



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.02.010
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.02.010
China Journal of General Surgery, 2024, 33(2):236-243.

· 临床研究 ·

吲哚菁绿荧光导航在日间腹腔镜胆囊切除术中的临床应用价值

俞帆, 金丽明, 刘杰, 尚敏杰, 王志敏, 魏芳强

(杭州医学院附属人民医院/浙江省人民医院 肝胆胰外科、微创外科, 浙江 杭州 310014)

摘要

背景与目的: 近年来, 日间腹腔镜胆囊切除术 (DSLCL) 的开展逐渐增多。由于患者的入院、手术和出院通常在 24 h 内完成, DSLCL 对手术安全性和效率有更高的要求。此外, 一些超重肥胖患者的内脏脂肪组织过多可能会影响 DSLCL 术中肝外胆道的解剖; 吲哚菁绿 (ICG) 荧光导航可能帮助 DSLCL 术中对胆道结构的识别, 进而避免胆道损伤的发生。目前, ICG 荧光导航在 DSLCL 术中的应用鲜有报道。因而, 本研究探讨 ICG 荧光导航在 DSLCL 术中的临床应用价值。

方法: 回顾性分析 2021 年 7 月—2023 年 10 月 55 例在浙江省人民医院接受 DSLCL 的患者的临床资料, 根据术中是否应用 ICG 荧光导航分为荧光手术组 (22 例) 和普通手术组 (33 例), 比较两组患者的一般资料、手术时间、解剖胆囊三角时间、预估出血量以及肝外胆道识别率, 并分析超重肥胖 (BMI ≥ 24 kg/m²) 对肝外胆道识别的影响。

结果: 荧光手术组与普通手术组的一般资料、超重肥胖患者占比、手术时间、解剖胆囊三角时间和预估手术出血量差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$); 在解剖胆囊三角前, 荧光手术组胆囊管识别率、肝总管识别率均明显高于普通手术组 (59.1% vs. 21.2%, $P = 0.009$; 50.0% vs. 18.2%, $P = 0.018$); 在解剖胆囊三角后, 荧光手术组胆总管、肝总管以及胆囊管-胆总管连接处识别率明显高于普通手术组 (100.0% vs. 69.7%, $P = 0.004$; 100.0% vs. 33.0%, $P < 0.0001$; 86.4% vs. 27.3%, $P < 0.0001$); 荧光手术组中, 在解剖胆囊三角前, 超重肥胖患者胆总管识别率明显低于非超重肥胖患者 (50.0% vs. 92.8%, $P = 0.039$), 但在解剖胆囊三角后, 两者肝外胆道识别率无明显差异 ($P > 0.05$)。荧光手术组与普通手术组超重肥胖间比较结果显示, 在解剖胆囊三角前, 两组的肝外胆道识别率差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但在解剖胆囊三角后, 荧光手术组的肝总管、胆囊管-胆总管连接处识别率明显高于普通手术组 (100.0% vs. 25.0%, $P = 0.001$; 87.5% vs. 16.7%, $P = 0.005$)。

结论: DSLCL 术中运用 ICG 荧光导航是安全、可行的; ICG 荧光导航可以提高 DSLCL 术中的肝外胆道识别率, 即使在超重肥胖患者中, 也可以很大程度上帮助外科医生清晰识别肝外胆道。

关键词

胆囊切除术, 腹腔镜; 吲哚花青绿; 肥胖症

中图分类号: R657.4

基金项目: 浙江省基础公益研究计划基金资助项目 (LGF21H030011)。

收稿日期: 2023-12-04; **修订日期:** 2024-01-24。

作者简介: 俞帆, 杭州医学院附属人民医院本科生, 主要从事肝胆外科临床与基础方面的研究。

通信作者: 魏芳强, Email: wdfwfq@126.com

Clinical application value of indocyanine green fluorescence navigation in day-surgery of laparoscopic cholecystectomy

YU Fan, JIN Liming, LIU Jie, SHANG Minjie, WANG Zhimin, WEI Fangqiang

(Department of Hepatopancreatobiliary and Minimally Invasive Surgery, Zhejiang Provincial People's Hospital/Affiliated People's Hospital of Hangzhou Medical College, Hangzhou 310014, China)

Abstract

Background and Aims: In recent years, there has been a gradual increase in the adoption of day-surgery of laparoscopic cholecystectomy (DSLCL). Given that patients usually undergo admission, surgery, and discharge within 24 h, DSLCL demands higher standards of safety and efficiency. Moreover, excessive visceral fat in some overweight obese patients may affect the anatomical structure of the extrahepatic bile ducts during DSLCL. Indocyanine green (ICG) fluorescence navigation may aid in identifying bile duct structures during DSLCL, thus preventing bile duct injuries. Currently, there are few reports on the application of ICG fluorescence navigation in DSLCL. Therefore, this study was performed to investigate the clinical application value of ICG fluorescence navigation in DSLCL.

