

DOI: 10.12235/E20250260

文章编号: 1007-1989 (2026) 03-0072-12

论著

## 吲哚菁绿荧光引导腹腔镜胆囊切除术治疗急性胆囊炎 的临床疗效及其术后并发症相关因素分析

赵斌<sup>1</sup>, 陈敬龙<sup>1</sup>, 张立涛<sup>1</sup>, 敖冬歌<sup>2</sup>

(赤峰学院附属医院 1. 普外一科; 2. 乳腺外科, 内蒙古 赤峰 024000)

**摘要:** **目的** 探究吲哚菁绿 (ICG) 荧光引导腹腔镜胆囊切除术 (LC) 治疗急性胆囊炎的临床疗效, 并分析发生术后并发症的相关因素。**方法** 回顾性分析2020年9月—2024年9月于该院行LC治疗的279例急性胆囊炎患者的临床资料。其中, 行ICG荧光引导LC的179例患者为荧光组 [按术前注射剂量和时间分为: A组 (47例, 15 min, 2.5 mg)、B组 (45例, 30 min, 2.5 mg)、C组 (48例, 30 min, 5.0 mg) 和D组 (39例, 60 min 5.0 mg), 观察4组术中荧光显影情况], 同期行常规LC的100例患者为白光组。比较荧光组和白光组患者围术期指标、肝功能及术后3个月并发症的发生情况; 采用多因素Logistic回归模型, 分析急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的危险因素, 并构建决策树模型。**结果** A组肝脏荧光强度高于B组、C组和D组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); B组的胆囊管与肝脏荧光强度对比值高于A组、C组和D组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。荧光组的完全解剖胆囊三角时间、手术时间和术后住院时间明显短于白光组, 术中出血量少于白光组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。多因素Logistic回归分析显示, 体重指数 ( $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ) ( $OR = 3.534$ ,  $95\%CI: 1.057 \sim 11.811$ )、发作至手术时间  $\geq 72 \text{ h}$  ( $OR = 3.208$ ,  $95\%CI: 1.227 \sim 8.390$ )、有三角解剖变异 ( $OR = 2.870$ ,  $95\%CI: 1.085 \sim 7.590$ )、胆囊壁厚度  $\geq 5 \text{ mm}$  ( $OR = 2.957$ ,  $95\%CI: 1.147 \sim 7.625$ ) 和美国麻醉医师协会 (ASA) 分级为Ⅲ级~Ⅳ级 ( $OR = 3.179$ ,  $95\%CI: 1.245 \sim 8.118$ ), 均为急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的独立危险因素 ( $P < 0.05$ ), 医师熟练程度  $\geq 5$  年 ( $OR = 0.280$ ,  $95\%CI: 0.081 \sim 0.970$ ) 是急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的保护因素 ( $P < 0.05$ )。决策树模型显示, 医师熟练程度是最重要的预测因子, 模型的分类准确率为91.40%。**结论** 急性胆囊炎患者术前30 min注射2.5 mg的ICG, 可获得最佳术中荧光显影。对于行LC治疗的急性胆囊炎患者, ICG荧光引导LC, 安全有效, 可缩短手术时间, 减少出血, 加快康复。 $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$ 、发作至手术时间  $\geq 72 \text{ h}$ 、三角解剖变异、胆囊壁厚度  $\geq 5 \text{ mm}$  和ASA分级为Ⅲ级~Ⅳ级, 是急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的独立危险因素, 医师熟练程度  $\geq 5$  年是保护因素, 术前应充分评估, 以降低术后发生并发症的风险。

**关键词:** 吲哚菁绿 (ICG); 腹腔镜胆囊切除术 (LC); 急性胆囊炎; 术后并发症; 相关因素

**中图分类号:** R657.41; R619

### Analysis of the therapeutic effect and postoperative complications related factors of indocyanine green fluorescence guided laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis

Zhao Bin<sup>1</sup>, Chen Jinglong<sup>1</sup>, Zhang Litao<sup>1</sup>, Ao Dongge<sup>2</sup>

(1. Department of General Surgery I; 2. Department of Breast Surgery, the Affiliated Hospital of Chifeng University, Chifeng, Inner Mongolia 024000, China)

收稿日期: 2025-05-08

[通信作者] 敖冬歌, E-mail: 64024149@qq.com; Tel: 15149062696

**Abstract: Objective** To investigate the clinical efficacy of indocyanine green (ICG) fluorescence-guided laparoscopic cholecystectomy (LC) for acute cholecystitis (AC) and analyze factors associated with postoperative complications (PCs). **Methods** A retrospective analysis was conducted on 279 AC patients who underwent LC (September 2020 to September 2024). Among them, 179 underwent ICG fluorescence-guided LC (fluorescence group) and were subdivided by injection timing/dose: group A (47 cases, 15 min, 2.5 mg), group B (45 cases, 30 min, 2.5 mg), group C (48 cases, 30 min, 5.0 mg), and group D (39 cases, 60 min, 5.0 mg) to assess biliary visualization. Concurrently, 100 patients underwent conventional LC (white light group). Perioperative indicators, liver function, and 3-month PCs were compared. Multivariate Logistic regression and a decision tree model identified risk factors for PCs. **Results** Liver fluorescence intensity was highest in group A ( $P < 0.05$ ). The cystic duct-to-liver fluorescence contrast ratio was highest in group B ( $P < 0.05$ ). The fluorescence group showed shorter Calot triangle dissection time, operative time, postoperative hospital stay, and less intraoperative blood than the white light group (all  $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression identified independent risk factors for PCs: body mass index (BMI)  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> ( $OR = 3.534$ , 95%CI: 1.057 ~ 11.811), onset-to-surgery time  $\geq 72$  h ( $OR = 3.208$ , 95%CI: 1.227 ~ 8.390), anatomical variation of Calot's triangle ( $OR = 2.870$ , 95%CI: 1.085 ~ 7.590), gallbladder wall thickness  $\geq 5$  mm ( $OR = 2.957$ , 95%CI: 1.147 ~ 7.625), and American Society of Anesthesiologists (ASA) grade III ~ IV ( $OR = 3.179$ , 95%CI: 1.245 ~ 8.118) (all  $P < 0.05$ ). Surgeon experience  $\geq 5$  years was a protective factor ( $OR = 0.280$ , 95%CI: 0.081 ~ 0.970,  $P < 0.05$ ). The decision tree model (accuracy 91.40%) identified surgeon experience as the most important predictor. **Conclusion** Preoperative ICG injection (2.5 mg, 30 min) provides optimal fluorescence imaging. ICG-guided LC is safe and effective for AC, reducing operative time, blood loss, and hospital stay. Independent risk factors for PCs include BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>, onset-to-surgery time  $\geq 72$  h, anatomical variation of Calot's triangle, gallbladder wall thickness  $\geq 5$  mm, and high ASA grade III ~ IV; Surgeon experience  $\geq 5$  years is protective. Preoperative thorough evaluation is essential to reduce the risk of postoperative complications.

