



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.260139

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.260139

China Journal of General Surgery, 2026, 35(8):1573-1581.

· 专题研究 ·

吲哚菁绿荧光成像辅助腹腔镜胆总管探查术在既往上腹部手术史胆总管结石患者中的应用

邱日伟^{1,2}, 魏蒋¹, 肖卫东¹

(1.南昌大学第一附属医院 肝胆胰外科, 江西 南昌 330006; 2.中山大学附属第一医院惠亚医院 特需医疗中心, 广东 惠州 516081)

摘要

背景与目的: 既往有上腹部手术史的患者常因腹腔粘连、解剖结构改变及胆道显露困难, 导致腹腔镜胆总管探查术(LCBDE)的操作难度和手术风险增加。吲哚菁绿(ICG)荧光成像可辅助术中胆道定位, 但其在此类患者中的应用价值尚不明确。本研究探讨ICG荧光成像辅助LCBDE在既往有上腹部手术史胆总管结石患者中的临床应用价值。

方法: 回顾性分析2019年5月—2024年6月南昌大学第一附属医院收治的既往有上腹部手术史、接受LCBDE且符合研究标准的胆总管结石患者的临床资料。根据术中是否应用ICG荧光成像分为ICG组和非ICG组。比较两组胆道识别时间、手术时间、术中出血量、术中并发症、中转开腹率、胆管处理方式、术后住院时间、术后并发症、结石残留率及结石复发率等指标。

结果: 共纳入178例患者, 其中ICG组64例, 非ICG组114例, 两组基线资料差异均无统计学意义。ICG组胆道荧光显影成功率为90.6% (58/64)。与非ICG组相比, ICG组中位胆道识别时间、手术时间及术中出血量均较少, 差异有统计学意义 [分别为20.00 (15.00~25.00) min vs. 50.00 (31.25~60.00) min, $P<0.001$; 157.50 (130.00~210.00) min vs. 190.00 (146.25~260.00) min, $P=0.005$; 50.00 (50.00~100.00) mL vs. 100.00 (50.00~200.00) mL, $P=0.002$]。两组术中并发症、中转开腹率、胆管处理方式、术后住院时间、术后并发症、结石残留率及结石复发率差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。

结论: 对于既往有上腹部手术史的胆总管结石患者, ICG荧光成像辅助LCBDE与较短的胆道识别时间和手术时间、较少的术中出血量相关, 可能有助于复杂腹腔解剖条件下的胆道定位和术中操作。其对术后及远期结局的影响仍需进一步研究验证。

关键词

胆总管结石病; 腹腔镜胆总管探查术; 上腹部手术史; 吲哚菁绿荧光成像

中图分类号: R657.4

收稿日期: 2026-03-14; 修订日期: 2026-08-21。

作者简介: 邱日伟, 南昌大学第一附属医院硕士研究生/中山大学附属第一医院惠亚医院住院医师, 主要从事胆道疾病的临床研究 (魏蒋为本文共同第一作者)。

通信作者: 肖卫东, Email: ndyfy02045@ncu.edu.cn

Clinical application of indocyanine green fluorescence imaging-assisted laparoscopic common bile duct exploration in patients with common bile duct stones and a history of upper abdominal surgery

QIU Riwei^{1,2}, WEI Jiang¹, XIAO Weidong¹

(1. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China;
2. VIP Medical Center, Huiya Hospital, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Huizhou, Guangdong 516081, China)

Abstract

Background and Aims: Patients with a history of upper abdominal surgery often present with increased difficulty and surgical risk during laparoscopic common bile duct exploration (LCBDE) because of intra-abdominal adhesions, altered anatomical structures, and difficulties in exposing the biliary tract. Indocyanine green (ICG) fluorescence imaging may facilitate intraoperative bile duct localization; however, its clinical utility in these patients remains unclear. This study aimed to evaluate the clinical utility of ICG fluorescence imaging-assisted laparoscopic common bile duct exploration in patients with common bile duct stones and a history of upper abdominal surgery.

Methods: The clinical data of patients with common bile duct stones and a history of upper abdominal surgery who underwent LCBDE at the First Affiliated Hospital of Nanchang University between May 2019 and June 2024 were retrospectively analyzed. Patients were divided into an ICG group and a non-ICG group according to whether ICG fluorescence imaging was used during operation. The primary outcomes assessed included bile duct identification time, operative time, intraoperative blood loss, intraoperative complications, conversion to open surgery, bile duct management method, postoperative length of stay, postoperative complications, residual stones, and stone recurrence.

Results: A total of 178 patients were included, comprising 64 in the ICG group and 114 in the non-ICG group. No statistically significant differences in baseline characteristics were observed between the two groups. Successful bile duct fluorescence visualization was achieved in 58 of 64 patients in the ICG group (90.6%). Compared with the non-ICG group, the ICG group had shorter median bile duct identification time, shorter operative time, and less intraoperative blood loss [20.00 (15.00–25.00) min vs. 50.00 (31.25–60.00) min, $P<0.001$; 157.50 (130.00–210.00) min vs. 190.00 (146.25–260.00) min, $P=0.005$; and 50.00 (50.00–100.00) mL vs. 100.00 (50.00–200.00) mL, $P=0.002$, respectively]. No statistically significant differences were observed in intraoperative complications, conversion to open surgery, bile duct management method, postoperative length of stay, postoperative complications, residual stone rate, or stone recurrence rate between the two groups (all $P>0.05$).