Methods: The clinical data of 55 patients who underwent DSLCL in Zhejiang Provincial People's Hospital from July 2021 to October 2023 were retrospectively analyzed. Patients were divided into a fluorescence surgery group (22 cases) and a conventional surgery group (33 cases) based on whether ICG fluorescence navigation was used during operation. The general data, operative time, time for dissection of the Calot's triangle, estimated blood loss, and identification rate of extrahepatic bile ducts were compared between the two groups, and the impact of overweight obesity ($BMI \geq 24 \text{ kg/m}^2$) on the identification of extrahepatic bile ducts was also analyzed.

Results: There were no significant differences in general data, proportion of overweight obese patients, operative time, time for dissection of the Calot's triangle, and estimated blood loss between the fluorescence surgery group and the conventional surgery group (all $P > 0.05$). Before dissection of the Calot's triangle, the identification rates of the cystic duct and common bile duct in the fluorescence surgery group were significantly higher than those in the conventional surgery group (59.1% vs. 21.2%, $P = 0.009$; 50.0% vs. 18.2%, $P = 0.018$). After dissection of the Calot's triangle, the identification rates of the common bile duct, hepatic duct, and cystic duct-common bile duct junction in the fluorescence surgery group were significantly higher than those in the conventional surgery group (100.0% vs. 69.7%, $P = 0.004$; 100.0% vs. 33.0%, $P < 0.0001$; 86.4% vs. 27.3%, $P < 0.0001$). In the fluorescence surgery group, the identification rate of the common bile duct in overweight obese patients was significantly lower than that in non-overweight obese patients before dissection of the Calot's triangle (50.0% vs. 92.8%, $P = 0.039$), while there was no significant difference in the identification rate of extrahepatic bile ducts between them after dissection of the Calot's triangle ($P > 0.05$). Comparison between overweight obese patients in the fluorescence surgery group and the conventional surgery group showed that there was no significant difference in the identification rate of extrahepatic bile ducts between the two groups before dissection of the Calot's triangle ($P > 0.05$), while the identification rates of the hepatic duct and cystic duct-common bile duct junction in the fluorescence surgery group were significantly higher than those in the conventional surgery group after dissection of the Calot's triangle (100.0% vs. 25.0%, $P = 0.001$; 87.5% vs. 16.7%, $P = 0.005$).

Conclusion: The application of ICG fluorescence navigation in DSLCL is safe and feasible; it can improve the identification rate of extrahepatic bile ducts during DSLCL, and even in overweight obese

patients, greatly assist surgeons in clearly identifying extrahepatic bile ducts.

Key words

Cholecystectomy, Laparoscopic; Indocyanine Green; Obesity

CLC number: R657.4

腹腔镜胆囊切除术 (laparoscopic cholecystectomy, LC) 是治疗胆囊结石、胆囊息肉、胆囊原位癌等胆囊良恶性疾病的标准术式^[1-3]。经历30余年的发展, 伴随技术的更新和患者生活质量水平的提高, 日间腹腔镜胆囊切除术 (day-surgery of laparoscopic cholecystectomy, DSLC), 即拟行胆囊切除患者的入院、手术和出院可在24 h内完成的手术模式已经逐渐进入外科医生和患者的视野, 成为一项可供选择的治疗方案^[4-5]。研究^[6-7]表明, DSLC安全可行, 与传统LC相比, DSLC更具成本效益和更高患者满意度。术后并发症的控制是关键, DSLC对手术安全性和效率也有更高的要求。胆管损伤 (bile duct injury, BDI) 是LC最常见且最严重的并发症, 可导致胆汁漏、梗阻性黄疸、腹腔脓毒症等后果, 发生率为0.4%~0.7%^[8]。BDI的主要原因是术中对肝外胆道的“错误识别”^[9-10]。虽然术前检查如腹部超声、电子计算机断层扫描 (CT)、磁共振胆胰管成像 (magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP) 等可帮助外科医生辨别肝外胆道, 但缺乏实时可视化的引导, 尤其对部分超重肥胖患者而言, 体内通常含有大量的脂肪组织, 可能影响外科医生对正常解剖结构的识别。一项研究^[11]显示, 体质量指数 (BMI) >27.5 kg/m²可能与LC手术困难有关。近年来, 吲哚菁绿 (indocyanine green, ICG) 作为一种近红外荧光染料在LC手术中得到越来越多的应用^[12-13]。ICG是一种水溶性三羧花氰系的色素, 具有较好的生物相容性, 其98%可以和血液中的血浆蛋白结合, 并可以发射荧光而运用于术中导航^[14]。研究^[15]表明, ICG能够提供胆道实时可视化导航, 尤其在胆囊急性炎症、存在致密粘连、胆道变异等复杂情况下, 荧光导航可以促进手术进展, 减少手术中转开放和严重并发症的发生, 进而提高困难LC的效率和安全性^[15]。然而, ICG荧光导航在DSLC术中, 尤其在超重肥胖患者的DSLC术中应用鲜有报道。本研究旨在探究DSLC术中ICG荧光导航的运用体会及其在超重肥胖患者中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2021年7月—2023年10月浙江省人民医院肝胆胰外科收治的行DSLC的患者资料。纳入标准: (1) 术前初步诊断为胆囊良性病变, 拟行DSLC手术; (2) 患者无手术禁忌证; (3) 临床资料完整。排除标准: (1) 对ICG过敏患者; (2) 合并胆道恶性肿瘤患者。根据纳入、排除标准, 共纳入55例患者资料, 其中荧光手术组22例, 平均年龄(42.2±9.4)岁; 普通手术组33例, 平均年龄(49.0±10.3)岁。同时两组依据患者的BMI各分为超重肥胖组 (BMI≥24 kg/m²) 和非超重肥胖组 (BMI<24 kg/m²), 其中荧光手术组中超重肥胖组8例, 非超重肥胖组14例; 普通手术组中超重肥胖组12例, 非超重肥胖组21例。所有研究对象术前均已签署知情同意书, 研究方案于2023年11月28日通过浙江省人民医院伦理委员会审批 (批号: QT2023399)。

