doi:10.11659/jjssx.03E022124

·临床研究·

吲哚菁绿引导下腹腔镜肝癌切除术的疗效及安全性研究

王学国,陆 路,黎东明,王太成,赵红岩,李 鹏 (海南医学院第二附属医院肝胆胰腺外科,海南 海口 570100)

[摘 要] **目的** 探讨吲哚菁绿(ICG)引导下腹腔镜肝癌切除术的疗效与安全性。**方法** 选择2017年2月至2021年6月于我院行腹腔镜下肝癌切除术的110例患者作为研究对象,其中2019年6月至2021年6月期间采用ICG引导下手术的47例患者纳入观察组,而2017年2月至2021年6月采用常规腹腔镜手术的63例患者纳入对照组。收集患者一般资料后进行倾向性评分匹配2组患者,比较2组患者的手术及住院资料、术后并发症发生情况、病理活检情况及术后6个月内随访情况。**结果** 观察组患者气腹时间、肝门阻断时间、引流管拔除时间、住院时间均短于对照组,而术中出血量少于对照组,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。观察组患者发现卫星结节占比及病灶数量高/多于对照组,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。2组术后住院期间均未出现死亡病例,观察组患者术后并发症总发生率低于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$),但各项并发症发生率单独比较差异无统计学意义($P>0.05$);2组随访期间均无患者死亡,2组患者复发率比较差异无统计学意义(*Log-rank* $\chi^2=1.820$, $P=0.177$)。**结论** ICG引导下腹腔镜肝癌切除术的疗效与安全性均较好。

[关键词] 腹腔镜;肝癌切除术;吲哚菁绿;倾向性评分匹配

[中图分类号] R735.7 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-03-29

Efficacy and safety of indocyanine green-guided laparoscopic hepatocellular carcinoma resection

WANG Xue-guo, LU Lu, LI Dong-ming, WANG Tai-cheng, ZHAO Hong-yan, LI Peng (Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Second Affiliated Hospital of Hainan Medical College, Haikou Hainan 570100, China)

Abstract: Objective To investigate the efficacy and safety of indocyanine green (ICG)-guided laparoscopic hepatocellular carcinoma resection. **Methods** A total of 110 patients who underwent laparoscopic hepatocellular carcinoma resection in our hospital from February 2017 to June 2021 were selected as the research subjects, of which 47 patients who underwent ICG-guided surgery from June 2019 and June 2021 were included in the observation group, and 63 patients who underwent conventional laparoscopic surgery from February 2017 to June 2021 were included in the control group. The general data of patients were collected, and the propensity score was used to match the two

[基金项目] 海南省卫生健康行业科研项目(19A200086)

[通信作者] 李 鹏,E-mail:lipeng512e@163.com

[18] Nonaka S, Saito Y. Endoscopic diagnosis of pharyngeal carcinoma by NBI [J]. Endoscopy, 2008, 40(4): 347-351. doi:10.1055/s-2007-995433.

[19] Nakayoshi T, Tajiri H, Matsuda K, et al. Magnifying endoscopy combined with narrow band imaging system for early gastric cancer: correlation of vascular pattern with histopathology (including video) [J]. Endoscopy, 2004, 36(12): 1080-1084. doi:10.1055/s-2004-825961.

[20] Wagner A, Zandanell S, Kiesslich T, et al. Systematic review on optical diagnosis of early gastrointestinal neoplasia [J]. J Clin Med, 2021, 10(13): 2794. doi:10.3390/jcm10132794.

[21] Rodríguez-Carrasco M, Esposito G, Libânio D, et al. Image-enhanced endoscopy for gastric preneoplastic conditions and neoplastic lesions: a systematic review and meta-analysis [J]. Endoscopy, 2020, 52(12): 1048-1065. doi:10.1055/a-1205-0570.

[22] Pimenta-Melo AR, Monteiro-Soares M, Libânio D, et al. Missing rate for gastric cancer during upper gastrointestinal endoscopy: a systematic review and meta-analysis [J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2016, 28(9): 1041-1049. doi:10.1097/MEG.0000000000000657.

[23] Goda K, Dobashi A, Yoshimura N, et al. Dual-focus versus conventional magnification endoscopy for the diagnosis of superficial squamous neoplasms in the pharynx and esophagus: a randomized trial [J]. Endoscopy, 2016, 48(4): 321-329. doi:10.1055/s-0035-1569644.