Conclusion: In patients with common bile duct stones and a history of upper abdominal surgery, ICG fluorescence imaging-assisted LCBDE was associated with shorter bile duct identification and operative times and less intraoperative blood loss. ICG fluorescence imaging may facilitate bile duct localization and intraoperative manipulation in patients with complex abdominal anatomy. Its effects on postoperative and long-term outcomes warrant further investigation.

Key words

Choledocholithiasis; Laparoscopic Common Bile Duct Exploration; History of Upper Abdominal Surgery; Indocyanine Green Fluorescence Imaging

CLC number: R657.4

胆总管结石 (common bile duct stones, CBDS) 是最常见的胆道疾病之一, 其发病率为 5%~25%, 占胆石症患者的 15%~18%^[1-2]。多数 CBDS (约 80%~90%) 为继发性, 由胆囊结石排入胆总管所致^[3-4]。腹腔镜胆总管探查术 (laparoscopic common bile duct exploration, LCBDE) 自 1991 年被首次报道以来, 已被证明是治疗 CBDS 的一种安全、可靠和有效的微创方法, 并因其单阶段治疗的额外优势而获得广泛接受^[5]。最近的研究^[6]发现, LCBDE 在总住院时间、CBDS 清除率和医疗成本方面均优于两阶段方法, 即腹腔镜胆囊切除术 (laparoscopic cholecystectomy, LC) 前或后行内镜逆行胰胆管造影 (endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)。此外, LCBDE 还可保留 Oddi 括约肌功能, 且避免了 ERCP 相关并发症^[7]。

尽管 LCBDE 的优势明显, 但是在既往有上腹部手术史的患者中施行 LCBDE 仍具有一定的挑战性。上腹部手术史, 尤以胆道手术为著, 是 LCBDE 的相对禁忌证^[8-10]。随着腹腔镜器械的更新及外科医生腹腔镜技术的提升, 上腹部手术史不被认为是腹腔镜胆道手术的绝对禁忌证^[11]。近年来, LCBDE 已逐步应用于既往有上腹部手术史的患者, 相关研究^[12-14]提示其具有一定的安全性和可行性。近年来, 吲哚菁绿 (indocyanine green, ICG) 荧光成像技术逐渐应用于腹腔镜外科, 可为术中解剖结构识别提供额外的可视化信息^[15-16]。ICG 是一种具有特殊光学特性的近红外荧光染料, 经静脉注入人体后, 它能够迅速地与血浆蛋白结合, 随后被肝脏特异性摄取, 并通过胆汁排泄途径富集于胆道系统^[17]。在特定波长的近红外光激发下, ICG 能够发射荧光^[18], 使得胆总管及其分支在腹腔镜的视野下呈现出清晰可辨的荧光影像, 从而辅助显示胆总管及其分支的实时位置与走向。已有研究^[19-20]提示, ICG 荧光成像可为术中胆道可视化及解剖识别提供辅助。

因此, 本研究聚焦于既往有上腹部手术史的 CBDS 患者, 比较 ICG 荧光成像辅助 LCBDE 与常规 LCBDE 的术中及随访结局, 重点评价其在复杂解剖背景下胆道定位和手术实施中的辅助价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象与分组

本研究采用回顾性队列设计, 收集 2019 年 5 月—2024 年 6 月南昌大学第一附属医院肝胆胰外科收治的既往有上腹部手术史并行 LCBDE 的患者资料, 并按术中是否应用 ICG 荧光成像分为 ICG 组与非 ICG 组。本研究经南昌大学第一附属医院医学伦理委员会审查批准 (审批号: IITS2026507)。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 有≥1 次上腹部手术史, 如胆囊切除术、胆道探查术、胃肠手术等; (2) 临床确诊为 CBDS, 不合并肝内胆管结石; (3) 无急性化脓性胆管炎; (4) 胆总管直径≥10 mm。排除标准: (1) 肝功能 Child-Pugh 分级 C 级; (2) 术前 CT、MRI 等影像学检查报告提示或考虑胆道恶性病变, 且临床评估不能排除胆道恶性肿瘤; (3) 既往曾行或需联合行胆管成形术或胆肠吻合术。

