

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.02.018

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240117.1237.006\(2024-01-18\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240117.1237.006(2024-01-18))

ICG-R15 联合三维影像重建技术在肝癌术前评估的临床研究*

高毓慷^{1,2}, 钱瑞坤^{2,3△}, 马长林^{2,3}, 乔森^{2,3}

(1. 山东第一医科大学研究生院, 济南 250117; 2. 济宁市第一人民医院肝胆外科, 山东济宁 272001;

3. 济宁市医学科学研究院肝胆胰外科研究所, 山东济宁 272001)

[摘要] **目的** 探讨吲哚菁绿 15 min 清除率(ICG-R15)联合三维影像重建在术前评估肝癌的优势及对肝切除手术疗效的影响。**方法** 回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 1 月在济宁市第一人民医院术前行三维影像重建评估(试验组, $n=65$)与传统 CT 评估(对照组, $n=70$)的肝癌患者资料, 所有患者术前均行 ICG-R15 试验。试验组中采用开腹手术和腹腔镜手术者分别为 45、20 例, 对照组中分别为 50、20 例。收集两组术前实验室检查、术中相关指标及术后实验室检查数据, 比较两种评估方式对肝癌开腹手术和腹腔镜手术疗效的影响。**结果** 开腹手术中: 与对照组比较, 试验组手术时间、术后引流管拔出时间明显缩短, 术中失血量明显减少, 术后并发症发生率、术后 7 d 直接胆红素及 AST 水平明显降低($P<0.05$); 两组术中输血率、术后住院时间、术后 7 d 总胆红素、ALT、清蛋白水平及凝血酶原时间无明显差异($P>0.05$)。腹腔镜手术中: 与对照组比较, 试验组术后住院时间、引流管拔出时间明显缩短, 术后 7 d AST 及 ALT 水平明显降低($P<0.05$), 其余观察指标均无明显差异($P>0.05$); 对照组中 3 例因腹腔镜术中探查无法切除而中转开腹。与对照组比较, 试验组术前评估肝脏肿瘤数量及 Couinaud 分段定位准确率(96.9% vs. 85.7%)、肝血管变异术前评估准确率(100.0% vs. 53.8%)更高, 实际切除范围>术前预测范围患者百分比更低(7.7% vs. 20.0%), 差异均有统计学意义($P<0.05$); 两组门静脉受侵术前评估准确率无明显差异($P>0.05$)。**结论** ICG-R15 联合三维重建技术较联合传统 CT 在肝癌术前评估中更具优势, 且有助于减少术中出血, 缩短手术时间, 对患者预后具有积极作用。

[关键词] 吲哚菁绿清除试验; 三维重建; 肝癌; 肝硬化; 术前评估

[中图分类号] R735.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2024)02-0257-07

Clinical study of ICG-R15 combined with three-dimensional image reconstruction technology in preoperative evaluation of liver cancer*

GAO Yukang^{1,2}, QIAN Ruikun^{2,3△}, MA Changlin^{2,3}, QIAO Sen^{2,3}

(1. Graduate School, Shandong First Medical University, Jinan, Shandong 250117, China;

2. Department of Hepatobiliary Surgery, Jining First People's Hospital, Jining,

Shandong 272001, China; 3. Research Institute of Hepatobiliary Pancreatic Surgery,

Jining Academy of Medical Sciences, Jining, Shandong 272001, China)

[Abstract] **Objective** To explore the advantages of indocyanine green clearance rate at 15 min (ICG-R15) combined with three-dimensional image reconstruction technology in preoperative evaluation of liver cancer, as well as its impact on the efficacy of liver resection surgery. **Methods** The data of the patients with liver cancer undergoing preoperative three-dimensional image reconstruction evaluation (experimental group, $n=65$) and traditional CT evaluation (control group, $n=70$) in the Jining Municipal First People's Hospital from January 2018 to January 2021 were retrospectively analyzed. All patients performed the ICG-R15 test before operation. In the experimental group, 45 cases adopted laparotomy and 20 cases adopted laparoscopic surgery, which in the control group had 50 cases and 20 cases, respectively. The data of preoperative laboratory tests, intraoperative related indicators and postoperative laboratory tests were collected in the two groups. The influences between the two kinds of evaluation modes on the effects of laparotomy and laparoscopic surgery in liver cancer were compared. **Results** In laparotomy, compared with the control group, the operation time and postoperative drainage tube extraction time in the experimental group were significantly shortened, the intraoperative bleeding volume was significantly decreased, the incidence rate of postoperative complications, direct