[24] Mokdad AA, Yopp AC, Polanco PM, et al. Adjuvant chemotherapy vs postoperative observation following preoperative chemoradiotherapy and resection in gastroesophageal cancer: a propensity score-matched analysis [J]. JAMA Oncol, 2018, 4(1): 31-38. doi:10.1001/jamaoncol.2017.2805.

[25] Ezoe Y, Muto M, Uedo N, et al. Magnifying narrow band imaging is more accurate than conventional white-light imaging in diagnosis of gastric mucosal cancer [J]. Gastroenterology, 2011, 141(6): 2017-2025. doi:10.1053/j.gastro.2011.08.007.

(编辑:贺绍梅)

groups of patients, and the operation and hospitalization data, postoperative complications, pathological biopsy and follow-up within 6 months after surgery were compared between the two groups. **Results** The pneumoperitoneum time, porta hepatectomy time, drainage tube removal time, and hospital stay in the observation group were shorter than those in the control group, and the intraoperative blood loss was less than that in the control group, with statistically significant differences ($P<0.05$). The proportion of satellite nodules and the number of lesions in the observation group were higher/more than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no death in the two groups during postoperative hospitalization. The total incidence of postoperative complications in the observation group was lower than that in the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$), but there was no statistically significant difference in the incidence of each complication alone ($P>0.05$). No patient died during the follow-up period in the two groups, and there was no statistically significant difference in the recurrence rate between the two groups (*Log-rank* $\chi^2=1.820$, $P=0.177$). **Conclusion** The efficacy and safety of ICG-guided laparoscopic hepatocellular carcinoma resection are good.

Keywords: laparoscopy; hepatocellular carcinoma resection; indocyanine green; propensity score matching

肝癌(hepatic carcinoma, HC)是目前发病率及病死率均位居前列的恶性肿瘤之一,而我国 HC 的发病率在全世界处于较高水平[1-2]。目前,早期 HC 患者通过手术治疗能获得较好的预后,但由于 HC 分化程度不一,且极易在肝内发生转移,故单纯的切除病灶可能导致漏切,最终引起疾病复发。在腔镜下操作,虽然损伤及术后恢复情况优于开腹手术,但由于机械臂灵敏度次于手工切除,故病灶切除的完整性可能相对较差,这也导致临床在手术方式选择上较为困难[3]。近年来,随着可视化技术的进步,研究显示吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)对于 HC 病灶具有较好的标记性,尤其是可清晰显示病灶边缘,使得腔镜手术完全切除病灶成为可能[4]。本研究在既往研究的基础上采用倾向性评分匹配方法进一步消除一般资料差异对手术结果的影响,同时对患者进行追踪随访,探讨 ICG 引导下进行腹腔镜肝癌切除术患者的疗效与安全性,以期为临床肝癌手术方式的选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择 2017 年 2 月至 2021 年 6 月于我院行腹腔镜下肝癌切除术的 110 例患者作为研究对象,其中 2019 年 6 月至 2021 年 6 月采用 ICG 引导下手术的 47 例患者纳入观察组,而 2017 年 2 月至 2021 年 6 月采用常规腹腔镜手术的 63 例患者纳入对照组。纳入标准:①符合《原发性肝癌诊疗规范(2017 年版)》中对于原发性肝癌的相关诊断,同时达到腹腔镜下手术相关标准[5];②年龄在 18 周岁以上。排除标准:①合并其他恶性肿瘤;②对 ICG 无法耐受;③存在肝外转移灶;④对于腹腔镜手术不耐受;⑤病历资料不全;⑥依从性较差,无法完成有效随访。本研究经我院医学伦理委员会审核通过(K20170120-106),患者及家属均知情同意。

1.2 方法

ICG 注射:参照《计算机辅助联合吲哚菁绿分子荧光影像技术在肝脏肿瘤诊断和手术导航中的应用指南(2019 版)》[6] 中相关标准,确定 ICG 给药时间及剂量。首先静脉注射 ICG(0.5 mg/kg),而后测定 ICG 15 min滞留率(ICG-R15),根据 ICG-R15 评估患者 ICG 给药时间:①ICG-R15 ≤7%,应在术前 5 d 注射 ICG(0.25 ~0.5 mg/kg);②ICG-R15 >7%,应在术前 6 d 注射 ICG(0.25 ~0.5 mg/kg)。肝染色分段:①正显示法,术中经目标肝段门静脉分支穿刺注射 ICG 0.1 mL(2.5 mg/mL);②负显示法,术中结扎目标肝段门静脉后由外周静脉注射 ICG 1.0 mL(2.5 mg/mL)。完成注射后根据影像学检查结果及术中可视化结果由主刀医生划定肝预切除线。

