

✧腹部影像学

3D liver analysis software for preoperative evaluation of complex hepatectomy for primary liver cancer

GONG Meilin¹, LIU Lili¹, RAN Xiong¹, HE Peipei¹, XIAO Linkang², LI Kang^{1*}

(1. Department of Radiology, 2. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Institute of Hepatopancreatobiliary Surgery, Chongqing General Hospital, Chongqing 400013, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of 3D liver analysis software for preoperative evaluation of complex hepatectomy for primary liver cancer. **Methods** Sixty patients with primary hepatocellular carcinoma (HCC) were enrolled, including 30 underwent 3D liver analysis software (3D group) and 30 underwent analysis of 2D post-processing software (2D group, $n=30$) before complex hepatectomy. The operation time, intraoperative bleeding volume and change rate of resection way, postoperative complication rate, postoperative hospital stay, 1-year mortality and 1-year recurrence rate after surgery were compared between 2 groups. The value of 3D liver analysis software was analyzed. **Results** The original planned resection ways changed to lobectomy of liver or the hepatectomy segments increased in 1 case of 3D group and 8 cases of 2D group. The operation time, intraoperative bleeding volume and the change rate of resection way in 3D group were all less than those in 2D group (all $P<0.05$). **Conclusion** 3D liver analysis software had a certain value for preoperative evaluation of complex hepatectomy for primary HCC.

[Keywords] carcinoma, hepatocellular; image processing, computer-assisted; tomography, X-ray computed

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2022.06.021

3D 肝脏分析软件用于复杂型肝癌切除术术前评估

龚梅林¹, 刘丽丽¹, 冉雄¹, 何佩佩¹, 肖林康², 李康^{1*}

(1. 重庆市人民医院放射科, 2. 肝胆胰外科 肝胆胰腺外科研究所, 重庆 400013)

[摘要] **目的** 观察 3D 肝脏分析软件用于复杂型肝癌切除术术前评估的价值。**方法** 收集 60 例原发性肝细胞癌 (HCC) 患者, 其中 30 例于复杂型肝癌切除术前接受 3D 肝脏分析软件 (3D 组, $n=30$)、30 例接受 2D 后处理软件 (2D 组, $n=30$) 评估, 比较组间手术时间、术中出血量、手术方式改变率和术后并发症发生率、术后住院时间、术后 1 年死亡率及 1 年复发率的差异, 分析 3D 肝脏分析软件的价值。**结果** 3D 组 1 例及 2D 组 8 例术中改变原计划手术方式, 切除肝段数量增加或转为肝叶切除; 3D 组手术时间、术中出血量及手术方式改变率均明显少于 2D 组 (P 均 <0.05)。**结论** 3D 肝脏分析软件用于复杂型肝癌切除术术前评估具有一定价值。

[关键词] 癌, 肝细胞; 图像处理, 计算机辅助; 体层摄影术, X 线计算机

[中图分类号] R735.7; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2022)06-0884-04

原发性肝癌发病率仅次于肺癌、结肠癌及胃癌, 居全球恶性肿瘤第 4 位^[1], 我国肝癌发生率居全球首位。根治性肝切除术为治疗肝癌的最有效方法^[2]。现代“精准肝脏外科”理念强调, 应在完整切除病灶的前提

下最大限度地保留残肝结构和功能的完整性^[3], 使得精准术前评估的重要性日益凸显。传统 CT 2D 后处理技术仅能基于二维图像观察肝脏内部解剖结构, 无法满足“精准外科”的需求。有学者^[4]认为 3D 打印模