1.3 手术方法

ICG 组: 注射用 ICG 以灭菌注射用水配制成 2.5 mg/mL 溶液, 研究期间采用固定剂量给药方案, 于术前 30 min 经外周静脉注射 ICG 0.5 mg。术中采用 OPTO-IFL1000 荧光腹腔镜成像系统 (广东欧谱曼迪科技股份有限公司, 中国) 进行近红外荧光成像, 采用波长为 (805±10) nm 的近红外激发光观察肝外胆道。荧光影像由系统实时显示并记录, 术者可根据术中解剖辨识需要在白光与荧光模式间切换。术前常规检测丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基转移酶 (aspartate aminotransferase, AST)、总胆红素 (total bilirubin, TBIL)、直接胆红素 (direct bilirubin, DBIL) 及白蛋白 (albumin, ALB) 等肝功能相关指标, 并结合肝功能 Child-Pugh 分级评估肝功能状态; 肝功能 Child-Pugh 分级为 C 级患者不纳入本研究。患者采取仰卧位, 头高脚低倾斜 15~20°, 右侧抬高 15~30°。通过 Hasson 技术建立气腹, 以四孔法施术, 必要时可在左上腹追加 1 个 5 mm Trocar。首先在脐下置入 10 mm Trocar, 用作观察孔。然后在荧光腹腔镜直视下, 根据腹内粘连情况, 先置入 1 个 5 mm Trocar 作为副操作孔, 使用超声刀分离其他 2 个 Trocar 拟置入点腹壁下的粘连。完成必要的粘连分离后, 在剑突下 2 cm 处置入 1 个 12 mm Trocar, 用于主操作孔以及胆道镜入

路；再于右中腹部置入1个5 mm Trocar作副操作孔。常规探查后，使用超声刀分离肝脏和胆囊周围的粘连。对于需要行胆囊切除术的患者，在Calot三角解剖之前首次激活荧光系统，以观察胆总管和胆囊管显影情况，并在后续操作过程中根据需要重复启用荧光模式。接着夹闭并离断胆囊动脉，在距离胆总管1 cm处夹闭远端胆囊管，以避免结石从胆囊落入胆总管。将胆囊完整自肝床剥离后，可暂时保留胆囊管用于牵引。接着解剖肝门和肝十二指肠韧带处的粘连以显露胆总管，对于既往已切除胆囊者可在粘连初步松解后激活荧光系统。根据胆总管荧光显影纵向切开胆总管前壁，切口大小取决于结石大小。胆总管切开后显露的结石可直接用取石钳取出。再经剑突下Trocar插入5 mm纤维胆道镜探查胆管。同时，在胆道镜直视下，通过生理盐水冲洗胆总管以清除结石。较大的嵌顿性结石可采用液电或等离子碎石联合网篮取石处理。取石完成后，再次经胆道镜探查确认肝内外胆管无结石残留。对于结石清除满意、胆道镜下Oddi括约肌无明显狭窄且胆汁引流通畅，同时无严重胆管壁水肿者，采用胆总管一期连续缝合。存在Oddi括约肌炎性狭窄、胆管炎或术前明显黄疸者，则留置T管引流。

非ICG组：置入Trocar后同样先行腹腔粘连松解，剥离胆囊（如有）后，凭借经验以及肝十二指肠韧带、胆囊管走向等解剖标志，仔细解剖寻找肝外胆管，联合器械触摸结石、细针穿刺，以确认胆管位置。剩余程序同ICG组。

1.4 观察指标

术中指标：(1) ICG荧光胆道显影成功率：荧光腹腔镜模式下可清晰辨识胆总管主干的解剖走行判定为显影成功，否则判定为失败。(2) 胆管处理方式：一期缝合和T管引流。(3) 胆道识别时间：起始时间为所有Trocar置入后腹腔镜进入腹腔，截止时间为胆总管切开并见胆汁流出。该指标反映自进入腹腔至完成胆总管定位并切开的整体操作时间，其间可能包含粘连分离及其他相关操作，因此属于复合时间指标。(4) 手术时间。(5) 术中出血量。(6) 术中并发症。(7) 中转开腹率。术后指标：(1) 术后住院时间。(2) 术后并发症：包括胆汁

漏、腹腔出血、腹腔感染、切口感染等。随访指标与定义：采用门诊及电话方式进行随访，并结合影像学检查评估结石残留及复发情况。留置T管患者均于拔管前行T管造影，一期缝合患者按随访计划接受磁共振胰胆管成像(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)或其他胆道影像学检查。结石残留定义为初次治疗后6个月内经影像学检查证实存在胆管结石；复发性结石定义为初次治疗6个月后发现，并排除残余结石迁移的胆管结石^[21]。随访起始于术后1个月，截至2024年12月31日。

1.5 统计学处理

采用R语言(版本4.5.2)进行数据分析。连续变量先行正态性检验(Shapiro-Wilk检验)，符合正态分布者以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较采用独立样本 t 检验；不符合正态分布的连续变量以中位数(四分位间距)[$M(IQR)$]表示，两组间比较采用Mann-Whitney U 检验。分类变量以例数(百分比)[$n(\%)$]表示，根据资料分布及 χ^2 检验适用条件采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。所有检验均为双侧检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