**Keywords:** indocyanine green (ICG); laparoscopic cholecystectomy (LC); acute cholecystitis; postoperative complications; relevant factor

急性胆囊炎是一种常见的胆道系统疾病, 发病率占急腹症的3.0%~10.0%<sup>[1-2]</sup>。其多由胆囊管梗阻和细菌感染引起, 临床表现为: 右上腹疼痛、发热和恶心呕吐等。腹腔镜胆囊切除术(laparoscopic cholecystectomy, LC)是治疗急性胆囊炎的金标准, 其具有创伤小和恢复快等优势。由于急性胆囊炎患者多伴随胆囊管结石和胆道解剖变异等, 可致胆囊周围粘连严重, 解剖层次模糊。此时, LC操作难度增加, 术中胆道损伤率亦随之增高<sup>[3]</sup>, 且术后可能会出现胆漏和切口感染等并发症, 严重时, 甚至危及患者生命<sup>[4]</sup>。故在不增加手术难度的前提下, 提升该类手术的安全性, 至关重要。吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)可由静脉注射, 经肝脏排泄进入胆汁, 与胆汁中黏蛋白成分结合, 在近红外光激发下发射荧光, 实时显影肝外胆道结构, 已被广泛应用于肝胆外科手术中<sup>[5]</sup>。有研究<sup>[6]</sup>显示, ICG的给药方案存在较大差异。目前, 临床对于ICG在胆囊切除术中的最佳注射时

间、剂量和浓度尚未形成共识。基于此, 本研究比较了ICG荧光引导LC与常规LC治疗急性胆囊炎的临床疗效, 评估不同ICG给药方案的胆道显影情况, 并分析发生术后并发症的影响因素, 以进一步验证该技术在LC中的应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2020年9月—2024年9月于本院行LC治疗的279例急性胆囊炎患者的临床资料。179例行ICG荧光引导LC治疗的急性胆囊炎患者为荧光组。其中, 男111例, 女68例; 年龄33~78岁, 中位年龄51.0(43.0, 61.0)岁。同期行常规LC治疗的100例急性胆囊炎患者为白光组。其中, 男59例, 女41例; 年龄33~78岁, 中位年龄53.0(40.0, 60.8)岁。两组患者一般资料比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。见表1。

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	性别/例		年龄/岁
	男	女	
荧光组 (n = 179)	111	68	51.0(43.0,61.0)
白光组 (n = 100)	59	41	53.0(40.0,60.8)
Z/ $\chi^2$ 值	0.24		0.41 <sup>†</sup>
P 值	0.621		0.682

注: <sup>†</sup>为 Z 值。

纳入标准: 符合《急性胆道系统感染的诊断和治疗指南 (2021 版)》<sup>[7]</sup>中急性胆囊炎诊断标准; 经临床症状、实验室指标和影像学检查确诊; 可耐受全身麻醉和腹腔镜手术; 病例临床资料完整; 患者及家属均签署知情同意书。排除标准: 对 ICG 或碘过敏者; 首次就诊时症状持续超过 7 d 者; 合并胆总管结石或胆道梗阻者; 有胆囊恶性病变者; Child-Pugh 为 C 级者; 入住重症监护病房者。

## 1.2 方法

**1.2.1 术前准备** 术前禁食 8 h、禁饮 4 h, 完善术前相关检查, 行全身麻醉和气管插管, 常规 0.5% 碘伏腹部消毒后铺巾, 患者取头高足低左倾卧位各 30°。使用灭菌注射用水将 25 mg ICG (生产厂家: 丹东医创药业有限责任公司, 批准文号: 国药准字 H20055881) 稀释成 2.5 mg/mL 备用, 所有患者于 ICG 注射前 30 min 完成皮试, 确认无过敏后, 由巡回护士由肘正中静脉注射 ICG, 按照术前注射剂量和时间不同, 将其分为 A 组 (47 例, 15 min, 2.5 mg)、B 组 (45 例, 30 min, 2.5 mg)、C 组 (48 例, 30 min,

5.0 mg) 和 D 组 (39 例, 60 min, 5.0 mg)。

**1.2.2 荧光组** 于患者脐上缘约 10 mm 做一切口, 建立 CO<sub>2</sub> 气腹, 压力控制在 14 mmHg。经该切口穿刺置入 10 mm Trocar, 随后, 置入调整好的荧光腹腔镜, 术中, 在腹腔镜近红外荧光成像系统 (生产厂家: 广东欧谱曼迪科技股份有限公司, 注册证编号: 粤械注准 20182220144) 导航下行 LC。使用白光模式探查腹腔后, 在距离胆囊约 5 cm 处, 使腹腔镜与胆囊三角垂直, 对胆囊管、胆总管及肝总管荧光显像情况进行视频录制。术后, 在视频中截取 ICG 注射后 15 和 30 min 的图像, 随机选取胆囊管和肝脏图像中的关键点, 使用 Image J 软件测定关键点的荧光信号强度两次, 取均值, 并计算荧光强度对比值, 评估术中显影情况。分别于剑突下和右肋缘下置入 10 和 5 mm 的 Trocar, 采用“三孔法”进腹, 接着置入操作器械, 若术中操作困难, 可采用“四孔法”或中转开腹。探查腹腔粘连、胆囊炎症和其他腹腔脏器病变情况。用分离钳和吸引器, 钝性分离胆囊周围粘连, 观察并记录完全解剖胆囊三角时间。采用荧光模式与白光模式相结合的方式, 用弹簧钳抓持胆囊壶腹, 提起胆囊, 充分展开胆囊三角区后, 在荧光导航辅助下, 辨别三管解剖关系及胆囊动脉走行。然后, 采用 Hem-o-lok 血管夹, 夹闭胆囊动脉, 在松弛状态下, 夹闭分离胆囊管, 再利用电凝钩, 逐步剥离胆囊, 完整剥离后, 用电凝止血。用荧光模式探查胆囊是否破溃, 白光模式探查术中出血量, 根据情况选择是否放置引流管, 确认无误后, 拔除 Trocar, 排空气腹, 缝合穿刺孔。见图 1。

**1.2.3 白光组** 除术中无荧光导航辅助外, 手术过程和注意事项均同荧光组。



A 和 B: 荧光模式下胆囊管、肝总管和胆总管的走行可清晰显示, 黑色三角为胆囊三角 (黑色箭头为胆囊管, 蓝色箭头为肝总管); C: 白光模式下胆囊管、肝总管和胆总管走行清晰度一般 (红色箭头为胆总管)。

图 1 荧光模式和白光模式下解剖胆囊三角视野对比

Fig.1 Comparison of visual field of anatomic gallbladder triangle under fluorescent mode and white light mode

### 1.3 观察指标

**1.3.1 荧光显影相关情况** 术中记录荧光组胆总管、胆总管和肝总管的荧光显影情况,记录胆总管和肝脏荧光强度,并计算对比值 $=[(\text{胆总管荧光强度}-\text{肝脏荧光强度})/255]$ 。其中,显影成功为目标胆管荧光清晰或能够显影,可以协助完成关键目标结构的识别、鉴别和引导,达到手术目的;显影失败为术中目标胆管荧光过强或过弱,或未能实现荧光,与重要目标结构无对比度,无法达到手术目的。