[基金项目] 重庆市人民医院医学科技创新基金 (2019MSXM11)。

[第一作者] 龚梅林 (1985—), 女, 重庆人, 硕士, 主治医师。研究方向: 腹部疾病影像诊断。E-mail: 274391745@qq.com

[通信作者] 李康, 重庆市人民医院放射科, 400013。E-mail: likangdoctor@126.com

[收稿日期] 2021-11-04 **[修回日期]** 2022-03-26

型有助于精准切除肝脏肿瘤,但费用较高。本研究观察 3D 肝脏分析软件用于复杂型肝切除术前评估原发性肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2018 年 9 月—2020 年 10 月重庆市人民医院 30 例于肝脏切除术前接受 3D 肝脏分析软件评估的原发性 HCC 患者(3D 组)及 2016 年 1 月—2018 年 8 月 30 例接受 2D 后处理软件术前评估的原发性 HCC 患者(2D 组)。3D 组男 18 例、女 12 例,年龄 19~76 岁,平均(50.2±11.1)岁;2D 组男 17 例、女 13 例,年龄 21~79 岁,平均(51.9±9.9)岁;均由同一名医师主刀施行复杂型肝脏切除术^[5-6],术前增强 CT 提示原发性肝癌,术前未接受放射、化学治疗及任何肝脏相关手术,亦无其他恶性肿瘤病史,术后病理证实为 HCC,且术中均 R0 切除 HCC;CT 增强扫描与手术时间间隔≤2 周,术后随访 1 年。本研究获院伦理委员会批准。检查前患者均签署相关知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Brilliance 64 slices 及 IQon Spectral 多层螺旋 CT。嘱患者仰卧,先行腹部平扫,扫描范围为膈顶至肝脏下缘水平,参数:管电压 120 kV,管电流采用自动控制技术,螺距 1,准直器宽度 64×0.625 mm;之后以 3~4 ml/s 流率经肘静脉注射 80~100 ml 碘克沙醇(320 mgI/ml),采用阈值监测手动触发扫描,将 ROI 置于肝门水平腹主动脉中心,CT 值达 120 HU(约需 15 s)后延迟 15 s 手动触发扫描,获得动脉晚期图像,再分别延迟约 45 s 及 105 s 手动触发扫描,获得门静脉期及实质期图像。以层厚 1.0 mm、层间距 0.5 mm 进行图像重建。

1.3 图像分析 由 2 名具有 5 年以上腹部影像学诊断经验的放射科医师分别采用图像存储与传输系统(picture archiving and communications system,

PACS)或以 3D 肝脏分析软件进行阅片,意见产生分歧时经协商达成一致。

1.3.1 3D 组 将门静脉期原始图像传输至 3D 肝脏分析软件工作平台(liver analysis application, Philips 星云太空站, V6.0),采用自动及半自动算法进行分割和计算。先以软件自动识别肝内血管及肝段并加以手动校正;之后手动勾画肿瘤轮廓,生成 3D 图像,并以不同颜色表示肝脏解剖结构;最后自动计算肝内血管体积、癌灶体积、总肝体积(包括肝实质、肝内血管及癌灶体积)、有效肝体积(除去肝内血管及 HCC 癌灶后的肝实质体积)、拟切除肝体积(手术切缘距肿瘤边缘大于 1 cm)及其占总肝体积的百分比和残肝体积及其占总肝体积的百分比(图 1、2)。

1.3.2 2D 组 于 PACS 观察图像并进行多平面重建和容积再现,测量肝脏肿瘤各径线,观察肝动脉、门静脉、肝静脉和胆管解剖结构及肿瘤与肝内血管和胆管的关系。

1.4 观察指标 记录手术时间、术中出血量、手术方式改变率和术后并发症(主要包括肝衰竭、腹腔出血、胆瘘、感染、腹腔积液)发生率、术后住院时间、术后 1 年死亡率及 1 年复发转移率。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 24.0 统计分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示符合正态分布的计量资料,采用独立样本 t 检验进行组间比较;以频数表示计数资料,采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法进行组间比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

3D 组 1 例、2D 组 8 例术中改变了原计划手术方式,增加了切除肝段数量或转为肝叶切除。3D 组手术时间、术中出血量及术中手术方式改变率均明显少于 2D 组(P 均 < 0.05 , 表 1)。