1.2 手术方法

荧光手术组采用ICG荧光导航DSLC: (1) 术前准备: 术前对患者行ICG皮试, 明确患者无过敏情况; 以灭菌注射用水10 mL及25 mg的ICG配置ICG注射液备用, 即浓度为2.5 mg/mL; 于术前15 min经外周静脉注射0.5 mL ICG备用注射液, 注射ICG共1.25 mg; (2) 手术过程: 采用气管插管全麻, 仰卧位, 采用常规“三孔法”行DSLC, 脐沿、剑突下各置1.0 cm穿刺器, 右肋缘下于锁骨中线处置0.5 cm穿刺器。脐孔为观察孔置入荧光镜头, 用于观察胆囊管及肝外胆管的显像情况。剑突下孔为主操作孔, 运用分离钳、电凝刀、吸引器、Hem-o-lok夹等进行分离、电凝、吸引、上夹等操作; 右肋缘下孔为辅助孔, 运用抓钳协助胆囊三角暴露、解剖等操作; 在荧光导航辅助下, 游离胆囊管、胆囊动脉, 分别上Hem-o-lok夹夹闭后离断; 电凝分离胆囊床, 从胆囊床剥离胆囊, 经脐孔取出胆囊后对胆囊床止血, 缝合戳孔, 结束手术 (图1)。

普通手术组行常规 DSLC 手术, 不使用 ICG 荧光显影, 其余手术过程一致。



图1 ICG 荧光导航 DSLC

Figure 1 ICG fluorescence-guided DSLC

1.3 观察指标

(1) 肝外胆道结构(包括胆囊管、胆总管、肝总管、胆囊管-胆总管连接处)的识别;(2) 手术时间, 即腹腔镜建立至结束的时间;(3) 预估术中出血量。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析, 计数资料以例数(百分比) $[n(\%)]$ 表示, 比较采用 χ^2 检验。正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用 t 检验。比较各组及各亚组间者基线资料、肝外胆道识别率、手术时间及预估手术出血量进行统计学分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 荧光手术组与普通手术组一般资料及手术时间与术中出血量比较

荧光手术组与普通手术组的性别、体质量、BMI、合并症、诊断、实验室检查等差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$); 两组超重肥胖患者占比差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 荧光手术组与普通手术组之间的手术时间、解剖胆囊三角时间和预估手术出血量差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$) (表1)。

表1 荧光手术组与普通手术组一般资料及手术时间、术中出血量

Table 1 The general data, surgery duration, and intraoperative blood loss between the fluorescence surgery group and the conventional surgery group