切除部位评估:观察组患者在手术开始前进行 ICG 引导并评估切除部位;对照组患者参照《复杂性肝脏肿瘤三维可视化精准诊治专家共识》[7] 中的常规方式,通过 CT 及 MRI 对病灶进行定位并评估切除部位。

手术方式:所有患者均参照文献[7]切除肝病灶,术中采用可视化技术及超声指导对肝预切除段进行定位并切除。

1.3 观察指标及评估标准

1.3.1 术后随访 所有患者均于术后出院开始随访,每周进行电话随访,每个月要求患者到院复查 1 次肝功能、肝彩超,每 3 个月进行上腹部 CT 平扫,明确患者恢复情况。随访 6 个月后,统计患者病死率及复发率。

1.3.2 复发标准 术后随访 6 个月,随访期间通过相关检查在排除肝转移肿瘤的基础上,肝再次出现恶性肿瘤病灶。

1.3.3 一般资料 包括年龄、性别、BMI、乙型肝炎病毒 DNA 检测阳性、Child 分级、TNM 分期。

1.3.4 手术及住院资料 包括手术方式、气腹时间、肝门阻断时间、术中出血量、输血液制品、引流管拔除时间、住院时间。

1.3.5 术后病理活检情况 主要统计切除病灶病理活检情况、分化程度。

1.3.6 术后并发症发生情况 包括死亡情况、感染性疾病(包括肺部感染、切口感染、腹腔感染、胆道感染)、腹水、胆漏、肝衰竭。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件对研究结果进行分析,对比基线情况,计数资料以率(%)表示,组间差异比较采用χ^2检验,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;复发率采用 *Kaplan-Meier* 曲线进行分析,采用 *Log-rank* χ^2检验;倾向性评分匹配过程利用倾向性评分匹配扩展程序进行:以分组情况为因变量,各协变量为自变量,通过 *Logistic* 回归分析估计倾向性评分值,采用 1∶1邻近匹配法进行匹配,通过卡钳值为0.02保证匹配结果的优良性,然后比较组间协变量的标准差异在匹配前后的改变,匹配后的标准差异越接近于0,匹配结果越满意,当标准差异绝对值小于 0.1 时,则认为组间变量的均衡性较好。$P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者匹配前基线资料比较

匹配前对照组患者 BMI 低于观察组,差异具有统计学意义($P<0.05$),其余指标比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 2 组患者匹配前基线资料比较

项目		观察组 ($n=47$)	对照组 ($n=63$)	t/χ^2	P
年龄/岁		56.79 ± 8.23	58.17 ± 9.64	0.808	0.421
性别/例(%)	男	31(65.96)	37(58.73)	0.595	0.441
	女	16(34.04)	26(41.27)		
BMI/(kg·m^{-2})		21.49 ± 2.47	20.53 ± 2.09	2.151	0.034
乙型肝炎病毒 DNA 检测阳性/例(%)		19(40.43)	31(49.21)	0.837	0.361
Child 分级/例(%)	A 级	27(57.45)	29(46.03)	1.403	0.236
	B 级	20(42.55)	34(53.97)		
TNM 分期/例(%)	Ⅰ期	1(2.13)	7(11.11)	3.325	0.189
	Ⅱ期	24(51.06)	31(49.21)		
	Ⅲ期	22(46.81)	25(39.68)		

2.2 2 组患者匹配后基线资料比较

2 组患者经过倾向性评分匹配后共 41 例患者配对成功,2 组间的协变量经匹配后均达到平衡,经倾向性评分匹配各协变量的均衡性得到了明显提高($P>0.05$),且样本符合正态分布($P>0.05$),见表 2。

表 2 2 组患者匹配后基线资料比较($n=41$)

项目		观察组	对照组	t/χ^2	P
年龄/岁		56.97 ± 8.54	57.35 ± 9.04	0.195	0.845
性别/例(%)	男	29(70.73)	27(65.85)	0.225	0.635
	女	12(29.27)	14(34.15)		
BMI/(kg·m^{-2})		21.03 ± 2.17	20.98 ± 1.93	0.112	0.912
乙型肝炎病毒 DNA 检测阳性/例(%)		17(41.46)	21(51.22)	0.784	0.375
Child 分级/例(%)	A 级	24(58.54)	26(63.41)	0.205	0.651
	B 级	17(41.46)	15(36.59)		
TNM 分期/例(%)	Ⅰ期	0(0)	1(2.44)	1.139	0.565
	Ⅱ期	23(56.1)	24(58.54)		
	Ⅲ期	18(43.9)	16(39.02)		