bilirubin and AST levers on 7 d after operation were significantly decreased ($P < 0.05$); there were no statistically significant differences in the intraoperative blood transfusion rate, postoperative hospitalization duration, levels of total bilirubin, ALT and albumin and prothrombin time on 7 d after operation between the two groups ($P > 0.05$). In laparoscopic surgery, compared with the control group, the postoperative hospitalization duration and postoperative drainage tube extraction time in the experimental group were significantly shortened, the levels of AST and ALT on 7 d after operation were significantly decreased ($P < 0.05$); there was no statistically significant difference in the other observation indicators between the two groups ($P > 0.05$); in the control group, 3 cases were converted to laparotomy due to inability to excision during laparoscopic exploration. Compared with the control group, the accuracy rate of preoperative evaluation of the number of liver tumors and Couinaud segmentation localization (96.9% vs. 85.7%) and preoperative evaluation of liver vascular variation (100.0% vs. 53.8%) were increased in the experimental group, the percentage of the patients with actual resection range greater than preoperative prediction range was lower (7.7% vs. 20.0%), and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the accuracy of preoperative evaluation of portal vein invasion between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** ICG-R15 combined with three dimensional reconstruction technology in preoperatively assessing liver cancer has more advantages compared with combined traditional CT, moreover which is conducive to reduce intraoperative bleeding, shorten operation time and has the positive effect on the patients' prognosis.

[Key words] indocyanine green clearance test; 3D reconstruction; liver cancer; liver cirrhosis; preoperative evaluation

肝细胞癌是人类常见的恶性肿瘤,近年来发病率不断升高,其发病率和病死率分别位居全球第 4 位和第 2 位^[1]。近年来随着外科手术、介入和射频消融等局部治疗技术的发展,一定程度上提高了肝癌的临床疗效,但手术切除仍是首选治疗方法。无论是腹腔镜手术、传统开腹手术,还是新兴的达芬奇机器人手术^[2],肝脏脉管系统解剖的复杂性决定了手术的复杂程度及风险^[3],特别是对于肝硬化肝癌患者,充分的术前评估十分必要。但传统 CT 难以满足当下的需求。三维影像重建技术的出现很好地改善了这一局面,它可将 CT 数据导入计算机三维可视化系统进行分析 and 处理,重建肿瘤、肝脏及其脉管系统,在系统中观察立体、虚拟的三维肝脏模型,可以为肝癌围手术期提供更多信息^[4]。吲哚菁绿 15 min 清除率(indocyanine green clearance rate at 15 min, ICG-R15)被广泛用于评估肝癌患者术前肝功能储备^[5]。本研究按照《肝硬化患者肝切除术后肝功能不全的预防与治疗专家共识(2019 版)》^[6],根据 ICG-R15 及 Child-Pugh 分级初步确定切除范围,联合三维影像重建进行有效的手术规划,在保证肝癌切缘阴性下尽可能留存肝体积,这对肝硬化肝癌患者的手术成功率及预后起到了积极作用,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 1 月在济宁市第一人民医院肝胆外科行手术切除的肝癌患者,多数患者合并不同程度的乙型肝炎肝硬化,根据术前不同的评估方法分为三维影像重建组(试验组,65 例)和传统 CT 组(对照组,70 例);进一步根据手术方式分为

开腹手术和腹腔镜手术:开腹手术中试验组 45 例,对照组 50 例;腹腔镜手术中试验组 20 例,对照组 20 例。纳入标准:(1)性别不限,年龄 ≥ 18 岁,均签署本临床试验课题知情同意书;(2)经病理检查确诊为肝细胞癌;(3)既往无肝癌局部治疗史;(4)具备手术指征(Child-Pugh 分级 A 或 B 经治疗后变为 A)且临床资料完整。排除标准:(1)心、肺等重要器官器质性病变;(2)晚期肿瘤,发生远处转移;(3)病例资料不完整;(4)造影剂不耐受或有增强 CT 检查禁忌证。

1.2 方法

1.2.1 术前评估方法

两组患者术前均行 64 排螺旋 CT 薄层增强扫描,其中试验组利用海信三维医学影像重建系统(青岛海信医疗设备股份有限公司),分别重建肝动脉、肝静脉、门静脉、肝肿瘤及肝脏,利用不同颜色区分组织,如棕色代表肿瘤,灰色代表疑似病灶,红色代表动脉,蓝色代表静脉,绿色代表胆囊和胆管,可在三维系统中清晰地看到模拟解剖的肝脏及其脉管系统,见图 1。两组患者术前均进行 ICG-15 试验,患者术前 8 h 禁食禁饮,静息状态下平卧,一侧指端佩戴 ICG 传感器,根据体重在另一侧肘正中静脉快速给予吲哚菁绿配制液(0.5 mg/kg,沈阳济世制药有限公司),15 min 后由 DDG 3300 K 肝功能储备分析仪(日本光电公司)测定清除率。