**1.3.2 围手术期相关指标** 比较荧光组和白光组围手术期相关指标,包括:完全解剖胆囊三角时间、手术时间、术中中转开腹率、术中损伤情况(肝总管损伤、胆总管损伤和结石残留)、术中出血量和术后住院时间。

**1.3.3 肝功能指标** 观察患者术前和术后第1天肝功能指标[丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(aspartate transferase, AST)、 $\gamma$ -谷氨酰转移酶(gamma glutamyltransferase, GGT)和总胆红素(total bilirubin, TBiL)]变化情况。

**1.3.4 并发症** 术后随访3个月,记录随访期间荧光组和白光组并发症发生率,包括:胆漏、胆漏后继发切口感染、切口感染、腹腔积液和术后出血。

**1.3.5 临床特征** 根据荧光组和白光组术后并发症的发生情况,将患者分为:并发症组和无并发症组,并收集患者的临床资料。包括:一般资料[性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、医师熟练程度和发作至手术时间]、既往史(高血压、糖尿病、上腹部手术史和胆囊炎)、超声检查指标[胆囊萎缩、胆囊结石、三角解剖变异、胆囊与周围脏器粘连和胆囊壁厚度]、病情评估[美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、TG18/TG13分级和肝功能分级(Child-Pugh分级)]和实验室指标[白细胞(white blood cell, WBC)、白蛋白(albumin, ALB)、中性粒细胞和淋巴细胞]。

### 1.4 统计学方法

选用SPSS 26.0统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,两组间比较采用独立样本 $t$ 检验;不符合正态分布的计量

资料以中位数(四分位数) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,两组间比较采用Wilcoxon秩和检验,多组间比较采用Kruskal-Wallis  $H$ 检验,进一步两两比较采用Bonferroni校正后的Dunn检验;计数资料以例或百分率(%)表示,比较采用 $\chi^2$ 检验或Fisher确切概率法;采用多因素Logistic回归模型,分析急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的影响因素;构建决策树模型,采用 $\chi^2$ 自动交互检验(CHAID)算法,使用10倍交叉验证,设置父节点和子节点中最小标本数,分别为7和3; $\alpha=0.05$ (双侧), $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 荧光显影相关情况比较

B组胆总管显影率和肝总管显影率明显高于A组、C组和D组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );4组胆总管显影率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );A组肝脏荧光强度明显高于B组、C组和D组,差异有统计学意义( $P<0.05$ );B组胆总管与肝脏荧光强度对比值明显高于A组、C组和D组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表2和图2。

### 2.2 荧光组与白光组围手术期相关指标比较

荧光组完全解剖胆囊三角时间、手术时间和术后住院时间明显短于白光组,术中出血量明显少于白光组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );荧光组与白光组术中中转开腹率、术中肝总管损伤率、胆总管损伤率和结石残留率比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表3。

### 2.3 荧光组与白光组手术前后肝功能指标比较

荧光组与白光组手术前后ALT水平、AST水平、GGT水平、TBiL水平及差值比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表4。

### 2.4 荧光组与白光组术后并发症比较

术后3个月,荧光组并发症总发生率为6.70%(12/179),与白光组的并发症总发生率13.00%(13/100)比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表5。

### 2.5 影响急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的独立危险因素

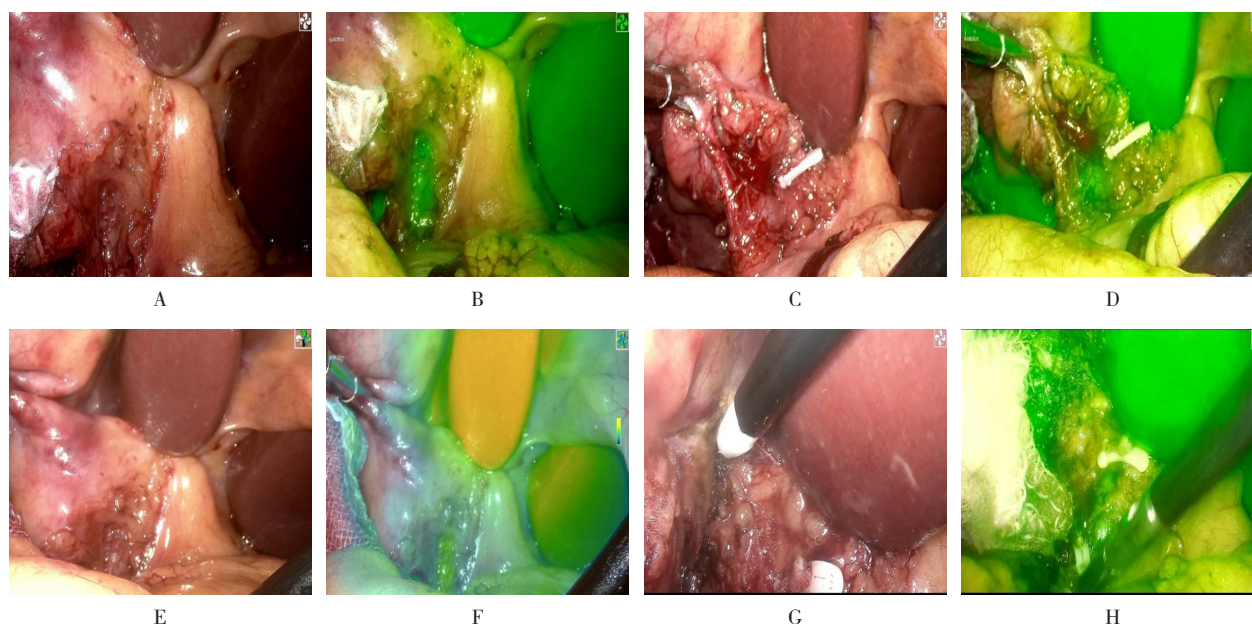
**2.5.1 单因素分析** 并发症组与无并发症组性别、高血压、糖尿病、上腹部手术史、胆囊炎、胆囊萎

表 2 4 组患者荧光显影相关情况比较

Table 2 Comparison of fluorescence development-related situations in four groups

组别	术中显影率 例(%)			肝脏荧光强度/AU	胆囊管与肝脏荧光强度对比值
	胆囊管	胆总管	肝总管		
A组(n=47)	37(78.72)	38(80.85)	40(85.11)	415.520(383.630,436.370)	0.220(-0.150,0.504)
B组(n=45)	42(93.33)	45(100.00)	45(100.00)	247.310(238.030,260.910)	0.638(0.438,0.790)
C组(n=48)	43(89.58)	43(89.58)	43(89.58)	385.229(362.393,401.526)	0.395(0.209,0.546)
D组(n=39)	36(92.31)	38(97.44)	37(94.87)	230.312(222.071,246.115)	0.445(0.154,0.606)
$\chi^2/H$ 值	5.94	13.19	7.92	140.76 <sup>†</sup>	29.59 <sup>†</sup>
P值	0.114	0.004	0.048	0.000	0.000

注: †为H值。



A和B: A组(术前15 min, 2.5 mg)荧光显影情况, 肝脏荧光强度高, 胆囊管与肝脏对比度较低; C和D: B组(术前30 min, 2.5 mg)荧光显影情况, 胆囊管、胆总管、肝总管显影清晰, 胆囊管与肝脏荧光对比度最佳; E和F: C组(术前30 min, 5.0 mg)荧光显影情况, 胆道显影较清晰, 但肝脏背景荧光较强; G和H: D组(术前60 min, 5.0 mg)荧光显影情况, 胆道显影尚可, 肝脏荧光强度较低, 对比度一般。