2.3 2 组患者手术及住院资料比较

观察组患者气腹时间、肝门阻断时间、引流管拔除时间、住院时间均短于对照组,而术中出血量少于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$);2 组患者手术方式及输血液制品率比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

表 3 2 组患者手术及住院资料比较($n=41$)

项目		观察组	对照组	t/χ^2	P
手术方式/例(%)	肝叶切除	13(31.71)	17(41.46)	1.265	0.531
	肝段切除	26(63.41)	21(51.22)		
	局部切除	2(4.88)	3(7.32)		
气腹时间/min		149.23 ± 27.04	165.78 ± 34.12	2.434	0.017
肝门阻断时间/min		47.63 ± 6.57	51.09 ± 7.32	2.252	0.027
术中出血量/mL		257.39 ± 21.07	272.54 ± 33.69	2.441	0.017
输血液制品/例(%)		3(7.32)	5(12.20)	0.554	0.456
引流管拔除时间/d		5.31 ± 1.04	6.08 ± 1.37	2.866	0.005
住院时间/d		12.09 ± 1.78	12.88 ± 1.62	2.102	0.038

2.4 2 组患者术后病理活检情况

观察组患者发现卫星结节占比及病灶数量高/多于对照组,差异均具有统计学意义($P<0.05$);2 组患者其他术后病理活检指标比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 4。

表 4 2 组患者术后病理活检情况($n=41$)

项目		观察组	对照组	t/χ^2	P
分化程度/例(%)	高	13(31.71)	10(24.40)	1.807	0.405
	中	21(51.22)	19(46.34)		
	低	7(17.07)	12(29.27)		
大体分型/例(%)	肝细胞癌	32(78.05)	34(82.93)	0.311	0.577
	肝内胆管癌	9(21.95)	7(17.07)		
合并癌栓/例(%)		3(7.32)	2(4.88)	0.213	0.644
发现卫星结节/例(%)		21(51.22)	11(26.83)	7.569	0.005
发现悬浮癌细胞/例(%)		6(14.63)	9(21.95)	0.734	0.391
病灶数量/个		3.14 ± 1.09	2.57 ± 0.83	2.664	0.009
病灶最大长径/cm		4.97 ± 1.12	5.14 ± 1.09	0.696	0.488

2.5 2 组患者术后并发症发生情况

2 组术后住院期间均未出现死亡病例,观察组患者术后并发症总发生率低于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$),但各项并发症发生率单独比较差异

均无统计学意义($P>0.05$),见表5。

表5 2组患者术后并发症发生情况[$n=41$,例(%)]

组别	感染性疾病	腹水	胆漏	肝衰竭	总发生
观察组	5(12.20)	2(4.88)	1(2.44)	2(4.88)	10(24.40)
对照组	6(14.63)	4(9.76)	4(9.76)	5(12.20)	19(46.35)
χ^2	0.105	0.719	1.916	1.405	4.321
P	0.745	0.396	0.166	0.235	0.037

2.6 2组患者随访期间病死率及复发率比较

随访至2021年12月31日,2组共计7例患者失访,其中观察组3例,对照组4例,随访完成率91.46%;随访期间无患者死亡,观察组共计4例(10.53%)患者复发,对照组共计10例(27.03%)患者复发。*Kaplan-Meier* 曲线分析结果显示,2组患者复发率比较差异无统计学意义(*Log-rank* $\chi^2=1.820$,$P=0.177$),见图1。