项目	荧光手术组 (n=22)	普通手术组 (n=33)	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	42.2 \pm 9.4	49.0 \pm 10.3	0.013
性别[n(%)]			
男	9(40.9)	16(48.5)	0.783
女	13(60.1)	17(51.5)	
体质量(kg, $\bar{x} \pm s$)	60.6 \pm 13.3	63.3 \pm 11.0	0.275
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.9 \pm 3.9	23.4 \pm 2.6	0.497
BMI \geq 24 kg/m ² [n(%)]	8(36.4)	12(36.4)	1.000
合并症[n(%)]			
乙肝表面抗原携带者	2(9.1)	3(16.7)	1.000
高血压	2(9.1)	4(16.7)	1.000
诊断[n(%)]			
胆囊结石	16(72.7)	24(72.7)	1.000
胆囊息肉/胆囊腺肌症	6(27.3)	9(27.3)	1.000
实验室检查			
白细胞($10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	6.2 \pm 1.2	6.2 \pm 1.9	0.410
血小板($10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	239.7 \pm 55.6	235.3 \pm 69.8	0.712
血色素(g/L, $\bar{x} \pm s$)	140.2 \pm 16.8	146.7 \pm 17.0	0.099
总胆红素(μ mol/L, $\bar{x} \pm s$)	14.9 \pm 5.3	15.7 \pm 6.0	0.600
白蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$)	44.4 \pm 3.2	44.1 \pm 2.5	0.891
谷氨酸氨基转移酶(U/L, $\bar{x} \pm s$)	22.1 \pm 13.4	40.3 \pm 83.2	0.502
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)	39.4 \pm 13.3	36.6 \pm 15.9	0.283
解剖胆囊三角时间(min, $\bar{x} \pm s$)	10.7 \pm 5.5	8.7 \pm 4.7	0.221
预估手术出血(mL, $\bar{x} \pm s$)	8.9 \pm 10.6	13.0 \pm 13.0	0.229

2.2 肝外胆道结构识别

2.2.1 荧光手术组与普通手术组肝外胆道结构识别情况 在解剖胆囊三角前, 荧光手术组胆囊管识别率(59.1% vs. 21.2%, $P=0.009$), 及肝总管识别率(50.0% vs. 18.2%, $P=0.018$) 高于普通手术组, 两组胆总管和胆囊管-胆总管连接处的识别率差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 在解剖胆囊三角后, 荧光手术组的肝外胆道识别率大大提高, 胆囊管、胆总管、肝总管识别率都提高至 100%, 胆囊管-胆总管连接处识别率提升到 86.4%; 与普通手术组相比, 荧光手术组胆总管(100.0% vs. 69.7%, $P=0.004$)、肝总管(100.0% vs. 33.0%, $P < 0.0001$) 以及胆囊管-胆总管连接处(86.4% vs. 27.3%, $P < 0.0001$) 更高的识别率(表2)。

表2 荧光手术组与普通手术组肝外胆道结构识别的比较 [n (%)]

Table 2 Comparison of the identification of extrahepatic biliary structures between the fluorescence surgery group and the conventional surgery group [n (%)]

项目	荧光手术组 (n=22)	普通手术组 (n=33)	P
解剖胆囊三角前			
胆囊管	13(59.1)	7(21.2)	0.009
胆总管	17(77.3)	18(54.5)	0.152
肝总管	11(50.0)	6(18.2)	0.018
胆囊管-胆总管连接处	4(18.2)	1(3.0)	0.145
解剖胆囊三角后			
胆囊管	22(100.0)	33(100.0)	1.000
胆总管	22(100.0)	23(69.7)	0.004
肝总管	22(100.0)	11(33.0)	<0.000 1
胆囊管-胆总管连接处	18(86.4)	9(27.3)	<0.000 1

2.2.2 荧光手术组内不同BMI患者肝外胆道结构识别情况 在荧光手术组的亚组比较中,与非超重肥胖组相比,超重肥胖组在解剖胆囊三角前,胆总管识别率更低(50.0% vs. 92.8%, $P=0.039$);在解剖胆囊三角后,两组肝外胆道识别率无明显差异($P>0.05$) (表3)。

表3 荧光手术组内不同BMI患者肝外胆道结构识别的比较 [n (%)]

Table 3 Comparison of the identification of extrahepatic biliary structures in patients with different BMI within the fluorescence surgery groups [n (%)]

项目	非超重肥胖组 (n=14)	超重肥胖组 (n=8)	P
解剖胆囊三角前			
胆囊管	9(64.3)	4(50.0)	0.662
胆总管	13(92.8)	4(50.0)	0.039
肝总管	9(64.3)	4(50.0)	0.662
胆囊管-胆总管连接处	3(21.4)	1(12.5)	1.000
解剖胆囊三角后			
胆囊管	14(100.0)	8(100.0)	1.000
胆总管	14(100.0)	8(100.0)	1.000
肝总管	14(100.0)	8(100.0)	1.000
胆囊管-胆总管连接处	12(85.7)	7(87.5)	1.000

2.2.3 荧光手术组与普通手术组BMI ≥ 24 kg/m²患者肝外胆道结构识别情况 荧光手术组与普通手术组在超重肥胖组的亚组比较中,在解剖胆囊三角前,两组肝外胆道识别率差异无统计学意义($P>0.05$);在解剖胆囊三角后,荧光手术组肝总管(100.0% vs. 25.0%, $P=0.001$)和胆囊管-胆总管连接处