1.2.2 手术方法

开腹手术(以右肝肿瘤为例):患者平卧全身麻醉诱导成功,常规消毒铺无菌巾单。取右肋缘下切口入腹腔,触摸肝质地,探及肿瘤位置,离断肝右三角韧带、右冠状韧带、肝圆韧带及镰状韧带,充分暴露右半

肝,仔细分离,注意保护第一肝门、门静脉分叉处、门静脉右支、肝右静脉、肝中静脉及阻断第一肝门,手捏钳夹法完整切除癌肿。彻底缝合断面并止血。右肝下、右隔下分别置橡胶引流管一根,缝合关闭腹腔。

腹腔镜手术(以左肝肿瘤为例):麻醉成功后,常规消毒手术区域铺无菌巾,取脐下、左腋前线肋缘下 5 cm 及 8 cm 处、右锁骨中线肋缘下 5 cm 及 8 cm 处,5 点切口,以脐下切口气腹针穿刺入腹腔,充入二氧化碳气体维持压力在 12 mmHg 左右。首先由脐下切口

10 mm Trocar 刺入,置入腹腔镜,直视下腹部左腋前线肋缘下 5 cm 及 8 cm 处置入 5 mm Trocar,右锁骨中线肋缘下 5 cm 及 8 cm 处置入 5、12 mm Trocar。探查肿瘤位置,超声刀游离腹腔粘连及肝圆韧带、左三角韧带、左冠状韧带,超声刀完整切除肿瘤,创面仔细止血,检查无活动性出血及胆漏后,置入取物袋,将 12 mm Trocar 切口延长取出切除标本。肝断面置入膜腔引流管 2 根,清点器械纱布,排除气腹,拔除各 Trocar,缝合关闭各切口。