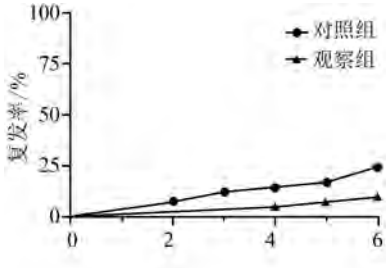


图1 2组患者随访期间复发率

3 讨论

解剖性肝切除在清除HC病灶、避免复发的同时,还能避免非解剖性肝切除引起的异常肝增生导致的并发症,对于患者长期生存及预后均具有较好的作用[8]。但对于此类术式,明确的肝叶及肝段分界是提升手术效果、避免术中出血的重要手段,传统的甲基蓝或靛蓝胭脂红染料通过中段门静脉蒂诱导缺血分界线来区分肝段的方法已经被证实对于肝囊内的染色和缺血分界难以识别,导致分界存在明显误差,同时上述染色剂对于病灶标识作用有限,还有漏切的可能性[9-10]。近年来对于肝段切除的研究较多,在相关研究中通过PET-CT、MRI等影像学方式确定病灶较为常见[11],但此种方式花费较高,且对于微小病灶的检出率依赖于设备精确度,故广泛开展尚存在一定局限性[12]。既往研究指出,正常肝细胞对于ICG具有较好的代谢作用,而肿瘤细胞、异质细胞等会发生局部代谢异常,导致ICG无法正常代谢而滞留病灶组织,从而可有效地标记病灶[13]。笔者在对比国内外关于ICG引导下腹腔镜肝癌切除术的研究发现,由于HC患病率不高,且腹腔镜手术对于肿瘤分期要求较高,导致采用随机分组的方法开展研究难度较大,而采用定向分组的方案又容易导致结果受到不同组别之间混杂变量的影响,导致系统性的偏差增大,影响实验结果的准确性[14]。倾向性匹配评分可以将非实验数据或观测数据进行干预效应分析,有效降低非实验数据对研究结果的干扰,从理论上更加接近随机分组实验结果,有效地避免了系统性偏差的产生。

本研究结果显示,与对照组比较,观察组患者术中出血量较少,引流管拔除时间较早,这主要与ICG能减少手术导致的肝损伤有关,明确的区分界线是腔镜下手术切除的重要参考目标,观察组患者在术中结扎目标段血管后注射ICG可明确显示目标节段,可在手术操作过程中有效避免误切其他节段,同时血液阻断后使用ICG还能有效区分节段之间的连接血管,这对于术中结扎血管并预防术中出血具有较好的作用[15-16]。还有研究指出,对于腔镜下肝节段切除的患者,肝发生缺血/再灌注损伤的概率随着肝门阻断时间的延长而升高[17]。Tripke等[18]的研究指出,腹腔镜手术建立气腹易导致腹腔压力升高,对胸腔的压迫加剧,导致术后肺不张、心功能异常的发生率升高。本研究结果显示,观察组患者气腹时间、肝门阻断时间均短于对照组,气腹时间、肝门阻断时间是腔镜手术中患者手术损伤的主要影响因素,气腹时间、肝门阻断时间缩短有助于减少患者术中损伤及机体应激反应的发生,从而促进患者术后恢复,减轻手术损伤。本研究中患者住院时间明显缩短,分析原因可能为明确的区分界线利于缩短主刀医师分辨目标节段与保留节段组织的时间。同时更短的住院时间意味着术后康复时间提前,这样对于患者术后恢复以及机体功能的恢复都具有积极意义。

本研究中,观察组患者术后病理检查中病灶数量、卫星结节占比明显多/高于对照组。ICG存在于外周静脉时,能够与高、低密度脂蛋白中的磷脂亲水端相结合形成复合物,而此复合物只能通过主动转运穿过细胞膜蛋白进入细胞,而人体内具有此功能的仅为正常的肝细胞,故对于区分正常肝细胞及肿瘤细胞特异性较好[19-20]。由此认为,ICG引导下的手术患者并发症发生率低于常规腹腔镜手术患者,且肝损伤较小。

本研究结果显示,2组患者随访6个月的复发率比较差异无统计学意义,分析原因可能为:①本研究样本量较小,导致研究结果存在一定偏倚,不能有效反映数据之间的差异;②随访时间较短,且术后短期内复发率较低,故不能体现二者预后之间的明显差异,在今后

的研究中会改进上述问题,进一步完善对 ICG 引导下腹腔镜手术的效果评价。

综上,ICG 引导下腹腔镜肝癌切除术的疗效与安全性均较好。

[参考文献]

[1] Llovet JM,Kelley RK,Villanueva A,et al. Hepatocellular carcinoma[J]. Nat Rev Dis Primers,2021,7(1):6. doi:10.1038/s41572-020-00240-3.

[2] Zhou M,Wang H,Zeng X,et al. Mortality,morbidity,and risk factors in China and its provinces,1990-2017:a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet,2019,394(10204):1145-1158. doi:10.1016/S0140-6736(19)30427-1.

[3] Yoshida H,Taniai N,Yoshioka M,et al. Current status of laparoscopic hepatectomy[J]. J Nippon Med Sch,2019,86(4):201-206. doi:10.1272/jnms.JNMS.2019_86-411.

[4] Liu Y,Wang Q,Du B,et al. Meta-analysis of indocyanine green fluorescence imaging-guided laparoscopic hepatectomy[J]. Photodiagnosis Photodyn Ther,2021,35:102354. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102354.