本研究共纳入178例既往有上腹部手术史的患者，其中非ICG组114例，ICG组64例。基线资料包括年龄、性别、美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、糖尿病、高血压、胆总管及结石最大直径，以及术前白细胞计数(white blood cell count, WBC)、ALT、AST、ALB、血清淀粉酶(amylase, AMY)、TBIL和DBIL等实验室指标，两组基线资料差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。两组均以1次手术史为主，非ICG组为86例(75.4%)，ICG组为44例(68.8%)；2次手术史非ICG组与ICG组分别为21例(18.4%)与17例(26.6%)， ≥ 3 次手术史非ICG组与ICG组分别为7例(6.1%)与3例(4.7%)。两组构成比差异无统计学意义($P=0.432$) (表1)。

表 1 两组基线资料比较
Table 1 Comparison of baseline characteristics between the two groups

资料	非 ICG 组 (n=114)	ICG 组 (n=64)	<i>t/Z/χ²</i>	<i>P</i>
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	63.15±10.60	65.55±11.99	1.333	0.185
胆总管最大直径[cm, <i>M(IQR)</i>]	1.50(1.20~2.00)	1.50(1.20~2.00)	0.008	0.994
结石最大直径[cm, <i>M(IQR)</i>]	1.40(0.90~2.10)	1.45(1.00~2.00)	0.796	0.426
WBC [$\times 10^9/L$, <i>M(IQR)</i>]	5.40(4.22~6.37)	5.05(4.30~6.54)	0.136	0.891
ALT [U/L, <i>M(IQR)</i>]	47.00(21.82~129.82)	49.90(22.65~103.80)	0.424	0.671
AST [U/L, <i>M(IQR)</i>]	35.25(23.65~86.33)	37.05(23.35~68.12)	0.285	0.776
TBIL [$\mu\text{mol/L}$, <i>M(IQR)</i>]	18.65(13.43~50.02)	17.75(9.78~29.00)	1.987	0.099
DBIL [$\mu\text{mol/L}$, <i>M(IQR)</i>]	7.65(3.30~28.22)	6.95(4.00~24.88)	3.280	0.083
ALB [g/L, <i>M(IQR)</i>]	36.65(33.42~38.75)	37.35(33.50~39.60)	0.285	0.776
AMY [U/L, <i>M(IQR)</i>]	62.25(45.17~98.20)	65.55(49.17~90.00)	0.297	0.766
性别[n(%)]				
男	55(48.2)	26(40.6)	0.677	0.411
女	59(51.8)	38(59.4)		
ASA 分级[n(%)]				
I	0(0.0)	1(1.6)	1.852	0.604
II	34(29.8)	18(28.1)		
III	74(64.9)	42(65.6)		
IV	6(5.3)	3(4.7)		
糖尿病[n(%)]				
否	107(93.9)	59(92.2)	—	0.758 ¹⁾
是	7(6.1)	5(7.8)		
高血压[n(%)]				
否	90(78.9)	47(73.4)	0.426	0.514
是	24(21.1)	17(26.6)		
既往上腹部手术次数[n(%)]				
1	86(75.4)	44(68.8)	1.678	0.432
2	21(18.4)	17(26.6)		
≥3	7(6.1)	3(4.7)		

注: 1) 采用 Fisher 确切概率法
Note: 1) Using Fisher's exact test

2.2 术中结局比较

ICG 组手术时间、胆道识别时间及术中出血量均少于非 ICG 组, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。ICG 组中荧光胆道显影成功率为 90.6%。非 ICG 组共出现术中并发症 3 例, 包括胃十二指肠浆膜损伤 2 例、胆管损伤 1 例; ICG 组出现结肠损伤 1 例, 两组术中并发症发生率差异无统计学意义 ($P=0.325$)。ICG 组和非 ICG 组中转开腹率分别为 3.1% (2/64) 和 12.3% (14/114), 差异无统计学意义 ($P=0.054$)。胆管处理方式方面, 两组一期缝合与 T 管引流比例差异无统计学意义 ($P=0.887$) (表 2)。

2.3 术后与随访结局比较

非 ICG 组 and ICG 组随访时间分别为 (23.2 ±

12.1) 个月和 (25.4 ± 13.8) 个月, 差异无统计学意义 ($P=0.375$)。ICG 组和非 ICG 组术后住院时间差异无统计学意义 ($P=0.319$)。两组术后并发症总体发生情况差异无统计学意义 ($P=0.535$)。两组均以无并发症为主 (非 ICG 组 93.0%, ICG 组 95.3%), 其余并发症发生率均较低。具体并发症为: ICG 组 2 例胆汁漏, 经保守治疗恢复; 1 例腹腔感染经抗感染治疗后恢复。非 ICG 组 5 例胆汁漏中, 2 例接受内镜下鼻胆管引流术 (endoscopic nasobiliary drainage, ENBD), 2 例经保守治疗恢复, 1 例行超声引导下穿刺引流; 另有 1 例腹腔出血和 2 例切口感染病例均顺利康复。围手术期内, 两组均无再次手术或死亡病例。在术后结石残留的影像学评估方面, 非 ICG 组 74 例 T 管引流患者及 ICG 组 43 例