图 2 荧光显影情况

Fig. 2 Fluorescent imaging results

表 3 荧光组与白光组围手术期相关指标比较

Table 3 Comparison of perioperative related indicators between fluorescent group and white light group

组别	完全解剖胆囊三角时间/min	手术时间/min	术中中转开腹率 例(%)	术中损伤情况 例(%)			术中出血量/mL	术后住院时间/d
				肝总管损伤	胆总管损伤	结石残留		
荧光组(n=179)	39.88±10.31	54.73±14.79	0(0.00)	0(0.00)	1(0.56)	1(0.56)	43.15±12.10	5.09±1.65
白光组(n=100)	56.10±15.19	71.20±20.67	2(2.00)	1(1.00)	2(2.00)	1(1.00)	64.67±15.59	7.21±1.73
$\chi^2/t$ 值	10.58 <sup>1)</sup>	7.70 <sup>1)</sup>			1.25 <sup>3)</sup>	0.18 <sup>3)</sup>	12.81 <sup>1)</sup>	10.11 <sup>1)</sup>
P值	0.000	0.000	0.128 <sup>2)</sup>	0.358 <sup>2)</sup>	0.263	0.675	0.000	0.000

注: 1) 为t值; 2) 为Fisher确切概率法; 3) 为 $\chi^2$ 值。

表4 荧光组与白光组手术前后肝功能指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )Table 4 Comparison of preoperative and postoperative liver function indexes between fluorescent group and white light group ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	ALT/(u/L)			AST/(u/L)		
	术前	术后	差值	术前	术后	差值
荧光组(n = 179)	107.53±5.47	48.61±11.52	58.91±12.87	53.93±4.45	37.18±8.96	16.75±10.35
白光组(n = 100)	106.13±6.86	49.64±11.51	56.49±13.22	53.62±5.13	36.61±11.31	17.01±13.10
t值	0.87	0.72	1.49	0.53	0.46	0.18
P值	0.063	0.474	0.137	0.598	0.644	0.856

组别	GGT/(u/L)			TBiL/(μmol/L)		
	术前	术后	差值	术前	术后	差值
荧光组(n = 179)	62.07±8.86	48.85±13.10	13.22±16.41	40.87±5.58	19.56±4.57	19.66±6.74
白光组(n = 100)	63.29±9.34	50.89±13.39	12.40±16.16	39.57±5.32	20.43±5.58	18.18±6.94
t值	1.08	1.24	0.40	1.90	1.41	1.74
P值	0.280	0.217	0.688	0.059	0.161	0.083

表5 荧光组与白光组术后并发症比较

Table 5 Comparison of postoperative complications between the fluorescent group and white light group

组别	胆漏/例	胆漏后继发切口感染/例	切口感染/例	腹腔积液/例	术后出血/例	总发生率 例(%)
荧光组(n = 179)	4	2	2	4	0	12(6.70)
白光组(n = 100)	6	0	3	3	1	13(13.00)
$\chi^2$ 值						3.12
P值						0.077

缩、胆囊结石、胆囊与周围脏器粘连、Child-Pugh分级、WBC、ALB、中性粒细胞和淋巴细胞水平比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 并发症组年龄 ( $\geq 65$ 岁)、BMI ( $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ )、发作至手术时间 ( $\geq 72 \text{ h}$ )、三角解剖变异、胆囊壁厚度 ( $\geq 5 \text{ mm}$ )、ASA分级 (Ⅲ级~Ⅳ级)和TG18/TG13分级 (Ⅲ级)占比明显高于无并发症组, 医师熟练程度 ( $\geq 5$ 年)占比明显低于无并发症组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表6。

**2.5.2 多因素 Logistic 回归分析** 以行LC治疗急性胆囊炎患者术后是否发生并发症 (否 = 0, 是 = 1) 为因变量, 将表5中差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ) 的因素 (年龄、BMI、发作至手术时间、三角解剖变异、胆囊壁厚度、ASA分级、TG18/TG13分级和医师熟练程度) 作为自变量 (表7), 行多因素 Logistic 回归分析 (引入水准为0.05), 结果显示:

BMI  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$  ( $\hat{OR} = 3.534$ , 95%CI: 1.057 ~ 11.811)、发作至手术时间  $\geq 72 \text{ h}$  ( $\hat{OR} = 3.208$ , 95%CI: 1.227 ~ 8.390)、有三角解剖变异 ( $\hat{OR} = 2.870$ , 95%CI: 1.085 ~ 7.590)、胆囊壁厚度  $\geq 5 \text{ mm}$  ( $\hat{OR} = 2.957$ , 95%CI: 1.147 ~ 7.625) 和 ASA 分级为Ⅲ级~Ⅳ级 ( $\hat{OR} = 3.179$ , 95%CI: 1.245 ~ 8.118) 是影响急性胆囊炎患者行 ICG 荧光引导 LC 术后发生并发症的独立危险因素 ( $P < 0.05$ ), 医师熟练程度  $\geq 5$  年 ( $\hat{OR} = 0.280$ , 95%CI: 0.081 ~ 0.970) 是急性胆囊炎患者行 ICG 荧光引导 LC 术后发生并发症的保护因素 ( $P < 0.05$ )。见表8。

## 2.6 急性胆囊炎患者行 ICG 荧光引导 LC 术后发生并发症的决策树模型

将多因素 Logistic 回归分析筛选出的独立危险因素 (BMI、医师熟练程度、发作至手术时间、三角解剖变异、胆囊壁厚度和 ASA 分级) 作为预测变量,

纳入CHAID决策树模型，结果显示：决策树模型深度3，11个节点，6个终端节点。模型选择了医师熟练程度、胆囊壁厚度、三角解剖变异、发作至手术时

间和ASA分级5个风险因素作为模型的节点。其中，医师熟练程度是最重要的预测因子，模型的分类准确率为91.40%（255/279）。见图3。

表6 影响急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的单因素分析

Table 6 Univariate analysis of complications in patients with acute cholecystitis after ICG fluorescence-guided LC

组别	性别 例(%)		年龄 例(%)		BMI 例(%)		医师熟练程度 例(%)	
	男	女	≥ 65岁	< 65岁	≥ 25 kg/m <sup>2</sup>	< 25 kg/m <sup>2</sup>	≥ 5年	< 5年
并发症组(n = 25)	15(60.00)	10(40.00)	7(28.00)	18(72.00)	5(20.00)	20(80.00)	20(80.00)	5(20.00)
无并发症组(n = 254)	155(61.02)	99(38.98)	33(12.99)	221(87.01)	20(7.87)	234(92.13)	239(94.09)	15(5.91)
$\chi^2/t$ 值	0.01		4.17		4.10		6.79	
P值	0.920		0.041		0.043		0.009	