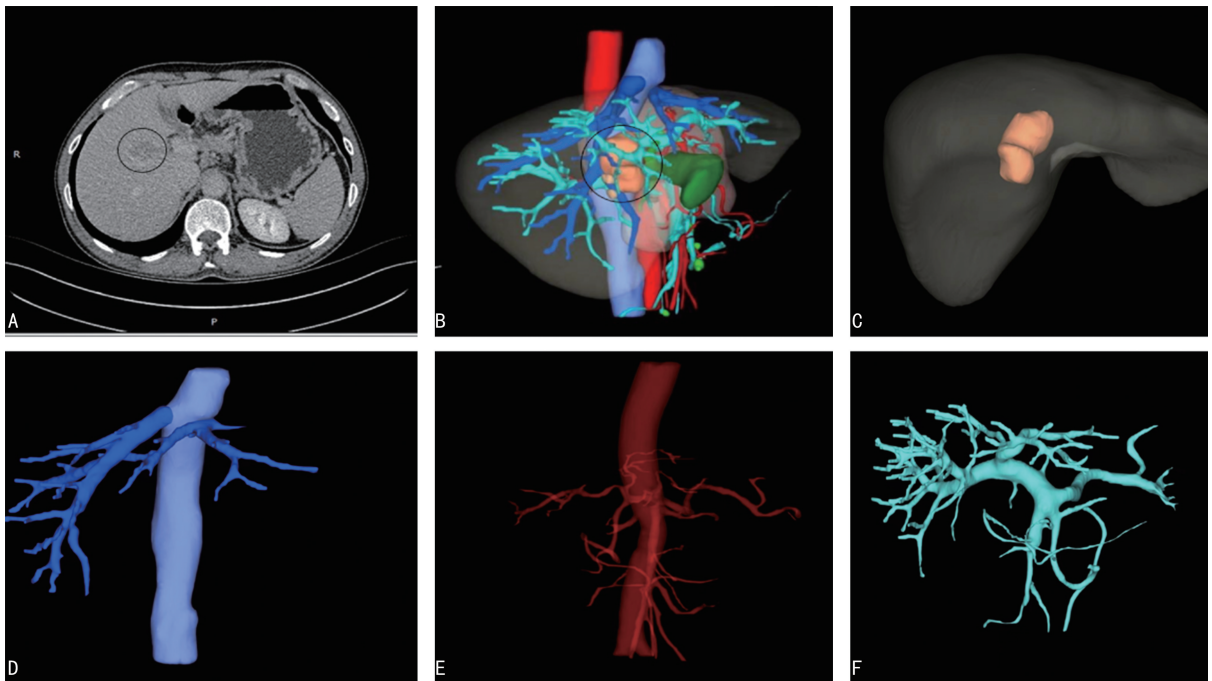


图 1 增强 CT 检查及三维可视化模型图
A:增强扫描 CT 延迟期(观察肿瘤在肝 V 段和Ⅷ段之间);B:肝脏及脉管系统三维重建可视化模型图(棕色部分为肿瘤,灰色部分为疑似病灶,侵犯门静脉右前支);C:肝脏透明处理后肿瘤的位置;D:肝静脉和下腔静脉系统;E:肝动脉系统;F:肝门静脉系统。

图 1 增强 CT 检查及三维可视化模型图

1.2.3 观察指标

(1)术前基线资料,包括 ICG-R15、性别、年龄、合并肝硬化、乙型肝炎病毒感染情况及术前实验室检查指标。ICG-R15 的测定:通过正中肘静脉注射 0.5 mg/kg 吲哚菁绿,采用 ICG-R15 脉冲分光光度法(日本光电公司 DDG-3300K 分析仪)测定。(2)术中相关指标:包括肿瘤位置、手术时间、术中失血量、输血率、肿瘤最大径及腹腔镜手术中转开腹情况。(3)术后相关指标:包括住院时间、术后并发症发生率、引流管拔出时间及术后 7 d 实验室检查指标。(4)肿瘤评估准确度:包括术前评估肿瘤数量及 Couinaud 分段定位准确率、门静脉受侵诊断准确率、肝血管变异诊断准确率、实际切除范围>术前预测范围百分比。肿瘤数量、位置、周围血管情况评估以开腹手术或腹腔镜手术为标准。

1.3 统计学处理

应用 SPSS22.0 统计软件对数据进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t

检验;计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组术前基线资料比较

开腹手术及腹腔镜手术中两组基线资料均无明显差异($P > 0.05$),具有可比性,见表 1、2。

2.2 两组术中相关指标比较

在开腹手术中:与对照组比较,试验组手术时间缩短,术中失血量减少,差异均有统计学意义($P < 0.05$);试验组输血率低于对照组,但差异无统计学意义($P > 0.05$),两组肿瘤位置、肿瘤最大径无明显差异($P > 0.05$),见表 3。在腹腔镜手术中:两组各项术中相关指标均无明显差异($P > 0.05$),但对照组中 3 例因腹腔镜术中探查无法切除而中转开腹,见表 4。

2.3 两组术后相关指标比较

在开腹手术中:试验组术后并发症发生率明显低于对照组($P < 0.05$),试验组术后发生胆漏 1 例

(2.2%)、腹腔感染 1 例(2.2%)，对照组发生胆漏 2 例(4.0%)、腹腔感染 4 例(8.0%)、肝性脑病 2 例(4.0%)、肺部感染 1 例(2.0%)、切口感染 1 例(2.0%)，两组并发症在经过积极处理后均得到有效治疗；与对照组比较，试验组术后引流管拔出时间缩短，术后 7 d 血浆直接胆红素、AST 水平降低，差异均有统计学意义($P < 0.05$)，见表 5。在腹腔镜手术中：与对照组比较，试验组住院时间、引流管拔出时间缩

短，术后 7 d 血浆 AST、ALT 水平降低，差异均有统计学意义($P < 0.05$)，见表 6。

2.4 两组术前评估肿瘤准确度比较

与对照组比较，试验组术前评估肝脏肿瘤数量及 Couinaud 分段定位准确率、肝血管变异术前评估准确率均升高，实际切除范围 $>$ 术前预测范围患者百分比降低，差异均有统计学意义($P < 0.05$)；两组门静脉受侵术前评估准确率无明显差异($P > 0.05$)，见表 7。