T管引流患者均于拔管前完成T管造影；非 ICG 组 40 例一期缝合患者及 ICG 组 21 例一期缝合患者均按随访计划接受 MRCP 或其他胆道影像学检查。在上述影像学随访基础上，非 ICG 组发现结石残留 3 例（2.6%），其中 2 例术后 1 周经 T 管造影确诊，1 例于术后 1 个月经 MRCP 确诊，通过 ERCP（ $n=2$ ）和 T 管窦道取石（ $n=1$ ）成功处理；ICG 组发现结石残留 1 例（1.6%），其术后 1 个月经 MRCP 确诊后行 ERCP 取石成功。随访期间结石复发率较

低，非 ICG 组为 2.6%（3/114）、ICG 组为 1.6%（1/64），差异无统计学意义（ $P=1.000$ ）（表 3）。进一步按胆管处理方式描述性分析，61 例一期缝合患者中，结石残留 1 例（1.6%），结石复发 2 例（3.3%）；117 例 T 管引流患者中，结石残留 3 例（2.6%），结石复发 2 例（1.7%）。经 Fisher 确切概率法比较，两种胆管处理方式的结石残留率（ $P=1.000$ ）与结石复发率（ $P=0.608$ ）差异均无统计学意义。

表 2 两组患者术中指标比较
Table 2 Comparison of intraoperative outcomes between the two groups

项目	非 ICG 组($n=114$)	ICG 组($n=64$)	Z/χ^2	P
手术时间[$\text{min}, M(IQR)$]	190.00(146.25~260.00)	157.50(130.00~210.00)	2.781	0.005
胆道识别时间[$\text{min}, M(IQR)$]	50.00(31.25~60.00)	20.00(15.00~25.00)	9.500	<0.001
术中出血量[$\text{mL}, M(IQR)$]	100.00(50.00~200.00)	50.00(50.00~100.00)	3.086	0.002
术中并发症[$n(\%)$]				
无	111(97.4)	63(98.4)	3.470	0.325
胃十二指肠浆膜损伤	2(1.8)	0(0.0)		
胆管损伤	1(0.9)	0(0.0)		
结肠损伤	0(0.0)	1(1.6)		
中转开腹[$n(\%)$]				
否	100(87.7)	62(96.9)	—	0.054 ¹⁾
是	14(12.3)	2(3.1)		
胆管处理方式[$n(\%)$]				
一期缝合	40(35.1)	21(32.8)	0.020	0.887
T 管引流	74(64.9)	43(67.2)		

注：1) 采用 Fisher 确切概率法
Note: 1) Using Fisher's exact test

表 3 两组患者术后情况比较
Table 3 Comparison of postoperative and follow-up outcomes between the two groups

项目	非 ICG 组($n=114$)	ICG 组($n=64$)	$t/Z/\chi^2$	P
随访时间(月, $\bar{x} \pm s$)	23.2 $\pm$ 12.1	25.4 $\pm$ 13.8	0.889	0.375
术后住院时间[$\text{d}, M(IQR)$]	8.00(6.00~10.00)	7.00(5.00~9.25)	0.996	0.319
术后并发症[$n(\%)$]				
无	106(93.0)	61(95.3)	0.384	0.535
胆汁漏	5(4.4)	2(3.1)		
腹腔出血	1(0.9)	0(0.0)		
腹腔感染	0(0.0)	1(1.6)		
切口感染	2(1.8)	0(0.0)		
结石残留[$n(\%)$]				
否	111(97.4)	63(98.4)	—	1.000 ¹⁾
是	3(2.6)	1(1.6)		
结石复发[$n(\%)$]				
否	111(97.4)	63(98.4)	—	1.000 ¹⁾
是	3(2.6)	1(1.6)		

注：1) 采用 Fisher 确切概率法
Note: 1) Using Fisher's exact test

3 讨论

本研究纳入178例既往有上腹部手术史并接受LCBDE的CBDS患者。与非ICG组相比,ICG组胆道识别时间和手术时间较短,术中出血量较少;两组术中并发症、中转开腹、术后并发症、结石残留及结石复发等结局均未观察到明确的统计学差异。ICG组胆道荧光显影成功率为90.6%。上述结果提示,ICG荧光成像在本研究中的潜在优势主要体现在复杂解剖背景下的胆道定位及术中操作效率,而其对术后及远期结局的影响尚未得到明确证实。

ICG经肝细胞摄取后随胆汁排泄,在近红外光下可用于胆道荧光显影^[15]。本研究中胆道荧光显影成功率为90.6%(58/64),高于部分既往研究^[22-23]报道的64.4%~85.0%,但仍有6例未获得满意显影。既往研究^[24-25]提示,ICG胆道荧光显影质量可受肝功能、ICG给药方案、脂肪组织厚度及局部炎症等因素影响。肝功能异常可能影响ICG的胆汁排泄,而肥胖、胆管周围炎性水肿及致密组织覆盖可增加荧光信号穿透的组织厚度,从而影响胆道显影。