组别	发作至手术时间 例(%)		高血压 例(%)		糖尿病 例(%)		上腹部手术史 例(%)	
	≥ 72 h	< 72 h	是	否	是	否	是	否
并发症组(n = 25)	11(44.00)	14(56.00)	6(24.00)	19(76.00)	3(12.00)	22(88.00)	2(8.00)	23(92.00)
无并发症组(n = 254)	61(24.02)	193(75.98)	46(18.11)	208(81.89)	23(9.06)	231(90.94)	9(3.54)	245(96.46)
$\chi^2/t$ 值	4.75		0.52		0.23		1.19	
P值	0.029		0.471		0.629		0.275	

组别	胆囊炎 例(%)		胆囊萎缩 例(%)		胆囊结石 例(%)		三角解剖变异 例(%)	
	是	否	是	否	是	否	是	否
并发症组(n = 25)	14(56.00)	11(44.00)	3(12.00)	22(88.00)	16(64.00)	9(36.00)	9(36.00)	16(64.00)
无并发症组(n = 254)	114(44.88)	140(55.12)	38(14.96)	216(85.04)	175(68.90)	79(31.10)	43(16.93)	211(83.07)
$\chi^2/t$ 值	1.13		0.16		0.25		5.46	
P值	0.287		0.690		0.615		0.019	

组别	胆囊与周围脏器粘连 例(%)		胆囊壁厚度 例(%)		ASA分级 例(%)		TG18/TG13分级 例(%)	
	是	否	≥ 5 mm	< 5 mm	I级~II级	III级~IV级	I级~II级	III级
并发症组(n = 25)	11(44.00)	14(56.00)	10(40.00)	15(60.00)	14(56.00)	11(44.00)	10(40.00)	15(60.00)
无并发症组(n = 254)	99(38.98)	155(61.02)	50(19.69)	204(80.31)	200(78.74)	54(21.26)	161(63.39)	93(36.61)
$\chi^2/t$ 值	0.24		5.56		6.59		5.25	
P值	0.624		0.018		0.010		0.022	

组别	Child-Pugh分级 例(%)		WBC/(×10 <sup>9</sup> /L)	ALB/(g/L)	中性粒细胞/%	淋巴细胞/%
	A级	B级				
并发症组(n = 25)	20(80.00)	5(20.00)	12.98±3.65	34.07±6.12	58.52±13.81	33.46±10.76
无并发症组(n = 254)	226(88.98)	28(11.02)	11.73±4.73	32.98±6.35	53.02±13.58	30.02±8.88
$\chi^2/t$ 值	1.76		1.28 <sup>†</sup>	0.82 <sup>†</sup>	1.93 <sup>†</sup>	1.81 <sup>†</sup>
P值	0.185		0.200	0.412	0.055	0.071

注：†为t值。

表7 自变量赋值

Table 7 independent variable assignment

自变量	变量说明	赋值
年龄	分类变量	< 65岁 = 0, ≥ 65岁 = 1
BMI	分类变量	< 25 kg/m <sup>2</sup> = 0, ≥ 25kg/m <sup>2</sup> = 1
医师熟练程度	分类变量	< 5年 = 0, ≥ 5年 = 1
发作至手术时间	分类变量	< 72 h = 0, ≥ 72 h = 1
三角解剖变异	分类变量	否 = 0, 是 = 1
胆囊壁厚度	分类变量	< 5 mm = 0, ≥ 5 mm = 1
ASA分级	分类变量	I级 ~ II级 = 0, III级 ~ IV级 = 1
TG18/TG13分级	分类变量	I级 ~ II级 = 0, III级 = 1

表8 影响急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的多因素Logistic回归分析

Table 8 Multivariate Logistic regression analysis of complications in patients with acute cholecystitis after ICG fluorescence-guided LC

因素	B	SE	Wald $\chi^2$ 值	P值	$\hat{OR}$ 值	95%CI
年龄(≥ 65岁)	1.030	0.547	3.548	0.060	2.801	0.959 ~ 8.180
BMI(≥ 25 kg/m <sup>2</sup> )	1.262	0.616	4.205	0.040	3.534	1.057 ~ 11.811
医师熟练程度(≥ 5年)	-1.273	0.634	4.034	0.045	0.280	0.081 ~ 0.970
发作至手术时间(≥ 72 h)	1.166	0.490	5.650	0.017	3.208	1.227 ~ 8.390
三角解剖变异	1.054	0.496	4.512	0.034	2.870	1.085 ~ 7.590
胆囊壁厚度(≥ 5 mm)	1.084	0.483	5.034	0.025	2.957	1.147 ~ 7.625
ASA分级(III级 ~ IV级)	1.157	0.478	5.845	0.016	3.179	1.245 ~ 8.118
TG18/TG13分级(III级)	0.682	0.472	2.086	0.149	1.979	0.784 ~ 4.994

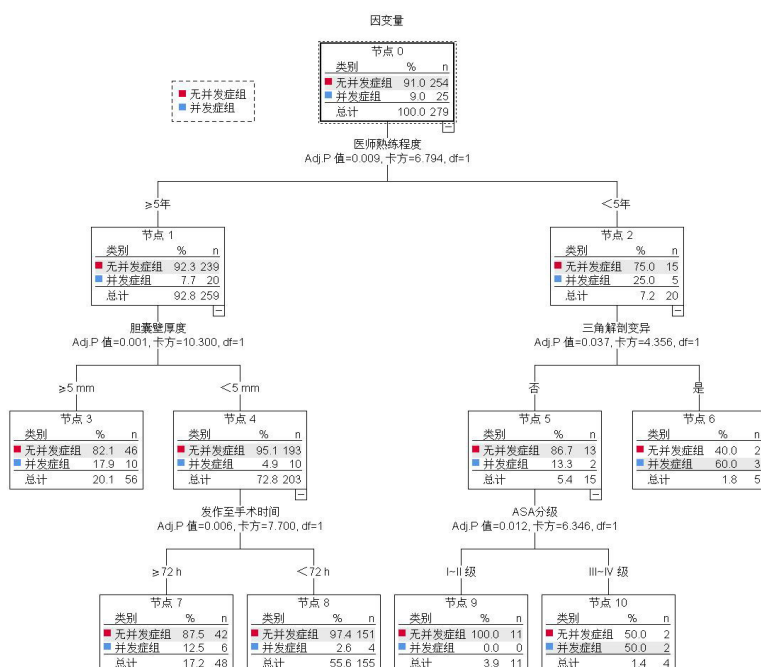


图3 急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的决策树模型

Fig.3 Decision tree model of complications after ICG fluorescence-guided LC in patients with acute cholecystitis