[5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 原发性肝癌诊疗规范(2017 年版)[J]. 临床肝胆病杂志,2017,33(8):1419-1431. doi:10.3969/j.issn.1001-5256.2017.08.003.

[6] 中华医学会数字医学分会,中国研究型医院学会数字智能化专业委员会,中国医师协会肝癌专业委员会,等. 计算机辅助联合吲哚菁绿分子荧光影像技术在肝脏肿瘤诊断和手术导航中的应用指南(2019 版)[J]. 南方医科大学学报,2019,39(10):1127-1140. doi:10.12122/j.issn.1673-4254.2019.10.01.

[7] 中华医学会数字医学分会,中国研究型医院学会数字医学临床外科专业委员会. 复杂性肝脏肿瘤三维可视化精准诊治专家共识[J]. 中国实用外科杂志,2017,37(1):53-59. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2017.01.18.

[8] Lin YJ,Ho CM. Is the rationale of anatomical liver resection for hepatocellular carcinoma universally adoptable? A hypothesis-driven review[J]. Medicina (Kaunas),2021,57(2):131. doi:10.3390/medicina57020131.

[9] Xu Y,Chen M,Meng X,et al. Laparoscopic anatomical liver resection guided by real-time indocyanine green fluorescence imaging:experience and lessons learned from the initial series in a single center[J]. Surg Endosc,2020,34(10):4683-4691. doi:10.1007/s00464-020-07691-5.

[10] Yamamoto M,Katagiri S,Ariizumi S,et al. Tips for anatomical hepatectomy for hepatocellular carcinoma by the Glissonean pedicle approach (with videos)[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci,2014,21(8):E53-56. doi:10.1002/jhbp.117.

[11] 中华医学会数字医学分会,中国医师协会肝癌专业委员会,中国医师协会精准医学专业委员会,等. 原发性肝癌三维可视化技术操作及诊疗规范(2020 版)[J]. 中华消化外科杂志,2020,19(9):897-918. doi:10.3760/cma.j.cn115610-20200720-00499.

[12] Guo W,Pang Y,Yao L,et al. Imaging fibroblast activation protein in liver cancer:a single-center post hoc retrospective analysis to compare [^{68}Ga]Ga-FAPI-04 PET/CT versus MRI and [^{18}F]-FDG PET/CT[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging,2021,48(5):1604-1617. doi:10.1007/s00259-020-05095-0.

[13] Wakabayashi T,Ouhmich F,Gonzalez-Cabrera C,et al. Radiomics in hepatocellular carcinoma:a quantitative review[J]. Hepatol Int,2019,13(5):546-559. doi:10.1007/s12072-019-09973-0.

[14] 谢国伟,李嘉鑫,吴 泓. 吲哚氰绿荧光显像导航技术在复发性肝癌腹腔镜再次肝切除中的应用[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志,2020,9(2):153-157. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2020.02.013.

[15] Liu Y,Wang Q,Du B,et al. Meta-analysis of indocyanine green fluorescence imaging-guided laparoscopic hepatectomy[J]. Photodiagnosis Photodyn Ther,2021,35:102354. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102354.

[16] Lu H,Gu J,Qian XF,et al. Indocyanine green fluorescence navigation in laparoscopic hepatectomy:a retrospective single-center study of 120 cases[J]. Surg Today,2021,51(5):695-702. doi:10.1007/s00595-020-02163-8.

[17] 皮志恢. 吲哚氰绿荧光染色联合术中超声在腹腔镜肝癌切除术中的应用[D]. 江西:南昌大学,2021.

[18] Tripke V,Huber T,Mittler J,et al. Prediction of complexity and complications of laparoscopic liver surgery:the comparison of the Halls-score to the IWATE-score in 100 consecutive laparoscopic liver resections[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci,2020,27(7):380-387. doi:10.1002/jhbp.731.

[19] 中华医学会数字医学分会,中国医师协会肝癌专业委员会,中国医师协会精准医学专业委员会,等. 吲哚菁绿分子荧光影像技术诊断原发性肝癌与术中导航操作诊疗规范(2021 版)[J]. 中国实用外科杂志,2021,41(9):1002-1013. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2021.09.04.

[20] Reinhart MB,Huntington CR,Blair LJ,et al. Indocyanine green:historical context,current applications,and future considerations[J]. Surg Innov,2016,23(2):166-175. doi:10.1177/1553350615604053.

(编辑:贺绍梅)