表 1 复杂肝肿瘤切除术前接受 3D 与 2D 软件评估的原发性 HCC 患者临床资料比较

组别	性别(例)		年龄(岁)	手术方式(例)			手术时间 (min)	术中出血量 (ml)
	男	女		左、右半肝切除 (包括扩大半肝切除)	多肝段切除 (≥2 段)	巨大不规则肝切除 或肝门周围肝切除		
3D 组(<i>n</i> =30)	18	12	50.2±11.1	10	12	8	363.66±80.63	436.53±83.43
2D 组(<i>n</i> =30)	17	13	51.9±9.9	9	14	7	414.70±89.74	508.80±90.73
<i>t</i> / <i>χ</i> ² 值	0.07		−0.64	0.27			−2.32	−3.21
<i>P</i> 值	0.79		0.41	0.87			0.02	<0.01

组别	术中手术方式 改变(例)	术后住院 时间(天)	术后 1 年 死亡(例)	术后 1 年 复发(例)	术后并发症(例)				
					肝衰竭	腹腔出血	胆瘘	感染	腹腔积液
3D 组(<i>n</i> =30)	1	17.57±2.37	0	2	2	1	1	1	2
2D 组(<i>n</i> =30)	8	18.70±2.90	0	3	2	1	1	2	2
<i>t</i> / <i>χ</i> ² 值	—	−1.66	—	—	0.09				
<i>P</i> 值	0.03*	0.26	—	1.00*	0.77				