表 1 开腹手术中两组术前基线资料比较

项目	试验组($n=45$)	对照组($n=50$)	t/χ^2	P
ICG-R15($\bar{x} \pm s, \%$)	8.03 \pm 3.25	8.23 \pm 3.29	0.305	0.761
女性患者[$n(\%)$]	12(26.7)	10(20.0)	0.592	0.442
年龄($\bar{x} \pm s, \text{岁}$)	60.20 \pm 12.00	59.90 \pm 10.30	0.149	0.882
肝硬化[$n(\%)$]	36(80.0)	41(82.0)	0.062	0.803
乙型肝炎病毒感染[$n(\%)$]	40(88.9)	42(84.0)	0.479	0.488
AFP $>$ 500 ng/mL[$n(\%)$]	10(22.2)	7(14.0)	1.090	0.297
清蛋白($\bar{x} \pm s, \text{g/L}$)	40.51 \pm 4.59	40.71 \pm 4.67	0.214	0.831
总胆红素($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)	18.10 \pm 6.98	19.77 \pm 8.10	1.072	0.286
直接胆红素($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)	5.68 \pm 2.44	6.32 \pm 2.31	1.311	0.193
凝血酶原时间($\bar{x} \pm s, \text{s}$)	12.74 \pm 1.26	12.76 \pm 1.24	0.068	0.946
血浆 ALT($\bar{x} \pm s, \text{U/L}$)	34.46 \pm 18.80	27.50 \pm 20.53	1.717	0.089
血浆 AST($\bar{x} \pm s, \text{U/L}$)	34.26 \pm 23.56	34.07 \pm 22.24	0.039	0.969

AFP: 甲胎蛋白。

表 2 腹腔镜手术中两组术前基线资料比较

项目	试验组($n=20$)	对照组($n=20$)	t/χ^2	P
ICG-R15($\bar{x} \pm s, \%$)	7.79 \pm 2.87	8.07 \pm 2.71	0.312	0.757
女性患者[$n(\%)$]	4(20.0)	3(15.0)		1.000
年龄($\bar{x} \pm s, \text{岁}$)	63.50 \pm 12.05	60.65 \pm 10.90	0.784	0.438
肝硬化[$n(\%)$]	16(80.0)	16(80.0)		1.000
乙型肝炎病毒感染[$n(\%)$]	19(95.0)	20(100.0)		1.000
AFP $>$ 500 ng/mL[$n(\%)$]	4(20.0)	4(20.0)		1.000
清蛋白($\bar{x} \pm s, \text{g/L}$)	41.65 \pm 4.86	41.09 \pm 5.04	0.355	0.725
总胆红素($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)	17.58 \pm 6.49	18.47 \pm 6.43	0.436	0.666
直接胆红素($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)	5.67 \pm 2.44	5.57 \pm 2.65	0.130	0.897
凝血酶原时间($\bar{x} \pm s, \text{s}$)	12.86 \pm 1.51	12.66 \pm 1.14	0.461	0.647
血浆 ALT($\bar{x} \pm s, \text{U/L}$)	32.56 \pm 15.59	36.90 \pm 25.00	0.659	0.514
血浆 AST($\bar{x} \pm s, \text{U/L}$)	32.16 \pm 25.09	36.81 \pm 23.80	0.601	0.551

AFP: 甲胎蛋白。

表 3 开腹手术中两组术中相关指标比较

项目	试验组($n=45$)	对照组($n=50$)	t/χ^2	P
肿瘤位置[$n(\%)$]				
左半肝	23(51.1)	28(56.0)	0.228	0.633
右半肝	22(48.9)	22(44.0)		
手术时间($\bar{x} \pm s, \text{min}$)	144.90 \pm 29.30	156.60 \pm 27.30	2.016	0.047
术中失血量($\bar{x} \pm s, \text{mL}$)	313.78 \pm 130.25	368.60 \pm 127.95	2.068	0.042
输血率[$n(\%)$]	7(15.6)	14(28.0)	2.130	0.144
肿瘤最大直径($\bar{x} \pm s, \text{cm}$)	6.35 \pm 1.68	6.41 \pm 1.74	0.180	0.867

表 4 腹腔镜手术中两组术中相关指标比较

项目	试验组 (n=20)	对照组 (n=20)	t/χ ²	P
肿瘤位置[n(%)]			0.100	0.752
左半肝	9(45.0)	10(50.0)		
右半肝	11(55.0)	10(50.0)		
手术时间($\bar{x} \pm s$, min)	138.2 ± 33.44	132.5 ± 39.15	0.490	0.626
术中失血量($\bar{x} \pm s$, mL)	177.5 ± 16.98	184.7 ± 13.29	1.483	0.146
输血率[n(%)]	0	1(5.0)		1.000
肿瘤最大直径($\bar{x} \pm s$, cm)	3.95 ± 0.69	4.00 ± 0.62	0.248	0.806
中转开腹[n(%)]	0	3(15.0)		0.231