既往的上腹部手术,无论是胆囊切除术、胃部手术还是其他类型的剖腹手术,往往会在腹腔内留下不同程度的粘连和瘢痕,从而大大增加解剖定位难度。传统的手术策略在这种复杂情况下,术者主要凭借对肝十二指肠韧带、胆囊管等解剖标志的判断,或者借助术中超声,以期进行解剖分离找到胆总管^[26-27]。但由于粘连造成的解剖结构扭曲、移位,这些传统的解剖学标志常常失去指引作用,手术的不确定性显著增加。除此之外,网膜、肠管等还会粘连于既往腹壁切口周围,导致Trocarr置入过程中的意外损伤。文献^[28]报道,在139例既往有腹部手术史和361例无腹部手术史的患者中,前者的LCBDE手术时间更长,住院费用更高,伤口并发症发生率更高;与既往未行腹部手术的患者相比,既往上腹部手术的效应体现为更长的手术时间、更高的住院费用以及更高的中转开腹率。

本研究中ICG组胆道识别时间和手术时间均较非ICG组短,术中出血量亦较少。既往有上腹部手术史的患者常存在肝门部及肝十二指肠韧带周围粘连和解剖结构改变,在常规白光条件下可能

需要反复分离并确认胆总管位置。ICG荧光能够提供胆道走行的额外视觉信息,这可能有助于减少部分试探性分离和重复定位操作,可作为ICG组上述术中指标较优的一种可能解释。

本研究中ICG组中转开腹率为3.1%(2/64),数值上低于非ICG组的12.3%(14/114),但差异未达到统计学意义($P=0.054$)。进一步分析中转原因发现,非ICG组14例中转患者中有8例(57.1%)与肝门部及Calot三角致密粘连导致解剖结构不清有关,其余主要与胆总管嵌顿性结石、术中出血量及胆道解剖变异相关;ICG组2例中转分别由胆总管嵌顿性结石和医源性结肠损伤所致,均与胆总管定位困难无直接关系。既往针对上腹部手术史患者的研究^[29]亦显示,ICG荧光胆道成像可改善胆总管术中识别,并与较短的胆总管识别时间、手术时间及较少的术中出血量相关。结合本研究结果,ICG荧光成像可能在复杂粘连背景下为胆道定位提供一定辅助;但由于本研究中转事件数较少,且组间差异未达到统计学意义,尚不能据此认为ICG能够降低中转开腹风险。

ICG组和非ICG组术后并发症发生率分别为4.7%(3/64)和7.0%(8/114),差异无统计学意义。胆汁漏是本研究中最常见的术后并发症,ICG组和非ICG组发生率分别为3.1%(2/64)和4.4%(5/114),组间差异亦无统计学意义。本研究中,ICG主要用于术中胆道定位,并不作为胆管处理方式的选择依据,因此其潜在作用主要体现在术中解剖辨识^[30]。由于相关事件数较少,尚不足以判断ICG与特定术后并发症风险之间是否存在稳定关联。

两组结石残留率及随访期间结石复发率均较低,组间差异均无统计学意义。术中均采用胆道镜确认结石清除,并根据结石情况联合取石钳、生理盐水冲洗、网篮取石及碎石等方法处理,这可能是本研究结石残留率较低的原因之一。ICG组1例结石残留,经ERCP取石成功;非ICG组3例结石残留,其中2例经ERCP、1例经T管窦道取石处理,残留结石均获得进一步清除。进一步按胆管处理方式描述性分析,一期缝合与T管引流患者的结石残留率分别为1.6%和2.6%,结石复发率分别为3.3%和1.7%,差异均无统计学意义。近期Meta分析^[31]显示,一期缝合与T管引流在胆汁漏及结石复发等结局方面亦未观察到明确差异。但本研究中胆管处理方式由术中具体情况决定,并非

随机分配,且相关事件数较少,因此上述结果仅反映本队列的随访情况,不能据此判断一期缝合与T管引流的长期结局优劣。

本研究存在以下局限:(1)本研究为单中心回顾性队列研究,术中是否应用ICG并非随机分配,因此不可避免地存在一定的选择偏倚。此外,本研究未对腹腔粘连程度进行标准化分级,因此无法进一步评估粘连严重程度对胆道识别时间、手术时间、术中出血量及中转开腹等结局的影响。(2)研究时间跨度较长,术者经验积累及围手术期管理变化可能引入学习曲线效应,对手术时间、术中出血量及中转开腹率等结局造成潜在影响。(3)部分术后及远期结局事件发生率较低,且随访期间存在少量失访,可能限制相关结局比较的统计效能及远期结论的稳健性。(4)本研究采用固定剂量ICG给药方案,未根据患者体质量、肝功能状态或胆道梗阻程度进行个体化调整,且未进一步分析不同胆红素水平与ICG胆道荧光显影效果之间的关系,因此上述因素对显影效果的潜在影响仍需进一步研究。(5)本研究未能完整获取住院费用及费用构成资料,未进行卫生经济学分析,因此尚不能评价ICG荧光成像辅助LCBDE的成本效益。