(87.5% vs. 16.7%, $P=0.005$)的识别率高于普通手术组(表4)。

表4 荧光手术组与普通手术组BMI ≥ 24 kg/m²患者肝外胆道结构识别的比较[n (%)]

Table 4 Comparison of the identification of extrahepatic biliary structures in patients with BMI ≥ 24 kg/m² between the fluorescence surgery group and the conventional surgery group [n (%)]

项目	荧光手术组 (n=8)	普通手术组 (n=12)	P
解剖胆囊三角前			
胆囊管	4(50.0)	2(16.7)	0.161
胆总管	4(50.0)	7(54.5)	1.000
肝总管	4(50.0)	2(16.7)	0.161
胆囊管-胆总管连接处	1(12.5)	1(8.3)	1.000
解剖胆囊三角后			
胆囊管	8(100.0)	12(100.0)	1.000
胆总管	8(100.0)	9(75.0)	0.242
肝总管	8(100.0)	3(25.0)	0.001
胆囊管-胆总管连接处	7(87.5)	2(16.7)	0.005

3 讨论

3.1 DSLC术中使用的ICG荧光导航的优势

LC越来越多地在可耐受患者中以日间手术的形式开展,患者常常恢复快速具有高获益、高满意度等优势^[16]。患者受益的前提是手术顺利进行,而LC手术并发症尤其是BDI的发生率并不低,尽管术前对胆道的一系列辅助检查如CT、MRCP等可帮助外科医生辨别,但大多数的BDI的发生仍然是由于外科医生的识别错误^[9-10]。因此需要一种更准确、方便、实时的识别方法来进行LC术中导航。有研究^[17-18]报道,术中胆管造影(intraoperative cholangiogram, IOC)可用于LC术中以确定胆道解剖结构并降低并发症发生率;但也有研究^[19]显示,LC可以在不使用IOC的情况下安全进行,并且胆道并发症发生率较低。由于IOC可能延长手术时间、操作繁琐、并增加患者放射线的暴露等局限性,通常并不推荐IOC作为LC术中常规导航工具。

ICG是一种水溶性染料,与蛋白结合后在近红外光的照射下可以发射荧光,被应用于医学各领域。2009年, Ishizawa等^[20]首次报道将ICG荧光显影技术应用于LC术中,并取得了较好导航结果。一项Meta分析^[21]报道,ICG荧光导航在LC中安全可行,并避免了IOC的辐射影响。近期研究^[15]表

明,在急性胆囊炎症、致密粘连、胆道变异等困难的LC中,ICG荧光导航可提高手术效率和安全性。本研究比较了有、无ICG荧光导航对实行DSLCLC的差异,结果显示两组手术时间和预估出血量均差异无统计学意义,但两组在解剖胆囊三角前后的肝外胆道识别率具有统计学意义,提示ICG荧光导航可以实现DSLCLC术中胆道定位,减少外科医生的“识别错误”,以避免BDI的发生。

3.2 影响ICG荧光导航对胆道结构识别效果的因素

值得注意的是,炎症、胆道解剖变异以及BMI等因素可能影响肝外胆道结构的辨认。有研究^[22]报道,炎症导致胆囊三角粘连后,ICG荧光胆道结构识别率偏低,但仍比无荧光组识别率高。本研究行DSLCLC的患者大都为经过严格评估(包括炎症程度、手术耐受性等)的患者,ICG荧光显像被组织炎症粘连干扰的比率会有所降低。在畸形胆道识别方面,ICG荧光造影则显示出与MRCP相当的敏感度,能够快速准确辨认出异常解剖结构^[23]。目前认为,BMI对ICG荧光显影的影响存在一定争议,Agnus等^[24]认为BMI对ICG荧光显像没有影响,而Dip等^[25]则认为BMI会影响荧光显像,尤其是在进行解剖胆囊三角前,并提出每增加1个单位的BMI,胆道荧光平均可视化会减少6%,但仍优于无荧光组。

本研究对于超重肥胖因素的亚组分析结果与Dip等^[25]研究相似,荧光手术组的超重肥胖亚组分析结果显示,BMI对荧光显影可能有一定的影响,尤其在解剖胆囊三角前,超重肥胖组的胆总管识别率(50.0% vs. 92.8%, $P=0.039$)明显低于非超重肥胖亚组。原因可能是由于肥胖患者的胆囊三角及附近区域通常覆盖着相对较厚的脂肪,限制了ICG荧光显像的穿透程度。ICG的穿透性通常在0.5~1.0 cm以内,如果内脏脂肪组织堆积严重,厚度超过1 cm,则ICG荧光显像效果通常较差。值得注意的是,在比较超重肥胖患者分别接受ICG荧光导航手术和普通手术的胆道识别率的差异可以发现,在解剖胆囊三角后,在超重肥胖患者中应用ICG荧光显像能提高肝总管(100.0% vs. 25.0%, $P=0.001$)和胆囊管-胆总管连接处(87.5% vs. 16.7%, $P=0.005$)的识别率。在超重肥胖患者中,BMI可能影响荧光显像,但是使用ICG荧光导航对肝外胆道的识别仍优于无荧光组,尤其是在解剖胆囊三角后、去除过多内脏脂肪组织后,ICG的穿透