### 3 讨论

#### 3.1 ICG 荧光引导最佳注射方案

患者发生急性胆囊炎时, 胆囊三角处增厚, 解剖结构辨识不清, 而 ICG 荧光引导可减少术中胆管损伤、术后胆囊床出血和胆漏等并发症<sup>[8]</sup>。对于 ICG 的注射时间和使用剂量, 目前, 临床尚无统一观点, MATSUMURA 等<sup>[9]</sup>主张术前 1 d 注射, 但急性胆囊炎多为急诊手术, 术前准备时间过长的方案适用性有限。张旭东等<sup>[10]</sup>发现, 急性胆囊炎患者术前 15 min 注射 0.1 mg/50 kg ICG 效果良好。雷泽华等<sup>[11]</sup>研究采用单用剂量 ICG 5.0 mg, 注射后 30 min 可理想显影。BLESZYNSKI 等<sup>[12]</sup>学者表明, 气管插管后一次给予剂量 4.0 mg ICG, 胆管系统显影效果佳。邱烽等<sup>[13]</sup>报道, 术前短时间低剂量 ICG, 可较好地实现术中肝外胆管和胆囊管显影。本研究显示, 采用术前 30 min 单次注射 2.5 mg ICG, 其显影情况、胆囊管和肝脏荧光强度对比值最佳, 考虑原因为: ICG 经静脉注射后, 2~5 min 肝脏即可出现荧光, 胆道最快 8~10 min 可出现荧光, 但此时, 肝脏背景荧光显著, 与肝外胆管视觉差较弱<sup>[4]</sup>, 除了注射时间, 过高的剂量, 易致分子相互聚集, 造成荧光淬灭<sup>[15]</sup>或肝门过度浸染, 影响显影对比度<sup>[6]</sup>。建议: 临床根据实际情况调整 ICG 注射剂量, 对于 ICG 15 min 滞留率  $\leq 7.00\%$  的患者, 肝脏中 ICG 代谢速度更快, 需缩短注射间隔<sup>[6]</sup>; 对于术中发现胆管判断困难, 临时采用 ICG 辅助者, 需等待约 15 min, 以换取更安全的手术决策<sup>[10]</sup>。

#### 3.2 ICG 荧光引导较常规白光模式的优势

本研究中, 荧光组的完全解剖胆囊三角时间、手术时间和术后住院时间明显短于白光组, 术中出血量明显少于白光组。笔者认为, ICG 入血后, 会优先与 ALB 和脂蛋白结合, 被肝细胞摄取后, 随胆汁排入胆道, 使胆囊三角解剖更加清晰<sup>[17]</sup>, 从而缩短解剖时间。ICG 荧光引导 LC 较常规模式, 可提前近 20 min 显露肝外胆管系统, 缩短手术时间<sup>[18]</sup>。ICG 荧光模式下, 被染色的肝脏和未被染色胆囊的间隙更加清晰, 从而降低了血管和肝床损伤的风险, 从一定程度上减少了术中出血<sup>[9]</sup>。白光模式下, 患者胆囊三角层次不清, 在游离胆囊三角区过程中, 易误伤该血管, 导致术区出血, 延长手术时间, 且术后放置引流管的比例较高, 以上情况均可能导致术后住院时间的延长<sup>[20]</sup>。本研究中, 荧光组术中中转开腹率和术中损伤率与白

光组比较, 差异均无统计学意义。笔者认为, 这并不表明 ICG 荧光引导在降低中转开腹率和减少术中胆道损伤上没有优势, 可能与本研究手术团队具有困难胆囊切除的手术经验有关, 而 ICG 显影技术可能对经验较浅的术者更有帮助, 但需进一步研究验证。本研究中, 荧光组和白光组患者术后肝功能均迅速恢复, 且两组无明显差异, 证实了 ICG 显影技术的安全性<sup>[21]</sup>。

#### 3.3 急性胆囊炎患者行 ICG 荧光引导 LC 术后发生并发症的独立危险因素

**3.3.1 急性胆囊炎患者在 ICG 荧光引导 LC 术后的并发症发生风险** LC 术式优点较多, 但术后并发症风险仍不容忽视。FU 等<sup>[22]</sup>研究报道, LC 术后并发症发生率为 7.53%。IFTIKHAR 等<sup>[23]</sup>研究报道, 急性胆囊炎患者 LC 术后并发症发生率为 18.64%。本研究中, 急性胆囊炎患者 LC 术后并发症发生率为 8.96%。其中, 胆漏 10 例 (3.58%), 行鼻胆管引流后胆漏好转; 切口感染 7 例 (2.51%), 给予静脉抗感染及局部换药处理后得到控制; 复查腹部 B 超时, 提示少量腹腔积液 7 例 (2.51%), 经一段时间保守治疗后, 自行吸收; 术后出血 1 例 (0.36%), 给予止血等保守治疗后好转。多因素 Logistic 回归分析结果显示: BMI  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ 、发作至手术时间  $\geq 72 \text{ h}$ 、三角解剖变异、胆囊壁厚度  $\geq 5 \text{ mm}$  和 ASA 分级为 III 级~IV 级是急性胆囊炎患者行 ICG 荧光引导 LC 术后发生并发症的独立危险因素, 医师熟练程度  $\geq 5$  年是急性胆囊炎患者行 ICG 荧光引导 LC 术后发生并发症的保护因素。

**3.3.2 BMI** 腹腔镜手术与开放手术相比, 不能产生三维可视化反馈, 易导致误判。而肥胖患者胆囊三角脂肪堆积和肝脏尾状叶增大, 会增加操作难度和误判风险<sup>[24]</sup>。对于这类患者, 建议使用长 Trocar 穿刺, 用电凝配合吸引器顺管道走行, 轻柔推剥胆囊三角周围致密脂肪组织, 以辨清解剖关系<sup>[25]</sup>。

**3.3.3 发作至手术时间** 急性胆囊炎发病后 72 h 内组织粘连较轻。而发作时间  $>72 \text{ h}$ , 炎症进入增生期, 易导致三角区纤维粘连和水肿, 增加胆管损伤和胆漏风险<sup>[26]</sup>。故急性胆囊炎患者应实施早期 LC 干预, 以获得更佳的治疗效果。

**3.3.4 三角解剖变异** 胆囊三角变异可能导致误切和结扎血管疏漏风险<sup>[27]</sup>。与 LC 中正常解剖结构的患者相比, 存在胆囊动脉和胆囊管等解剖变异的患者, 术后并发症风险增加<sup>[28]</sup>。

**3.3.5 胆囊壁厚度** 当胆囊壁增厚时,不利于钳抓胆囊,且周围组织和血管发生移位更严重,增加了病变的判断难度<sup>[29]</sup>。对于此类患者,需使用带齿抓钳或先电凝切开后,再抓取胆囊<sup>[4]</sup>。

**3.3.6 ASA分级** ASA分级较高,意味着患者全身状况较差,术后并发症风险高<sup>[30]</sup>,ASA分级为Ⅲ级~Ⅳ级的患者,延迟出院和术后再住院的风险,是ASA分级为Ⅰ级~Ⅱ级患者的2.89倍<sup>[31]</sup>。

**3.3.7 医师熟练程度** LC术中的成功和医师经验及手术熟练度有关。有研究<sup>[32]</sup>报道,主刀医师临床经验<5年,患者术后并发胆漏的风险是≥5年的2.298倍,而医师经验<200例( $\hat{OR}=3.940$ ),是LC术中和术后并发症的危险因素<sup>[33]</sup>。以上均证实了丰富的经验可降低LC术后并发症的发生风险。

### 3.4 本研究的局限性

本研究为单中心数据,未考虑胆囊炎严重程度对荧光剂量的要求,以及LC术中镜头光源角度造成的荧光图像误差,有待下一步研究验证。

综上所述,对于行LC手术治疗的急性胆囊炎患者,术前30 min注射2.5 mg的ICG,术中荧光显影情况、胆囊管和肝脏荧光强度对比值最佳,有助于辨清其解剖结构,加快手术进度,减少术中出血量,缩短术后住院时间。BMI≥25 kg/m<sup>2</sup>、发作至手术时间≥72 h、三角解剖变异、胆囊壁厚度≥5 mm和ASA分级为Ⅲ级~Ⅳ级,是急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的独立危险因素,医师熟练程度≥5年,是急性胆囊炎患者行ICG荧光引导LC术后发生并发症的保护因素,临床应加以防范。

