年4月16日

## 摘要

目的: 分析计算机辅助手术系统在精准肝切除手术中的指导意义。方法: 回顾性分析2017~2019年行肝切除术的肝细胞肝癌患者共233例, 233例患者术前均行上腹部动态增强CT, 其中126例利用计算机辅助手术系统(Hisense CAS)将增强CT图像进行三维重建, 根据三维重建结果规划最佳手术方案, 根据术前方案行针对性肝段精准切除术, 作为实验组; 其余107例未行CAS三维重建的患者行传统肝段切除术, 作为对照组, 分析两组之间手术时间、术中出血量、正常肝体积损失率(切除肝组织中正常肝组织体积占比)、术后并发症等。对手术时间、术中出血量、正常肝体积损失率等分析采用t检验, 对率的分析采用 $\chi^2$ 检验。结果: 实验组术中出血量( $142.60 \pm 98.445$ ) ml, 手术时间( $145.16 \pm 51.36$ ) min, 术后住院时间( $5.11 \pm 1.101$ )天, 正常肝组织损失率( $16.17 \pm 4.91$ )%; 对照组( $215.47 \pm 159.80$ ) ml, 手术时间( $178.73 \pm 59.44$ ) min, 术后住院时间( $5.66 \pm 1.03$ )天, 正常肝组织损失率为( $33.22 \pm 4.98$ )%; 实验组各项指标明显低于对照组( $t = -3.16, -3.55, -3.14, -7.21, P < 0.05$ )。实验组术后1例出现胆瘘, 1例出现低蛋白血症, 对照组术后3例患者出现胆瘘, 4例出现低蛋白血症, 2例出血。两组差异存在统计学意义( $\chi^2 = 4.227, P < 0.05$ )。所有患者术后均治愈出院, 术后随访半年肿瘤均未复发。结论: 计算机辅助手术系统可在术前对患者肝脏进行精确重建, 明确肿瘤与周围血管、组织的关系, 为手术提供精准指导, 减小患者手术损伤, 改善预后。

## 关键词

计算机辅助手术, 三维重建, 肝切除手术

# The Guiding Significance of Computer-Assisted Surgery System in Precise Hepatectomy

Jinchuan Zhao, Xintian Yang, Chenyu Yang

Department of Pediatric Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Email: zhaotianyi1007@163.com

Received: Mar. 12<sup>th</sup>, 2021; accepted: Apr. 9<sup>th</sup>, 2021; published: Apr. 16<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

**Objective:** To analyze the guiding significance of computer-assisted surgery system in precision liver resection. **Methods:** A total of 233 patients with hepatocellular carcinoma who underwent hepatectomy from 2017 to 2019 were retrospectively analyzed. All 233 patients underwent dynamic enhanced CT of the upper abdomen before surgery, and as the experimental group, 126 of them used the computer-assisted surgery system (Hisense CAS) to enhance the CT images. Carrying out three-dimensional reconstruction, the best surgical was planned based on the results of the three-dimensional reconstruction, and the targeted precision hepatectomy was performed based on the preoperative plan. The remaining 107 patients without CAS three-dimensional reconstruction underwent traditional hepatectomy as a control group. The operation time, intraoperative blood loss, normal liver volume loss rate (the proportion of normal liver tissue volume in the resected liver tissue), postoperative complications, etc. were analyzed between the two groups. The t test was used to analyze the operation time, intraoperative blood loss, and the rate of normal liver volume loss, and the  $\chi^2$  test was used to analyze the rate. **Result:** In the experimental group, intraoperative blood loss ( $142.60 \pm 98.445$ ) ml, operation time ( $145.16 \pm 51.36$ ) min, postoperative hospital stay ( $5.11 \pm 1.101$ ) days, normal liver tissue loss rate ( $16.17 \pm 4.91\%$ ); control group ( $215.47 \pm 159.80$ ) ml, operation time ( $178.73 \pm 59.44$ ) min, postoperative hospital stay ( $5.66 \pm 1.03$ ) days, normal liver tissue loss rate was ( $33.22 \pm 4.98\%$ ); various indicators of the experimental group were significantly lower than those of the control group ( $t = -3.16, -3.55, -3.14, -7.21, P < 0.05$ ). In the experimental group, 1 patient developed biliary fistula and 1 patient developed hypoproteinemia. In the control group, 3 patients developed biliary fistula, 4 patients developed hypoproteinemia, and 2 patients had hemorrhage. The difference between the two groups was statistically significant ( $\chi^2 = 4.227, P < 0.05$ ). All patients were cured and discharged after the operation, and no tumor recurred during follow-up for half a year. **Conclusion:** The computer-assisted surgery system can accurately reconstruct the patient's liver before surgery, clarify the relationship between the tumor and the surrounding blood vessels and tissues, provide precise guidance for surgery, reduce surgical damage, and improve the prognosis.