性(0.5~1.0 cm)便可以发挥出功效,使得肝外胆道显影。此外,也有学者^[26]认为荧光胆道显像应用在BMI>25 kg/m²的患者中,可以通过重复术中荧光成像来更好地识别肝外胆道结构。总体来看,ICG作为DSLCLC荧光导航的工具有一定的优势,尤其是对于超重肥胖患者。即使胆囊三角附近有脂肪组织限制荧光穿透程度,荧光导航这项非侵入性辅助工具的使用可能使外科医生在完成解剖后更好地定位到胆道结构^[27]。

3.3 ICG不同注射途径的优缺点以及最佳注射时间和剂量的探究

在LC中对肝外胆道进行ICG染色,通常有两种给药途径:外周静脉注射和胆囊直接注射。这与ICG荧光导航运用于肝脏切除术不同,肝脏手术通常通过正染法和反染法进行目标肝段显像;而在胆道手术中,主要是根据含有ICG的胆汁流经胆道区域进而显影。

第一种是外周静脉注射途径,其优点是操作简便,几乎很少增加手术时间和难度,ICG泄露污染腹腔的风险低。ICG经过外周静脉进入循环后,会通过肝脏代谢,经胆汁所流通区域会显像;但其滞留在肝脏中的ICG可能会产生强烈的肝脏荧光背景信号,干扰胆道辨认的最后效果^[28]。因此ICG的最佳给药时间、剂量以及给药途径仍在探究中。有研究者认为,术前15~18 h注射25 mg ICG最佳,长时间的等待致使肝脏荧光亮度降低,肝胆之间的对比明显提高,但显然长时间的等候并不利于患者的手术,尤其是日间手术^[29];也有研究者认为,术前3~7 h注射5 mg ICG最佳^[30]。由于患者的多样性,也有学者^[31]提出按照单位千克的给药量可能更合理。有研究^[32]发现,随着给药时间的延长和给药量的增加,胆总管与肝脏的荧光强度比也逐渐增加,并在0.25 mg/kg、术前180 min给药时比值达到最大。外科医生在考虑ICG的最佳注射时间和剂量时,应将两者相互联系并视患者情况的不同而改变。对于行DSLCLC的患者来说,需要在短时间内就出现良好的视觉背景,可以选择在手术前短时间内注射少量或适量的ICG。本研究选择术前15 min于外周静脉注射1.25 mg的ICG,胆道荧光显示良好,在解剖胆囊三角后的肝外胆道识别率几乎达100%,并且给药时间相对固定,有利于研究的稳定性和可比性。

第二种是胆囊直接注射途径,这种方法可以

避免肝脏荧光来提供更好的背景,从而可以增加胆总管和肝脏之间的对比度,然而该方法操作难度比较大,对于操作者有一定的技术要求,并且可能存在手术时间延长、胆汁易溢出等风险^[33],需要选择合适的穿刺针和穿刺路径。而且有多项研究^[22,34]报告显示这种方法在胆囊结石嵌顿情况下无法成像,也有学者^[22]认为胆囊直接注射只在困难胆道(炎症粘连严重、胆道解剖变异引起胆道结构难以辨识)中具有相对优势。笔者认为,未来如果能够解决荧光剂泄露的问题,那这个方法可能在一些困难胆道患者中有不错的前景。

综上所述,DSLCT术中运用ICG荧光导航是安全、可行的;ICG荧光导航可以提高DSLCT术中的肝外胆道识别率,即使在超重肥胖患者中,也可以很大程度上帮助外科医生清晰识别肝外胆道。但对于不同患者ICG的合理注射途径、注射剂量以及注射时间还需进一步的研究,个性化的ICG注射方案可能值得进一步的探索。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:魏芳强参与选题、研究设计,手术实施,数据收集,统计分析,初稿撰写,论文修订与审核;俞帆参与选题、研究设计,数据收集,统计分析,初稿撰写,论文修订;金丽明、刘杰、尚敏杰、王志敏参与手术实施,论文写作指导,技术或材料支持等。