### 参 考 文 献:

- [1] 中华医学会外科学分会胆道外科学组,中国医师协会外科医师分会胆道外科医师委员会. 胆囊良性疾病外科治疗的专家共识(2021版)[J]. 中华外科杂志, 2022, 60(1): 4-9.
- [1] Branch of Biliary Surgery, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association, Chinese Medical Doctor Association in Chinese Committee of Biliary Surgeons. Consensus on the surgical management of benign gallbladder diseases (2021 edition)[J]. Chinese Journal of Surgery, 2022, 60(1): 4-9. Chinese
- [2] DISSANZAIKE S. Invited commentary on: acute cholecystitis: delayed cholecystectomy has lesser perioperative morbidity compared to emergency cholecystectomy[J]. Surgery, 2022, 172(1): 23-24.
- [3] 田伟,潘伟,田建兴,等. 吲哚菁绿荧光成像技术在基层医院复杂腹腔镜胆囊切除术中的临床应用[J]. 腹腔镜外科杂志, 2024, 29(11): 843-847.
- [3] TIAN W, PAN W, TIAN J X, et al. Clinical application of indocyanine green fluorescence imaging technology in complex laparoscopic cholecystectomy in primary hospital[J]. Journal of Laparoscopic Surgery, 2024, 29(11): 843-847. Chinese
- [4] 王敬艳,王敬苗,曹亚男,等. 直接胆红素、总胆红素、炎症因子在腹腔镜胆囊切除术围手术期的变化及术后并发症风险预测模型构建[J]. 腹腔镜外科杂志, 2024, 29(10): 758-763.
- [4] WANG J Y, WANG J M, CAO Y N, et al. Changes of DBIL, TBIL, and inflammatory factors in perioperative period of laparoscopic cholecystectomy and construction of a risk prediction model for postoperative complications[J]. Journal of Laparoscopic Surgery, 2024, 29(10): 758-763. Chinese
- [5] DIP F, LO MENZO E, WHITE K P, et al. Does near-infrared fluorescent cholangiography with indocyanine green reduce bile duct injuries and conversions to open surgery during laparoscopic or robotic cholecystectomy? A Meta-analysis[J]. Surgery, 2021, 169(4): 859-867.
- [6] 符庆胜,李涛,张旭东,等. 吲哚菁绿在腹腔镜胆囊切除术中时间及剂量选择的研究进展[J]. 国际外科学杂志, 2021, 48(7): 472-477.
- [6] FU Q S, LI T, ZHANG X D, et al. Research progress on time and dose selection of indocyanine green in laparoscopic cholecystectomy[J]. International Journal of Surgery, 2021, 48(7): 472-477. Chinese
- [7] 中华医学会外科学分会胆道外科学组. 急性胆道系统感染的诊断和治疗指南(2021版)[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(6): 422-429.
- [7] Branch of Biliary Surgery, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of acute biliary tract infections (2021)[J]. Chinese Journal of Surgery, 2021, 59(6): 422-429. Chinese
- [8] BRODERICK R C, LEE A M, CHEVERIE J N, et al. Fluorescent cholangiography significantly improves patient outcomes for laparoscopic cholecystectomy[J]. Surg Endosc, 2021, 35(10): 5729-5739.
- [9] MATSUMURA M, KAWAGUCHI Y, KOBAYASHI Y, et al. Indocyanine green administration a day before surgery may increase bile duct detectability on fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2021, 28(2): 202-210.
- [10] 张旭东,李涛,金雷,等. 吲哚菁绿荧光示踪在急性胆囊炎腹腔镜手术中的应用价值[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(20): 1518-1522.
- [10] ZHANG X D, LI T, JIN L, et al. Value of indocyanine green fluorescence tracer in laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis[J]. National Medical Journal of China, 2022, 102(20): 1518-1522. Chinese
- [11] 雷泽华,高峰畏,赵欣,等. 吲哚菁绿荧光显像技术在腹腔镜胆囊切除术中的应用初探[J]. 肝胆胰外科杂志, 2019, 31(9): 522-525.
- [11] LEI Z H, GAO F W, ZHAO X, et al. Application of indocyanine