注: * 采用 Fisher 精确概率法

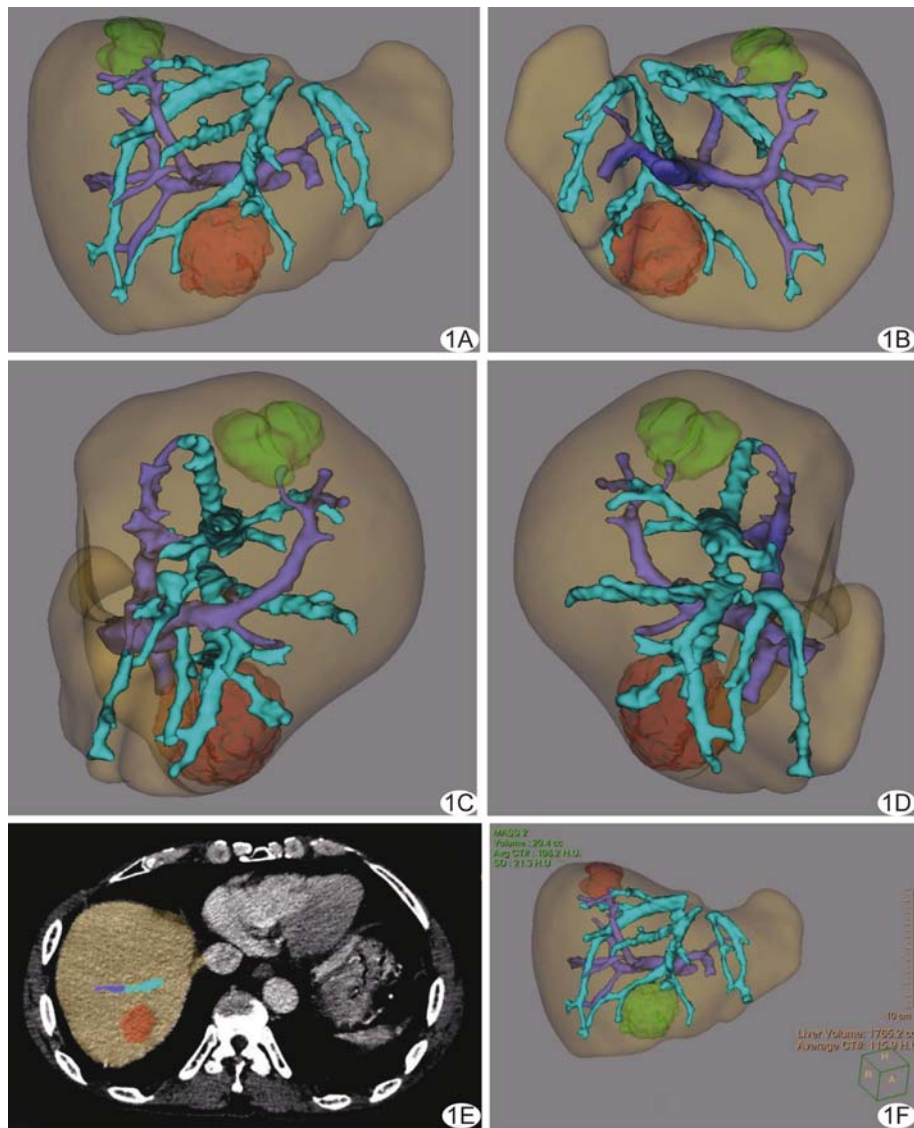


图 1 患者男, 48 岁, 原发性 HCC, 术前以 3D 肝脏分析软件进行评估 A~D. 肝脏 3D 图像, 黄色示肝实质、紫色示门静脉、蓝色示肝静脉, 绿色及橙色示 2 个癌灶; E、F. 基于肝脏轴位 CT (E) 及 3D 图 (F) 计算有效肝体积为 $1\,637.6\text{ cm}^3$, 总肝体积为 $1\,765.2\text{ cm}^3$, 肿瘤体积分别为 20.4 及 55.3 cm^3 , 肝内血管体积为 58.8 cm^3

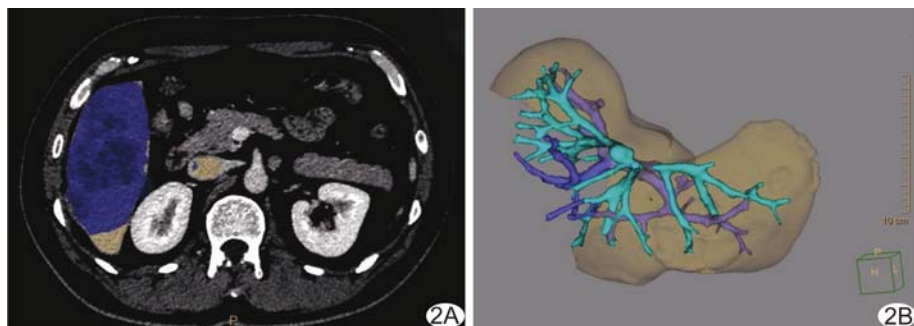


图 2 患者, 男, 53 岁, 原发性 HCC, 术前以 3D 肝脏分析软件进行评估 基于肝脏轴位 CT 图 (A, 紫色示拟切除区域) 及残余肝组织 3D 图像 (B, 黄色示肝实质、紫色示门静脉、蓝色示肝静脉) 计算拟切除肝体积及其占总肝体积的百分比分别为 955.0 cm^3 及 51.7% , 残肝体积及其占总肝体积的百分比为 891.4 cm^3 及 48.3%

3 讨论

精准切除肝脏肿瘤术前行影像学评估有助于临床制定合理手术方案、选择最佳手术方式。本研究对比观察 3D 肝脏分析软件与传统 2D 影像学后处理技术用于复杂肝脏肿瘤切除术前评估的效果, 发现术前采用 CT 2D 后处理技术进行评估时, 由于无法显示肿瘤与肝动脉、门静脉、肝静脉及胆管的空间关系, 制定手术计划存在较强主观性^[7]; 而 3D 肝脏分析软件可自动识别肝内血管及肝段、重建肝脏 3D 图像, 支持进行多角度旋转以直观显示肝脏复杂解剖结构, 并有助于精准计算肿瘤体积及术后残肝体积等, 其效果基本等同于 3D 打印模型^[4,7], 具有较高的客观性。

AN 等^[8]观察 2D 与 3D 技术用于超声引导下射频消融治疗 HCC 的差异, 发现 3D 组首次消融成功率明显高于 2D 组, 而病灶局灶性进展率明显低于 2D 组。本研究 3D 组 1 例及 2D 组 8 例术中改变了原计划手术方式, 额外增加了切除肝段数量或转为肝叶切除; 3D 组手术时间、术中出血量和手术方式改变率均少于 2D 组, 与上述研究结果相符合。