参考文献

- [1] Soper NJ, Stockmann PT, Dunnegan DL, et al. Laparoscopic cholecystectomy. The new 'gold standard'?[J]. *Arch Surg*, 1992, 127(8):917-921. doi:10.1001/archsurg.1992.01420080051008.
- [2] Kim SS, Donahue TR. Laparoscopic cholecystectomy[J]. *JAMA*, 2018, 319(17):1834. doi:10.1001/jama.2018.3438.
- [3] Reynolds W Jr. The first laparoscopic cholecystectomy[J]. *JSLs*, 2001, 5(1):89-94.
- [4] Ryan JM, O'Connell E, Rogers AC, et al. Systematic review and meta-analysis of factors which reduce the length of stay associated with elective laparoscopic cholecystectomy[J]. *HPB (Oxford)*, 2021, 23(2):161-172. doi:10.1016/j.hpb.2020.08.012.
- [5] Brescia A, Gasparrini M, Nigri G, et al. Laparoscopic cholecystectomy in day surgery: feasibility and outcomes of the first 400 patients[J]. *Surg*, 2013, 11: S14-S18. doi: 10.1016/j.surge.2012.09.006.
- [6] Detmer DE, Gelijns AC. Ambulatory surgery. A more cost-effective treatment strategy? [J]. *Arch Surg*, 1994, 129(2): 123-127. doi: 10.1001/archsurg.1994.01420260009001.
- [7] Gurusamy K, Junnarkar S, Farouk M, et al. Meta-analysis of randomized controlled trials on the safety and effectiveness of day-case laparoscopic cholecystectomy[J]. *Br J Surg*, 2008, 95(2): 161-168. doi:10.1002/bjs.6105.
- [8] Landman MP, Feurer ID, Moore DE, et al. The long-term effect of bile duct injuries on health-related quality of life: a meta-analysis[J]. *HPB (Oxford)*, 2013, 15(4): 252-259. doi: 10.1111/j.1477-2574.2012.00586.x.
- [9] Way LW, Stewart L, Gantert W, et al. Causes and prevention of laparoscopic bile duct injuries: analysis of 252 cases from a human factors and cognitive psychology perspective[J]. *Ann Surg*, 2003, 237(4):460-469. doi:10.1097/01.SLA.0000060680.92690.E9.
- [10] Strasberg SM, Brunt LM. Rationale and use of the critical view of safety in laparoscopic cholecystectomy[J]. *J Am Coll Surg*, 2010, 211(1):132-138. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2010.02.053.
- [11] Randhawa JS, Pujahari AK. Preoperative prediction of difficult lap chole: a scoring method[J]. *Indian J Surg*, 2009, 71(4): 198-201. doi:10.1007/s12262-009-0055-y.
- [12] Vlek SL, van Dam DA, Rubinstein SM, et al. Biliary tract visualization using near-infrared imaging with indocyanine green during laparoscopic cholecystectomy: results of a systematic review[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(7): 2731-2742. doi: 10.1007/s00464-016-5318-7.
- [13] Koong JK, Ng GH, Ramayah K, et al. Early identification of the critical view of safety in laparoscopic cholecystectomy using indocyanine green fluorescence cholangiography: a randomised controlled study[J]. *Asian J Surg*, 2021, 44(3): 537-543. doi: 10.1016/j.asjsur.2020.11.002.
- [14] 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.
- [15] Xu C, Yin M, Wang H, et al. Indocyanine green fluorescent cholangiography improves the clinical effects of difficult laparoscopic cholecystectomy[J]. *Surg Endosc*, 2023, 37(8): 5836-5846. doi: 10.1007/s00464-023-10035-8.
- [16] Tang H, Dong A, Yan L. Day surgery versus overnight stay laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Dig Liver Dis*, 2015, 47(7): 556-561. doi: 10.1016/j.dld.2015.04.007.
- [17] Sajid MS, Leaver C, Haider Z, et al. Routine on-table cholangiography during cholecystectomy: a systematic review[J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2012, 94(6): 375-380. doi: 10.1308/003588412X13373405385331.