## Keywords

Computer-Assisted Surgery, Three-Dimensional Reconstruction, Hepatectomy

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

现代肝脏外科中关于肝脏的分段解剖, COUINAUD [1]提出的基于门脉系统分布的八段分法被广泛应用,但是随着影像学的迅速发展,CT、MR 及多普勒超声对肝脏成像更加清晰,大量的影像学资料及临床手术实践证明,门静脉分支走行存在较多变异, Couinaud 八段分法与实际肝脏分段具有一定差异[2],对门静脉分支变异的肝脏手术的指导存在一定偏差,导致术中出血量、肝脏损失量增加,无法达到精准肝切除以最小创伤侵袭和最大肝脏保护获得最佳治疗效果的要求[3]。计算机辅助手术系统可于术前对患

者上腹部增强 CT 进行三维重建, 清晰、立体、全角度显示门静脉分支走行、肿瘤位置及肿瘤与周围脉管、组织的关系[4] [5] [6] [7] [8], 为精准肝切除手术提供精准指导, 减小术中出血量及正常肝脏的损失。

## 2. 对象与方法

### 2.1. 研究对象

收集 2015.1~2018.12 青岛大学附属医院肝占位性病变患者的上腹部增强 CT 二维影像资料 纳入标准: ①既往无肝脏手术史者②患有胸腹部其他疾病未压迫肝脏致肝血管变形者③肝脏单发肿瘤, 直径  $\leq 5$  cm, 未侵犯周围肝段④上腹部增强 CT 动脉期、静脉期、平衡期成像好已行三维重建者纳入实验组, 未行三维重建者纳入对照组。⑤术后病理为肝细胞肝癌。共 233 例符合纳入标准, 其中实验组 126 例, (男性 91 例, 女性 35 例), 年龄 36~75 岁; 对照组 107 例(男性 82 例, 女性 25 例), 年龄( $58.63 \pm 10.25$ )岁。其中男性 191 例, 女性 38 例, 年龄( $59.98 \pm 9.98$ )岁。所有患者术前均签署我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。

### 2.2. 仪器与试剂

增强 CT 机(美国 GE64 层螺旋 CT, 型号: GE Discovery CT 750HD); 非离子碘海醇对比剂 100 ml: 35 g; 海信计算机辅助手术系统(Hisense CAS)。

### 2.3. 统计学软件

SPSS 26。

### 2.4. 研究方法

#### 2.4.1. 上腹部增强 CT 检查

检查前患者需空腹 4~6 h, 经手背或前臂静脉通路注入非离子碘海醇对比剂。扫描范围自肝上膈顶至胰腺下缘, 于对比剂注射后 30 s、60 s、120 s 分别行动脉期、静脉期、平衡期扫描, 管电压设置参数为 120 kv; 其他扫描参数设置: 球管转速 0.5 r/s, 螺距 1.375:1.000, 扫描层厚 5 mm, 间距 5 mm, 重建厚度 0.625 mm, 将三期扫描图像上传至工作站以 DICOM 形式刻盘储存。

#### 2.4.2. 海信计算机辅助手术系统(Hisense CAS)三维重建

将实验组 DICOM 格式的上腹部增强 CT 三期图像数据导入 Hisense CAS, 添加病例资料后对肝脏、肿瘤、门静脉及其分支、肝动静脉、下腔静脉进行三维重建, 重建完成后可全方位、清晰、立体地观察到肝脏全貌、肿瘤位置及其与周围脉管、组织的关系。