肝脏体积可反映肝实质细胞数量, 用于评估肝功能储备情况。既往研究^[9]报道, 切除 HCC 后的残肝体积与术后肝衰竭发生率具有明显相关性, 提示采用 3D 肝脏分析软件计算残肝体积有助于预估术后肝衰竭可能性。对发生肝衰竭概率较高的患者, 需在保证病灶 R0 切除的前提下适当调整切除范围, 以尽可能减少切除的肝脏体积。3D 肝脏分析软件还可用于肝移植术前评估, 有

助于减少术后供体并发症发生率^[10]。有学者^[11]采用 3D 肝脏分析软件评估肝脾容积,结合纹理分析及实验室指标判断肝硬化程度,结果显示其诊断效能优于超声弹性成像。此外,3D 肝脏分析软件亦可用于教学^[12]。

综上所述,3D 肝脏分析软件用于复杂型 HCC 切除术前评估具有一定价值。然而,本研究样本量小,且术后随访时间较短,有待后续进一步完善。

[参考文献]

- [1] Global Burden of Disease Liver Cancer Collaboration, AKINYEMIJU T, ABERA S, et al. The burden of primary liver cancer and underlying etiologies from 1990 to 2015 at the global, regional, and national level: Results from the global burden of disease study 2015 [J]. JAMA oncology, 2017, 3 (12): 1683-1691.
- [2] van MIERLO K M, SCHAAP F G, DEJONG C H, et al. Liver resection for cancer: New developments in prediction, prevention and management of postresectional liver failure[J]. J Hepatol, 2016, 65(6):1217-1231.
- [3] 中国研究型医院学会肝胆胰外科专业委员会. 精准肝切除术专家共识[J]. 中华消化外科杂志, 2017, 16(9):883-893.
- [4] YANG T, LIN S, XIE Q, et al. Impact of 3D printing technology on the comprehension of surgical liver anatomy[J]. Surg Endosc, 2019, 33(2):411-417.
- [5] 中华医学会数字医学分会, 中国医师协会肝癌专业委员会, 中国医师协会临床精准医学专业委员会, 等. 复杂性肝脏肿瘤三维可视化精准诊治指南(2019 版) [J]. 中国实用外科杂志, 2019, 39 (8):766-774.
- [6] WANG X D, WANG H G, SHI J, et al. Traditional surgical planning of liver surgery is modified by 3D interactive quantitative surgical planning approach: A single-center experience with 305 patients[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int, 2017, 16(3):271-278.
- [7] 鲁媛媛, 李俊来, 宋丹维. 三维重建及打印技术在乳腺肿瘤中的研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(1):149-151.
- [8] AN C, LI X, ZHANG M, et al. 3D visualization ablation planning system assisted microwave ablation for hepatocellular carcinoma (Diameter > 3): A precise clinical application [J]. BMC Cancer, 2020, 20(1):44.
- [9] TOMASSINI F, GIGLIO M C, De SIMONE G, et al. Hepatic function assessment to predict post-hepatectomy liver failure: What can we trust? A systematic review [J]. Updates Surg, 2020, 72(4):925-938.
- [10] 徐天天, 孙艳秋, 张强, 等. 三维可视化技术在终末期肝多房棘球蚴病自体肝移植术前评估中的应用价值[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2018, 30(6):646-651.
- [11] PICKHARDT P J, GRAFFY P M, SAID A, et al. Multiparametric CT for noninvasive staging of hepatitis C virus-related liver fibrosis: Correlation with the histopathologic fibrosis score[J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 212(3):547-553.
- [12] WITOWSKI J S, PEDZIWIATR M, MAJOR P, et al. Cost-effective, personalized, 3D-printed liver model for preoperative planning before laparoscopic liver hemihepatectomy for colorectal cancer metastases[J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2017, 12(12):2047-2054.