- [18] Osailan S, Esailan M, Alraddadi AM, et al. The use of intraoperative cholangiography during cholecystectomy: a systematic review[J]. *Cureus*, 2023, 15(10): e47646. doi: [10.7759/cureus.47646](https://doi.org/10.7759/cureus.47646).
- [19] Pesce A, Portale TR, Minutolo V, et al. Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy without intraoperative cholangiography: a retrospective study on 1, 100 selected patients[J]. *Dig Surg*, 2012, 29(4): 310-314. doi: [10.1159/000341660](https://doi.org/10.1159/000341660).
- [20] Ishizawa T, Bandai Y, Kokudo N. Fluorescent cholangiography using indocyanine green for laparoscopic cholecystectomy: an initial experience[J]. *Arch Surg*, 2009, 144(4): 381-382. doi: [10.1001/archsurg.2009.9](https://doi.org/10.1001/archsurg.2009.9).
- [21] Lim SH, Tan HTA, Shelat VG. Comparison of indocyanine green dye fluorescent cholangiography with intra-operative cholangiography in laparoscopic cholecystectomy: a meta-analysis[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(4): 1511-1520. doi: [10.1007/s00464-020-08164-5](https://doi.org/10.1007/s00464-020-08164-5).
- [22] Liu YY, Liao CH, Diana M, et al. Near-infrared cholecystocholangiography with direct intragallbladder indocyanine green injection: preliminary clinical results[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(3):1506-1514. doi:[10.1007/s00464-017-5838-9](https://doi.org/10.1007/s00464-017-5838-9).
- [23] Ishizawa T, Bandai Y, Ijichi M, et al. Fluorescent cholangiography illuminating the biliary tree during laparoscopic cholecystectomy[J]. *Br J Surg*, 2010, 97(9): 1369-1377. doi: [10.1002/bjs.7125](https://doi.org/10.1002/bjs.7125).
- [24] Agnus V, Pesce A, Boni L, et al. Fluorescence-based cholangiography: preliminary results from the IHU-IRCAD-EAES EURO-FIGS registry[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(9):3888-3896. doi: [10.1007/s00464-019-07157-3](https://doi.org/10.1007/s00464-019-07157-3).
- [25] Dip F, LoMenzo E, Sarotto L, et al. Randomized trial of near-infrared incisionless fluorescent cholangiography[J]. *Ann Surg*, 2019, 270(6):992-999. doi:[10.1097/SLA.00000000000003178](https://doi.org/10.1097/SLA.00000000000003178).
- [26] Wang C, Peng W, Yang J, et al. Application of near-infrared fluorescent cholangiography using indocyanine green in laparoscopic cholecystectomy[J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(12): 300060520979224. doi:[10.1177/0300060520979224](https://doi.org/10.1177/0300060520979224).
- [27] 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](https://doi.org/10.1007/s00464-020-08045-x).
- [28] Verbeek FP, Schaafsma BE, Tummers QR, et al. Optimization of near-infrared fluorescence cholangiography for open and laparoscopic surgery[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28(4):1076-1082. doi: [10.1007/s00464-013-3305-9](https://doi.org/10.1007/s00464-013-3305-9).
- [29] Tsutsui N, Yoshida M, Nakagawa H, et al. Optimal timing of preoperative indocyanine green administration for fluorescent cholangiography during laparoscopic cholecystectomy using the PINPOINT® Endoscopic Fluorescence Imaging System[J]. *Asian J Endosc Surg*, 2018, 11(3):199-205. doi:[10.1111/ases.12440](https://doi.org/10.1111/ases.12440).
- [30] Boogerd LSF, Handgraaf HJM, Huurman VAL, et al. The best approach for laparoscopic fluorescence cholangiography: overview of the literature and optimization of dose and dosing time[J]. *Surg Innov*, 2017, 24(4):386-396. doi:[10.1177/1553350617702311](https://doi.org/10.1177/1553350617702311).
- [31] van den Bos J, Wieringa FP, Bouvy ND, et al. Optimizing the image of fluorescence cholangiography using ICG: a systematic review and ex vivo experiments[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(12): 4820-4832. doi:[10.1007/s00464-018-6233-x](https://doi.org/10.1007/s00464-018-6233-x).
- [32] Zarrinpar A, Dutson EP, Mobley C, et al. Intraoperative laparoscopic near-infrared fluorescence cholangiography to facilitate anatomical identification: when to give indocyanine green and how much[J]. *Surg Innov*, 2016, 23(4):360-365. doi: [10.1177/1553350616637671](https://doi.org/10.1177/1553350616637671).
- [33] Castagneto-Gissey L, Russo MF, Iodice A, et al. Intracholecystic versus intravenous indocyanine green (ICG) injection for biliary anatomy evaluation by fluorescent cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: a case-control study[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(12):3508. doi:[10.3390/jcm11123508](https://doi.org/10.3390/jcm11123508).
- [34] Graves C, Ely S, Idowu O, et al. Direct gallbladder indocyanine green injection fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2017, 27(10):1069-1073. doi:[10.1089/lap.2017.0070](https://doi.org/10.1089/lap.2017.0070).

(本文编辑 熊杨)

本文引用格式:俞帆,金丽明,刘杰,等.吲哚菁绿荧光导航在日间腹腔镜胆囊切除术中的临床应用价值[J].中国普通外科杂志,2024,33(2):236-243. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.02.010

Cite this article as: Yu F, Jin LM, Liu J, et al. Clinical application value of indocyanine green fluorescence navigation in day-surgery of laparoscopic cholecystectomy[J]. *Chin J Gen Surg*, 2024, 33(2):236-243. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.02.010