#### 2.4.3. 术前规划

实验组根据三维重建图像, 术前明确肿瘤位置、门静脉分支及走行, 确定肿瘤边界及其与相关门静脉分支支配肝段的关系, 划定需切除的范围, 确定需要切断的肝内脉管及可能损伤的肝内血管及管道, 选择肝切除术式, 进行虚拟手术, 通过 CAS 智能计算肝脏体积、肿瘤体积、术后剩余肝体积, 尽量保留正常肝组织, 尽量避免损伤周围血管及胆管, 根据肝切除安全限量判断手术的可行性。对照组根据上腹部增强 CT 原始二维图像进行术前规划。

#### 2.4.4. 手术方法

实验组根据 Hisense CAS 术前规划于术中根据肿瘤与相关门静脉分支位置及供应关系行针对性肝段切除, 切断并妥善结扎、烧灼需要离断的血管及胆管, 减少术中及术后出血、胆瘘; 避免其他脉管损伤;

可通过术中超声确定相关门静脉分支及肿瘤供应血管位置及关系,通过超声引导下注射亚甲蓝注射液,进一步明确肿瘤与周围肝组织关系,尽量保留正常肝组织,减少正常肝损失。对照组根据术前上腹部增强 CT 二维图像及 Couinaud 肝脏分段进行传统肝段切除。术后根据患者病情对症治疗。整理两组患者术中出血量、手术时间、术后住院时间、正常肝组织损失率、术后并发症、预后情况,将数据导入 SPSS 26 统计学软件中,对术中出血量、手术时间、术后住院时间、正常肝组织损失率等分析采用 t 检验,对率的分析采用 $\chi^2$ 检验。

### 3. 结果

#### 3.1. 海信计算机辅助手术系统(Hisense CAS)三维成像结果

应用 Hisense CAS 对实验组上腹部增强 CT 图像进行三维重建及术前规划,可对肝脏、肿瘤、肝内脉管分支走行进行准确、清晰、立体的重建,术者对三维图像可进行放大、缩小、旋转、调节透明度等操作,从任意角度观察肝脏肿瘤的位置、血供、与周围脉管的关系以及门静脉分支走行有无变异、相关分支支配肝段与肿瘤的关系。术前三维重建结果与术中所见情况一致。

#### 3.2. 手术及预后结果

实验组 126 例术中均行针对性肝段切除术,根据 Hisense CAS 术前规划,对肿瘤未侵犯肝组织不予切除,仅切除肿瘤相关门静脉分支供应肝段,术中出血量( $142.60 \pm 98.445$ ) ml,手术时间( $145.16 \pm 51.36$ ) min,术后住院时间( $5.11 \pm 1.101$ )天,正常肝组织损失率( $16.17 \pm 4.91$ )%。对照组行传统肝段切除术,术中出血量( $215.47 \pm 159.80$ ) ml,手术时间( $178.73 \pm 59.44$ ) min,术后住院时间( $5.66 \pm 1.03$ )天,正常肝组织损失率为( $33.22 \pm 4.98$ )%,实验组数据远低于对照组,两组差异有统计学意义( $t = -3.16, -3.55, -3.14, -7.21, P < 0.05$ )。实验组术后 2 例患者出现胆瘘,1 例出现低蛋白血症;对照组术后 3 例患者出现胆瘘,4 例出现低蛋白血症,2 例出血,两组术后并发症发生率有统计学差异( $\chi^2 = 4.227, P < 0.05$ )。所有患者术后均治愈出院,随访半年肿瘤均未复发。

### 4. 结论

计算机辅助手术系统在精准肝切除手术中具有详细规划、精准指导的作用,通过术前对增强 CT 二维图像进行三维重建,可明确肿瘤位置及与周围脉管关系,并可进行虚拟手术,为术者提供最佳手术方案,减少手术时间、术中出血量及正常肝组织损失,保证手术效果的同时降低手术伤害,相较于传统手术存在较大优势。