表 5 开腹手术中两组术后相关指标比较

项目	试验组 (n=45)	对照组 (n=50)	t/χ ²	P
住院时间($\bar{x} \pm s$, d)	16.33 ± 4.41	17.76 ± 4.75	1.512	0.134
并发症发生率[n(%)]	2(4.4)	10(20.0)		0.030
引流管拔出时间($\bar{x} \pm s$, d)	5.71 ± 0.79	6.30 ± 1.04	3.095	0.003
术后 7 d 实验室检查				
总胆红素($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	23.23 ± 7.34	25.70 ± 6.08	2.602	0.077
直接胆红素($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	9.71 ± 3.02	11.00 ± 2.73	2.193	0.031
ALT($\bar{x} \pm s$, U/L)	42.98 ± 5.62	44.62 ± 5.44	1.449	0.151
AST($\bar{x} \pm s$, U/L)	31.08 ± 4.06	36.69 ± 4.70	6.189	0.001
清蛋白($\bar{x} \pm s$, g/L)	33.63 ± 4.50	32.60 ± 4.67	1.089	0.279
凝血酶原时间($\bar{x} \pm s$, s)	14.32 ± 1.81	14.22 ± 1.59	0.280	0.780

表 6 腹腔镜手术中两组术后相关指标比较

项目	试验组 (n=20)	对照组 (n=20)	t/χ ²	P
住院时间($\bar{x} \pm s$, d)	11.25 ± 1.80	13.10 ± 1.94	3.121	0.003
并发症发生率[n(%)]	0	2(10.0)		0.487
引流管拔出时间($\bar{x} \pm s$, d)	5.50 ± 0.51	6.25 ± 1.25	2.480	0.018
术后 7 d 实验室检查				
总胆红素($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	24.65 ± 5.71	26.40 ± 5.59	0.983	0.332
直接胆红素($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	7.47 ± 1.30	7.46 ± 1.57	0.022	0.983
ALT($\bar{x} \pm s$, U/L)	39.49 ± 3.25	42.41 ± 4.47	2.365	0.023
AST($\bar{x} \pm s$, U/L)	34.56 ± 2.16	38.36 ± 2.27	5.565	0.001
清蛋白($\bar{x} \pm s$, g/L)	40.13 ± 4.32	39.50 ± 4.13	0.472	0.640
凝血酶原时间($\bar{x} \pm s$, s)	12.54 ± 1.53	12.59 ± 1.02	0.134	0.894

表 7 两组评估肿瘤准确度比较

组别	n	肿瘤数量及 Couinaud 分段 定位准确[n(%)]	实际切除范围 > 术前预测范围 [n(%)]	门静脉受侵			肝血管变异		
				术前评估 (n)	术中诊断 (n)	术前评估 准确率(%)	术前评估 (n)	术中诊断 (n)	术前评估 准确率(%)
试验组	65	63(96.9)	5(7.7)	10	10	100.0	11	11	100.0
对照组	70	60(85.7)	14(20.0)	10	12	83.3	7	13	53.8
χ ²		3.936	4.222			0.371			5.959
P		0.047	0.040			0.542			0.015

3 讨 论

我国是乙型肝炎大国,由此导致的乙型肝炎肝硬化及肝癌已成为严重威胁我国人群健康和生命的重大问题^[7]。肝癌合并肝硬化的治疗应是多学科参与,采用多种治疗方法共存及个体化治疗策略。目前常用治疗方法包括肝切除术、肝移植术、射频消融治疗、肝动脉插管化疗栓塞术(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)、靶向治疗及免疫治疗等^[8],但外科手术切除仍是使患者生存受益最大化的手段^[9]。肝癌患者多合并不同程度的肝硬化,肝脏储备功能较差,大范围的肝切除术后出现肝功能异常甚至肝衰竭的风险明显增加,手术死亡率仍在 3%~5%^[10]。因此,安全有效的术前评估可在保证切缘阴性的情况下尽可能保留肝体积,这对避免肝硬化肝切除后肝衰竭十分重要。肝硬化患者在代偿期常无明显症状,常规实验室检查也多为阴性,但事实上肝细胞已经出现损伤性减少^[11]。目前临床常用的肝功能评估方法是 Child-Pugh 分级标准^[12],虽简单易行,但主观性较强且不能精准评估肝功能储备情况,难以满足评估肝硬化患者手术留存肝体积的需要。