总体而言,既往有上腹部手术史的胆总管结石患者接受LCBDE具有一定的可行性。ICG荧光成像可能有助于复杂腹腔解剖条件下的胆道定位,并与较短的胆道识别时间、手术时间及较少的术中出血量相关,但其对术后远期结局的影响仍需进一步研究验证。

作者贡献声明:肖卫东负责研究构思与总体设计、重要学术内容把关及最终定稿;魏蒋、邱日伟负责文献检索、数据收集、初稿撰写及统计分析。所有作者均已阅读并同意论文最终稿,并对论文的全部内容负责。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Gurusamy KS, Davidson BR. Gallstones[J]. BMJ, 2014, 348 (apr22 16):g2669. doi:10.1136/bmj.g2669.
- [2] Xu B, Luo TY, Yang TS, et al. Laparoscopic common bile duct exploration with primary closure is beneficial for patients with previous upper abdominal surgery[J]. Surg Endosc, 2022, 36(2): 1053-1063. doi:10.1007/s00464-021-08371-8.
- [3] Manes G, Paspatis G, Aabakken L, et al. Endoscopic management of common bile duct stones: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline[J]. Endoscopy, 2019, 51(5):472-491. doi:10.1055/a-0862-0346.
- [4] Kim YJ, Chung WC, Jo IH, et al. Efficacy of endoscopic ultrasound after removal of common bile duct stone[J]. Scand J Gastroenterol, 2019, 54(9):1160-1165. doi:10.1080/00365521.2019.1660911.
- [5] Lee HM, Min SK, Lee HK. Long-term results of laparoscopic common bile duct exploration by choledochotomy for choledocholithiasis: 15-year experience from a single center[J]. Ann Surg Treat Res, 2014, 86(1):1-6. doi:10.4174/ast.2014.86.1.1.
- [6] Ballou J, Wang YX, Schreiber M, et al. 10 years of laparoscopic common bile duct exploration: a single tertiary institution experience[J]. Am J Surg, 2019, 217(5): 970-973. doi: 10.1016/j.amjsurg.2019.03.006.
- [7] Lyu YX, Cheng YX, Li T, et al. Laparoscopic common bile duct exploration plus cholecystectomy versus endoscopic retrograde cholangiopancreatography plus laparoscopic cholecystectomy for cholecystocholedocholithiasis: a meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2019, 33(10):3275-3286. doi:10.1007/s00464-018-06613-w.
- [8] Yun KW, Ahn YJ, Lee HW, et al. Laparoscopic common bile duct exploration in patients with previous upper abdominal operations[J]. Korean J Hepatobiliary Pancreat Surg, 2012, 16(4): 154-159. doi:10.14701/kjhbps.2012.16.4.154.
- [9] Schirmer BD, Dix J, Schmieg RE, et al. The impact of previous abdominal surgery on outcome following laparoscopic cholecystectomy[J]. Surg Endosc, 1995, 9(10): 1085-1089. doi: 10.1007/BF00188992.
- [10] Parsons JK, Jarrett TJ, Chow GK, et al. The effect of previous abdominal surgery on urological laparoscopy[J]. J Urol, 2002, 168 (6):2387-2390. doi:10.1016/s0022-5347(05)64151-1.
- [11] Zhu JS, Sun G, Hong L, et al. Laparoscopic common bile duct exploration in patients with previous upper abdominal surgery[J]. Surg Endosc, 2018, 32(12):4893-4899. doi: 10.1007/s00464-018-6248-3.
- [12] Wang YQ, Bo XB, Wang YJ, et al. Laparoscopic surgery for choledocholithiasis concomitant with Calculus of the left intrahepatic duct or abdominal adhesions[J]. Surg Endosc, 2017, 31 (11):4780-4789. doi:10.1007/s00464-017-5555-4.
- [13] Zhu JS, Du P, He JP, et al. Laparoscopic common bile duct exploration for patients with a history of prior biliary surgery: a comparative study with an open approach[J]. ANZ J Surg, 2021, 91 (3):E98-E103. doi:10.1111/ans.16529.
- [14] Liang JJ, Li JX, Jiang YC, et al. Laparoscopic common bile duct exploration in patients with a previous history of biliary tract surgery[J]. J Vis Exp, 2023(192): 10.3791/64888. doi: 10.3791/