- green fluorescence imaging technique in laparoscopic cholecystectomy[J]. Journal of Hepatopancreatobiliary Surgery, 2019, 31(9): 522-525. Chinese
- [12] BLESZYNSKI M S, DEGIROLAMO K M, MENEGHETTI A T, et al. Fluorescent cholangiography in laparoscopic cholecystectomy: an updated Canadian experience[J]. Surg Innov, 2020, 27(1): 38-43.
- [13] 邱烽, 朱任飞, 吴建军. 低浓度 ICG 在腹腔镜胆囊切除术中的应用体会[J]. 肝胆外科杂志, 2020, 28(4): 285-287.
- [13] QIU F, ZHU R F, WU J J. Application of low concentration of indocyanine green fluorescence imaging technique in laparoscopic cholecystectomy[J]. Journal of Hepatobiliary Surgery, 2020, 28(4): 285-287. Chinese
- [14] 刘学谦, 蒋东, 陈江明, 等. 吲哚菁绿荧光显影技术在胆道外科应用研究进展[J]. 中国实用外科杂志, 2022, 42(9): 1054-1057.
- [14] LIU X Q, JIANG D, CHEN J M, et al. Application of indocyanine green fluorescence imaging in biliary surgery[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2022, 42(9): 1054-1057. Chinese
- [15] 汪聪, 吴硕东, 吕超, 等. 荧光导航腹腔镜胆囊切除患者吲哚菁绿最佳术前注射时机分析[J]. 中华肝胆外科杂志, 2020, 26(9): 695-698.
- [15] WANG C, WU S D, LÜ C, et al. Optimal preoperative timing of indocyanine green administration for laparoscopic cholecystectomy under fluorescence navigation[J]. Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery, 2020, 26(9): 695-698. Chinese
- [16] 梁霄, 翟淑亭, 梁岳龙, 等. 荧光导航腹腔镜肝脏肿瘤切除吲哚菁绿术前给药时机: 单中心 60 例经验[J]. 中华肝胆外科杂志, 2019, 25(2): 90-93.
- [16] LIANG X, ZHAI S T, LIANG Y L, et al. Laparoscopic liver tumor resection under indocyanine green fluorescent navigation: a single center experience of 60 patients to study the optimal preoperative injection timing of indocyanine green[J]. Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery, 2019, 25(2): 90-93. Chinese
- [17] 谷洋, 吕洪亮, 戴春雷, 等. 吲哚菁绿在复杂腹腔镜胆囊切除术中的应用[J]. 肝胆外科杂志, 2023, 31(3): 214-217.
- [17] GU Y, LÜ H L, DAI C L, et al. Application of indocyanine green in complex laparoscopic cholecystectomy[J]. Journal of Hepatobiliary Surgery, 2023, 31(3): 214-217. Chinese
- [18] 杜金柱, 高才植, 高允海. 吲哚菁绿荧光显像在复杂腹腔镜胆囊切除术中的初步应用观察[J]. 中华肝胆外科杂志, 2020, 26(8): 595-599.
- [18] DU J Z, GAO C Z, GAO Y H. A preliminary study on application of indocyanine green fluorescence imaging in complex laparoscopic cholecystectomy[J]. Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery, 2020, 26(8): 595-599. Chinese
- [19] 王云丰, 寸冬云, 黄洁, 等. 吲哚菁绿荧光导航在治疗 I 型 Mirizzi 综合征腹腔镜胆囊切除术中的运用[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(8): 1031-1038.
- [19] WANG Y F, CUN D Y, HUANG J, et al. Application of indocyanine green fluorescent navigation in laparoscopic cholecystectomy for type I Mirizzi syndrome[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2022, 31(8): 1031-1038. Chinese
- [20] 张红裔, 吕洪亮, 杨聚鹏, 等. 吲哚菁绿荧光成像技术在腹腔镜胆囊切除术中的应用[J]. 肝胆胰外科杂志, 2024, 36(1): 36-40.
- [20] ZHANG H Y, LÜ H L, YANG J P, et al. Application of indocyanine green fluorescence imaging technology in laparoscopic cholecystectomy[J]. Journal of Hepatopancreatobiliary Surgery, 2024, 36(1): 36-40. Chinese
- [21] 杨铁健, 李文奇, 张开明, 等. 吲哚菁绿荧光成像技术指导难治性胆囊切除术的前瞻性研究[J]. 肝胆外科杂志, 2024, 32(1): 35-39.
- [21] YANG T J, LI W Q, ZHANG K M, et al. The application value of indocyanine green fluorescence imaging technology in refractory laparoscopic cholecystectomy[J]. Journal of Hepatobiliary Surgery, 2024, 32(1): 35-39. Chinese
- [22] FU J N, LIU S C, CHEN Y, et al. Analysis of risk factors for complications after laparoscopic cholecystectomy[J]. Heliyon, 2023, 9(8): e18883.
- [23] IFTIKHAR M, QAZI M S, KHAN R, et al. Comparative analysis of complications in early versus delayed laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis[J]. Cureus, 2025, 17(2): e78985.
- [24] 周永振, 符庆胜, 李涛, 等. 吲哚菁绿荧光导航在肥胖患者行腹腔镜胆囊切除术中的应用[J]. 国际外科学杂志, 2023, 50(12): 846-851.
- [24] ZHOU Y Z, FU Q S, LI T, et al. Indocyanine green fluorescence navigation in obese patients undergoing laparoscopic cholecystectomy[J]. International Journal of Surgery, 2023, 50(12): 846-851. Chinese
- [25] 曹葆强, 李敏, 胡金龙, 等. 困难胆囊切除术对患者术中和术后并发症的影响及其风险预测模型的建立[J]. 天津医药, 2020, 48(10): 974-978.
- [25] CAO B Q, LI M, HU J L, et al. The influence of difficult cholecystectomy on intraoperative and postoperative complications and the establishment of risk prediction model[J]. Tianjin Medical Journal, 2020, 48(10): 974-978. Chinese
- [26] 陈文军, 芮一奇, 王鹏, 等. 老年腹腔镜胆囊切除术后感染发生率及危险因素分析[J]. 实用老年医学, 2024, 38(2): 128-131.
- [26] CHEN W J, RUI Y Q, WANG P, et al. Analysis of incidence and risk factors of infection in elderly patients after laparoscopic cholecystectomy[J]. Practical Geriatrics, 2024, 38(2): 128-131. Chinese
- [27] 何飞, 周明, 管思强. 急性胆囊炎腹腔镜胆囊切除术后并发症危险因素与风险预测模型的构建[J]. 中国现代普通外科进展, 2024, 27(9): 709-713.
- [27] HE F, ZHOU M, GUAN S Q. Construction of risk factors and risk prediction model of complications after laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis[J]. Chinese Journal of

- Current Advances in General Surgery, 2024, 27(9): 709-713. Chinese
- [28] GUPTA R, KUMAR A, HARIPRASAD C P, et al. Anatomical variations of cystic artery, cystic duct, and gall bladder and their associated intraoperative and postoperative complications: an observational study[J]. Ann Med Surg (Lond), 2023, 85(8): 3880-3886.
- [29] 吕万治, 顾腾, 宋维, 等. 结石性胆囊炎腹腔镜术后并发症发生情况及血清GGT/ALP比值的预测效能[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2024, 16(6): 1075-1078.
- [29] LÜ W Z, GU T, SONG W, et al. The incidence of postoperative complications of laparoscopic calculous cholecystitis and the predictive efficacy of serum GGT/ALP ratio[J]. Journal of Molecular Diagnosis and Therapy, 2024, 16(6): 1075-1078. Chinese
- [30] 贾广鹏, 夏医君, 张建强. 急性结石性胆囊炎患者腹腔镜胆囊切除术失败的危险因素分析[J]. 局解手术学杂志, 2021, 30(11): 975-979.
- [30] JIA G P, XIA Y J, ZHANG J Q, et al. Analysis of risk factors for failure of laparoscopic cholecystectomy in patients with acute calculous cholecystitis[J]. Journal of Regional Anatomy Operative Surgery, 2021, 30(11): 975-979. Chinese
- [31] BALCISCUETA I, BARBERÀ F, LORENZO J, et al. Ambulatory laparoscopic cholecystectomy: systematic review and Meta-analysis of predictors of failure[J]. Surgery, 2021, 170(2): 373-382.
- [32] 张萍, 王莹, 何智丽. 腹腔镜下胆囊切除术后并发胆漏的风险因素探讨: 基于倾向性评分匹配法[J]. 东南大学学报(医学版), 2024, 43(4): 593-599.
- [32] ZHANG P, WANG Y, HE Z L. Exploring the risk factors of biliary leakage after laparoscopic cholecystectomy: based on propensity score matching method[J]. Journal of Southeast University (Medical Science Edition), 2024, 43(4): 593-599. Chinese
- [33] 汪昱, 徐建明, 莫玲斐. 急性结石性胆囊炎行腹腔镜胆囊切除术后并发症的危险因素分析及风险预测模型的建立[J]. 安徽医药, 2022, 26(10): 2068-2071.
- [33] WANG Y, XU J M, MO L F. Risk factors analysis and risk prediction model establishment of complications after laparoscopic cholecystectomy for acute calculous cholecystitis[J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2022, 26(10): 2068-2071. Chinese  
(曾文军 编辑)
- 本文引用格式:**  
赵斌, 陈敬龙, 张立涛, 等. 吲哚菁绿荧光引导腹腔镜胆囊切除术治疗急性胆囊炎的临床疗效及其术后并发症相关因素分析[J]. 中国内镜杂志, 2026, 32(3): 72-83.  
ZHAO B, CHEN J L, ZHANG L T, et al. Analysis of the therapeutic effect and postoperative complications related factors of indocyanine green fluorescence guided laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis[J]. China Journal of Endoscopy, 2026, 32(3): 72-83. Chinese