ICG-R15 在肝疾病预后和肝安全切除范围起着重要的临床指导作用,并成为临床公认的精密度较高的肝储备功能检测方式^[13]。KOBAYASHI 等^[14]的一前瞻性研究表明,肝硬化患者中 ICG-R15 水平与门静脉压力相关,ICG-R15 达 16% 时是门静脉高压存在的临界值,这可能对门静脉高压的发生具有较好的预测能力。都泓莲等^[15]使用 ICG-R15 联合总胆红素留存率建立经人工肝治疗的乙型肝炎病毒相关慢急性肝衰竭患者短期预后的模型,可以更好地为临床提供决策,提高患者生存率。LI 等^[16]研究表明,术前 ICG-R15 与肝门部胆管癌(hilar cholangiocarcinoma, hCCA)肝切除后肝衰竭和术后中重度并发症明显相关,ICG-R15 可能成为 CCA 术前评估肝功能储备的理想临床指标,并能更好地预测术后并发症。

在临床实际工作中,CT 并不能全部准确地显示出活性病灶,术中可发现一些术前影像未发现的可疑小病灶,经病理检查部分被证实为肝癌,存在遗漏肿瘤病灶的风险,影响手术成功率。由于肝脏系统解剖复杂,传统 CT 在获取肝血管信息上存在局限性,且对于一些位置复杂的肿瘤,单凭平面 CT 并不容易进行精准的手术规划。因此,复杂肿瘤往往还要借助术中超声辅助定位、腹腔镜手术甚至中转开腹,或二期行 TACE 治疗。

随着医疗技术的发展,医学影像学与计算机的碰撞造就了医学 3D 打印、三维影像重建技术的兴起,其研制与应用普及为外科手术带来了新突破^[17]。以 CT 影像资料数据为基础,通过三维可视化系统实施重建获得立体解剖的三维图像,可以清晰看到肝脏及其脉管系统的解剖特征,有助于医生为患者制订精细

化、个体化的手术策略^[18]。国外研究人员早年便进行相关三维重建技术的尝试并实际运用到临床当中,取得了良好的手术效果^[19]。近年来国内也有大量研究表明,三维重建技术在三维虚拟模型中重现肝癌解剖位置,利于提高手术成功率^[20-21]。本研究结果显示,ICG-R15 联合三维重建在术前评估肝脏肿瘤数量及 Couinaud 分段定位、术前评估肝切除范围、手术时间、术中失血量、术后恢复、住院时间等方面均优于 ICG-R15 联合传统 CT 评估,表明三维重建在肝硬化肝癌切除中具有优势。根据 ICG-R15 预留术后肝体积,结合三维重建精准规划,可展现出的解剖信息与术后大体标本更吻合,预测切除范围更精确,对改善患者预后有一定价值。

ICG-R15 与三维重建也被应用于肝癌非手术治疗中,而 TACE 在不可切除肝癌患者的治疗中占有相当大的地位,患者经 TACE 治疗后生存时间和生存质量都有较大改善^[22-23]。国外研究者 SHALIMAR 等^[24]发现,ICG-R15 在预测 TACE 后发生肝衰竭中的作用与终末期肝病模型(model for end-stage liver disease, MELD)和 Child-Turcotte-Pugh 评分表现相似。日本学者 TAKADA 等^[25]在肝癌介入治疗中,通过三维影像技术构建 3D 血管造影图像,更容易且更精准地识别并栓塞肝细胞肝癌供血动脉,从而更有效地达到治疗目的。

综上所述,ICG-R15 联合三维重建技术是一种有效的肝癌术前评估手段,不仅可为围手术期提供更多信息,在肝硬化肝衰竭风险评估、TACE 精准栓塞等诊疗中也发挥着重要作用。

参考文献

- [1] 郭毅,王磊,刘康伟,等. 机器人辅助与腹腔镜肝切除治疗肝脏肿瘤疗效与安全性的 Meta 分析[J]. 中国普通外科杂志,2022,31(1):8-21.
- [2] 国家癌症中心,国家肿瘤质控中心肝癌质控专家委员会. 中国肝癌规范诊疗质量控制指标(2022 版)[J/CD]. 肝癌电子杂志,2022,9(4):1-11.
- [3] MISE Y, HASEGAWA K, SATOU S, et al. How has virtual hepatectomy changed the practice of liver surgery? Experience of 1 194 virtual hepatectomy before liver resection and living donor liver transplantation[J]. Ann Surg, 2018, 268(1):127-133.
- [4] LIN Y J, HO C M. Is the rationale of anatomical liver resection for hepatocellular carcinoma universally adoptable? A hypothesis-driven review[J]. Medicina (Kaunas), 2021, 57(2):131.
- [5] ZHANG D, PAN Y, YANG Z, et al. A nomogram based on preoperative lab tests, BMI,