- 64888.
- [15] Wang XY, Teh CSC, Ishizawa T, et al. Consensus guidelines for the use of fluorescence imaging in hepatobiliary surgery[J]. *Ann Surg*, 2021, 274(1):97–106. doi:10.1097/SLA.0000000000004718.
- [16] 吕陈彬, 童林燕, 孙玉钦, 等. 吲哚菁绿荧光导航在腹腔镜胃癌根治术中应用价值[J]. *中国普通外科杂志*, 2025, 34(6):1228–1237. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250022.
- Lü CB, Tong LY, Sun YQ, et al. Clinical value of indocyanine green fluorescence navigation in laparoscopic radical gastrectomy for gastric cancer[J]. *China Journal of General Surgery*, 2025, 34(6): 1228–1237. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250022.
- [17] Cherrick GR, Stein SW, Leevy CM, et al. Indocyanine green: observations on its physical properties, plasma decay, and hepatic extraction[J]. *J Clin Invest*, 1960, 39(4): 592–600. doi: 10.1172/JCI104072.
- [18] Urbach DR, Khajanchee YS, Jobe BA, et al. Cost-effective management of common bile duct stones: a decision analysis of the use of endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP), intraoperative cholangiography, and laparoscopic bile duct exploration[J]. *Surg Endosc*, 2001, 15(1): 4–13. doi: 10.1007/s004640000322.
- [19] Broderick RC, Lee AM, Cheverie JN, et al. Fluorescent cholangiography significantly improves patient outcomes for laparoscopic cholecystectomy[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(10):5729–5739. doi:10.1007/s00464-020-08045-x.
- [20] 王晓冬, 张楷, 王苈, 等. 吲哚菁绿荧光导航在单孔腹腔镜胆囊肿切除术中的临床应用价值[J]. *中国普通外科杂志*, 2025, 34(8): 1718–1725. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250162.
- Wang XD, Zhang K, Wang X, et al. Clinical value of indocyanine green fluorescence navigation in single-incision laparoscopic cholecystectomy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2025, 34(8): 1718–1725. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250162.
- [21] Oak JH, Paik CN, Chung WC, et al. Risk factors for recurrence of symptomatic common bile duct stones after cholecystectomy[J]. *Gastroenterol Res Pract*, 2012, 2012: 417821. doi: 10.1155/2012/417821.
- [22] Ma CH, Zhang L, Wen JY, et al. Indocyanine green imaging in laparoscopic cholecystectomy plus laparoscopic common bile duct exploration: a suitable option for patients with difficult exploration (with videos)[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2023, 33(3): 235–240. doi:10.1097/SLE.0000000000001162.
- [23] Tzeng WJ, Lin YH, Hou TY, et al. Near-infrared cholangiography can increase the chance of success in laparoscopic approaches to common bile duct stones, even with previous abdominal surgery[J]. *BMC Surg*, 2023, 23(1):203. doi:10.1186/s12893-023-02103-6.
- [24] Lai EC, Chung DT, Lo ST, et al. The role of indocyanine green cholangiography in minimally invasive surgery[J]. *Minerva Surg*, 2021, 76(3):229–234. doi:10.23736/S2724-5691.21.08721-6.
- [25] Wang SY, Yuan WK, Yu AH, et al. Efficacy of different indocyanine green doses in fluorescent laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized, double-blind trial[J]. *J Surg Oncol*, 2024, 129(8):1534–1541. doi:10.1002/jso.27684.
- [26] Rhodes M, Nathanson L, O'Rourke N, et al. Laparoscopic exploration of the common bile duct: lessons learned from 129 consecutive cases[J]. *Br J Surg*, 1995, 82(5):666–668. doi:10.1002/bjs.1800820533.
- [27] Lezoche E, Paganini AM. Single-stage laparoscopic treatment of gallstones and common bile duct stones in 120 unselected, consecutive patients[J]. *Surg Endosc*, 1995, 9(10):1070–1075. doi: 10.1007/BF00188989.
- [28] Huang Y, Feng Q, Wang K, et al. The safety and feasibility of laparoscopic common bile duct exploration for treatment patients with previous abdominal surgery[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1):15372. doi: 10.1038/s41598-017-15782-y.
- [29] Wan Z, Wu L, Wang XZ. ICG fluorescence cholangiography in laparoscopic transductal common bile duct exploration in patients with previous upper abdominal surgery: a propensity score-matched analysis[J]. *Am Surg*, 2026, 92(2):500–508. doi:10.1177/00031348251378916.
- [30] Xu DW, Li XC, Li A, et al. Application of indocyanine green fluorescence imaging during laparoscopic reoperations of the biliary tract enhances surgical precision and efficiency[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2024, 34(6):583–589. doi:10.1097/SLE.0000000000001324.
- [31] Delgado LM, Pompeu BF, Pasqualotto E, et al. Primary closure versus T-tube drainage on common bile duct exploration for choledocholithiasis: an updated systematic review and meta-analysis[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2025, 35(6): 463–475. doi:10.1089/lap.2025.0048.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:邱日伟,魏蒋,肖卫东.吲哚菁绿荧光成像辅助腹腔镜胆总管探查术在既往上腹部手术史胆总管结石患者中的应用[J].*中国普通外科杂志*, 2026, 35(8):1573–1581. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.260139

Cite this article as: Qiu RW, Wei J, Xiao WD. Clinical application of indocyanine green fluorescence imaging-assisted laparoscopic common bile duct exploration in patients with common bile duct stones and a history of upper abdominal surgery[J]. *Chin J Gen Surg*, 2026, 35(8):1573–1581. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.260139