### 5. 讨论

现代社会计算机与人工智能技术发展迅猛,依托现有的医学技术,结合计算机技术,可使人类进一步、更加清晰地探索机体奥秘,解决过往无法解决的医学难题。计算机辅助手术系统可以将传统二维 CT 图像转化为清晰、立体的三维图像,使外科医生更加直观地观察病变器官与病灶的关系,更好地进行术前规划,预测可能发生的风险[9]。肝脏是人体最大的实质器官,脉管众多,功能复杂,部分个体门静脉分支存在变异,手术难度大[10] [11]。囿于灌注技术及样本量的限制,Couinaud 肝脏分段具有限制性,未考虑肝脏门静脉分支走行变异的情况,依据 Couinaud 肝脏分段和二维 CT 图像指导的传统肝切除术存在可控性低、手术创伤大、风险高等缺点[9]。对于肝脏手术,术前对患者上腹部增强 CT 图像进行三维重建,可使术者明确肿瘤位置、毗邻结构及门静脉分支走行,根据门静脉分支行精准地指定肝段切除,并可规避损伤肿瘤邻近的脉管及重要结构,相较于传统 Couinaud 肝段切除,具有个体化、针对性、精准

化、风险低、伤害小的优势[12][13][14][15]。基于计算机辅助手术系统三维重建技术,董蓓教授团队对大量肝脏 CT 图像进行了分析,基于门静脉四级支走行提出了 Dong's 肝脏分型理论,将肝脏分段进行更加细致、精确的划分,根据门静脉四级支走行将肝脏分为 A 型、B 型、C 型、D 型四型,为精准肝切除手术提供了更加科学的理论依据[9]。

## 参考文献

- [1] Couinaud, C. (1999) Liver Anatomy: Portal (and Suprahepatic) or Biliary Segmentation. *Digestive Surgery*, **16**, 459-467. <https://doi.org/10.1159/000018770>
- [2] 刘学静, 武乐斌, 柳澄. 多层螺旋 CT 门静脉成像及其在肝脏解剖分段中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2002, 12(5): 398-400.
- [3] 董家鸿, 杨世忠. 精准肝切除的技术特征与临床应用[J]. 中国实用外科杂志, 2010(8): 23-25.
- [4] 方驰华, 钟世镇, 原林, 等. 数字化虚拟肝脏图像三维重建的初步研究[J]. 中华外科杂志, 2004, 42(2): 94-96.
- [5] 金武男, 杨香. 螺旋 CT 三维重建对各肝段门静脉解剖结构的观察[J]. 中国医学影像技术, 2003(6): 692-695.
- [6] 范应方, 向飞, 蔡伟, 等. 基于三维可视化技术的右半肝门静脉 3D 分型及分段[J]. 南方医科大学学报, 2016, 36(1): 26-31.
- [7] 张国伟, 陈锋, 张健飞, 郑楠, 隋鸿锦, 张光辉, 李忠维, 徐永忠. 64 层螺旋 CT 三维重建在肝脏门静脉右前支分段中的应用研究[J]. 医学影像学杂志, 2014, 24(7): 1165-1168.
- [8] Kobayashi, T., Ebata, T., Yokoyama, Y., *et al.* (2017) Study on the Segmentation of the Right Anterior Sector of the Liver. *Surgery*, **161**, 1536-1542. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.12.020>
- [9] 周显军, 董蓓, 等. 数字化重建技术在基于肝脏门静脉结构的肝段划分中的作用及意义[J]. 中华外科杂志, 2018, 56(1): 61-67.
- [10] 董蓓. 小儿肿瘤外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.
- [11] 董蓓. 小儿肝胆外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [12] Dong, Q., Liu, Y., Qu, X., *et al.* (2010) Expression of c-Cbl, Cbl-b, and Epidermal Growth Factor Receptor in Gastric Carcinoma and Their Clinical Significance. *Chinese Journal of Cancer*, **29**, 59-64. <https://doi.org/10.5732/cjc.009.10342>
- [13] 赵静. CT 三维重建及肝脏体积测定在小儿肝脏肿瘤手术中的应用[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2009.
- [14] Fang, C., You, J., Lau, W., *et al.* (2012) Anatomical Variations of Hepatic Veins: Three-Dimensional Computed Tomography Scans of 200 Subjects. *World Journal of Surgery*, **36**, 120-124. <https://doi.org/10.1007/s00268-011-1297-y>
- [15] Fang, C., Huang, Y., Chen, M., *et al.* (2010) Digital Medical Technology Based on 64-Slice Computed Tomography in Hepatic Surgery. *Chinese Medical Journal*, **123**, 1149-1153.