- ICG-R15, and EHBF for the prediction of post-hepatectomy liver failure in patients with hepatocellular carcinoma[J]. *J Clin Med*, 2022, 12(1):324.
- [6] 中国研究型医院学会肝胆胰外科专业委员会. 肝硬化患者肝切除术后肝功能不全的预防与治疗专家共识(2019 版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2019, 18(4):297-302.
- [7] PARIKH N D, PILLAI A. Recent advances in hepatocellular carcinoma treatment[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2021, 19(10):2020-2024.
- [8] PARADIS V, ZUCMAN-ROSSI J. Pathogenesis of primary liver carcinomas[J]. *J Hepatol*, 2023, 78(2):448-449.
- [9] 中华预防医学会肝胆胰疾病预防与控制专业委员会, 中国研究型医院学会肝病专业委员会, 中华医学会肝病学分会, 等. 原发性肝癌的分层筛查与监测指南(2020 版)[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2021, 27(1):12-29.
- [10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 原发性肝癌诊疗规范(2019 年版)[J]. *传染病信息*, 2020, 33(6):481-500.
- [11] 中华医学会肝病学分会. 肝硬化诊治指南[J]. *临床肝胆病杂志*, 2019, 35(11):2408-2425.
- [12] PALMIERI C, MACPHERSON I R. A review of the evidence base for utilizing Child-Pugh criteria for guiding dosing of anticancer drugs in patients with cancer and liver impairment[J]. *ESMO Open*, 2021, 6(3):100162.
- [13] KÖLLER A, GRZEGORZEWSKI J, TAUTENHAHN H M, et al. Prediction of survival after partial hepatectomy using a physiologically based pharmacokinetic model of indocyanine green liver function tests[J]. *Front Physiol*, 2021, 12:730418.
- [14] KOBAYASHI K, ULDRY E, KOKUDO T, et al. Correlation between portal pressure and indocyanine green retention rate is unaffected by the cause of cirrhosis: a prospective study[J]. *World J Surg*, 2021, 45(8):2546-2555.
- [15] 都泓莲, 李焯, 王波, 等. 吲哚菁绿清除试验联合总胆红素留存率对人工肝治疗 HBV 相关慢加急性肝衰竭患者短期预后的评估价值[J]. *临床肝胆病杂志*, 2023, 39(2):307-315.
- [16] LI M, WANG J, SONG J, et al. Preoperative ICG test to predict posthepatectomy liver failure and postoperative outcomes in hilar cholangio-carcinoma[J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021:8298737.
- [17] KANG H Y, SHIN H S. Is the mirroring technology reliable in the use of computer-aided design for orbital reconstruction? Three-dimensional analysis of asymmetry in the orbits[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 149(2):453-460.
- [18] SHENG W, YUAN C, WU L, et al. Clinical application of a three-dimensional reconstruction technique for complex liver cancer resection[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(5):3246-3253.
- [19] HOU J X, DENG Z, LIU Y Y, et al. A bibliometric analysis of the role of 3D technology in liver cancer resection[J]. *World J Surg*, 2023, 47(6):1548-1561.
- [20] 方驰华, 张鹏, 刘允怡, 等. 肝胆胰疾病数字智能化诊疗核心技术、体系构建及其应用[J]. *中华外科杂志*, 2019, 57(4):253-257.
- [21] 方驰华, 张鹏, 周伟平, 等. 三维可视化技术用于 1 665 例原发性肝癌精准诊治的多中心回顾性研究[J]. *中华外科杂志*, 2020, 58(5):375-382.
- [22] YANG C, LUO Y G, YANG H C, et al. Effects of early TACE refractoriness on survival in patients with hepatocellular carcinoma: a real-world study[J]. *J Hepatocell Carcinoma*, 2022, 9:621-631.
- [23] WANG Z, REN Z, CHEN Y, et al. Adjuvant transarterial chemoembolization for HBV-related hepatocellular carcinoma after resection: a randomized controlled study[J]. *Clin Cancer Res*, 2018, 24(9):2074-2081.
- [24] SHALIMAR, JAIN S, GAMANAGATTI S R, et al. Role of indocyanine green in predicting post-transarterial chemoembolization liver failure in hepatocellular carcinoma[J]. *J Clin Exp Hepatol*, 2018, 8(1):28-34.
- [25] TAKADA K, TOYODA H, TADA T, et al. Accurate and rapid identification of feeding arteries with multidetector-row angiography-assisted computed tomography for transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. *J Gastroenterol*, 2015, 50(12):1190-1196.

(收稿日期:2023-08-11 修回日期:2023-11-01)

(编辑:冯甜)