

# 单孔腹腔镜联合吲哚菁绿荧光成像技术在胆囊手术中的应用

曾维<sup>1</sup>,何晓<sup>2</sup>

(1. 赣南医科大学第一临床医学院; 2. 赣南医科大学第一附属医院肝胆外科, 江西 赣州 341000)

**摘要:**单孔腹腔镜联合吲哚菁绿(Indocyanine green, ICG)荧光成像技术在微创外科手术中的应用取得了显著进展,尤其在胆道和腹腔手术中展现了良好的安全性与效果。单孔腹腔镜技术自1992年首次应用以来,经过多年发展,已被广泛用于包括胆囊切除、阑尾切除、结直肠手术等多种复杂手术。随着手术器械的不断改进和技术优化,单孔腹腔镜手术的可行性和安全性不断提高,特别是在急性胆囊炎等病例中的应用已得到验证。与此同时,ICG荧光成像技术的引入为胆道显影提供了有力辅助,能够清晰显示胆道解剖结构,实时评估胆囊炎症程度及潜在恶性病变,从而显著降低胆管损伤风险。近年来,单孔腹腔镜与ICG荧光成像技术的联合应用已成为微创外科手术的新趋势。通过结合人工智能技术、柔性器械和改良影像系统,手术过程的精准性和安全性得到了显著提升。本文就单孔腹腔镜和ICG荧光成像技术的发展历程及临床应用现状进行综述,以期对微创外科领域的创新与实践提供参考。

**关键词:**单孔腹腔镜技术; ICG荧光成像; 微创外科; 手术安全性

**中图分类号:**R656 **文献标志码:**A **文章编号:**2097-7174(2026)01-0056-05

**DOI:**10.3969/j.issn.2097-7174.2026.01.009

## Application of single-port laparoscopy combined with indocyanine green fluorescence technology in gallbladder surgery

ZENG Wei<sup>1</sup>, HE Xiao<sup>2</sup>

(1. The First Clinical Medical school of Gannan Medical University; 2. Department of Hepatobiliary Surgery, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou, Jiangxi 341000)

**Abstract:**The application of single-port laparoscopic technique and ICG fluorescence imaging in minimally invasive surgery has made remarkable progress, especially in biliary and abdominal surgery, demonstrating good safety and efficacy. Since its first application in 1992 and after years of development, single-port laparoscopic technology has been widely used in a variety of complex surgeries, including cholecystectomy, appendectomy, colorectal surgery, etc. With the continuous improvement of surgical instruments and optimization of techniques, the feasibility and safety of single-port laparoscopic surgery have been continuously improved, especially in cases such as acute cholecystitis, and the application has received validation. At the same time, the introduction of ICG fluorescence imaging technology provides strong support for biliary tract visualization, enabling clear delineation of biliary anatomy, real-time assessment of gallbladder inflammation and potential malignant lesions, thereby significantly reducing the risk of bile duct injury. In recent years, the combined application of single-port laparoscopy and ICG fluorescence technology has become a new trend in minimally invasive surgery. By combining artificial intelligence technology, flexible instruments and improved imaging systems, the precision and safety of the surgical process has been significantly enhanced. This article summarizes the development and clinical application status of single-port laparoscopy technology and ICG fluorescence imaging technology, aiming to provide an important reference for innovation and practice in the field of minimally invasive surgery.

**Key words:** Single-port laparoscopic technique; ICG fluorescence imaging; Minimally invasive surgery; Surgical safety

随着微创外科技术的快速发展,手术方式的持续革新正在显著提升患者的治疗体验。其中,单孔腹腔镜与吲哚菁绿(Indocyanine green, ICG)荧光成像技术联合应用为胆囊手术领域带来了革命性的

通信作者:何晓,男,硕士,主任医师,教授,硕士生导师,研究方向:肝胆外科。E-mail:hexiao00914@163.com

突破。这种联合技术显著提升了手术的安全性与精准度,并将手术创伤降至最低,从而极大地促进了患者的术后康复,提高了患者满意度<sup>[1-2]</sup>。面对人口老龄化加速与胆囊结石发病率持续上升的双重挑战,微创外科技术正面临更高的要求。在此背景下,单孔腹腔镜与 ICG 荧光成像技术的联合应用,凭借其独特的优势,在胆道外科领域展现出巨大的潜力与价值。本文就单孔腹腔镜技术与 ICG 荧光成像技术的发展历程及临床应用现状进行综述。

## 1 单孔腹腔镜技术的发展

单孔腹腔镜技术的发展可追溯至 1992 年, Pelosi M A 等<sup>[3]</sup>首次报道了单孔腹腔镜阑尾切除术。这项开创性手术采用了 1 个 1.5 cm 的脐部切口,通过特制的多通道套管完成手术操作。这项技术的重要突破出现在 1997 年, Navarra G 等<sup>[4]</sup>完成了首例单孔腹腔镜胆囊切除术,采用 2 根 2 mm 细针器械辅助操作,开启了该技术在胆道手术中的应用。D'Alessio A 等<sup>[5]</sup>于 2001 年报道了 150 例单孔腹腔镜阑尾切除术,手术成功率达 98.5%,平均手术时间 45 min,术后并发症发生率仅 2.1%,有力证实了该技术的可行性和安全性。

技术的成熟推动了其应用范围的不断扩大,2007 年 Ccobellis G 等<sup>[6]</sup>成功完成单孔腹腔镜下 Meckel 憩室切除术,创新性地采用了“手套法”建立气腹通道,通过改造外科手套建立多通道气腹入口,解决了单孔手术中器械碰撞和操作空间受限的问题。Bucher P 等<sup>[7]</sup>报道了单孔腹腔镜下右半结肠切除术,首次在复杂结肠手术中证实了该技术的可行性。这些早期探索为后续技术改进奠定了重要基础,特别是在器械设计和手术入路方面提供了宝贵经验。

随着手术器械的改进和术式的优化,单孔腹腔镜技术在复杂胆道手术中的应用也取得了显著进展,尤其是弯曲器械和关节臂的引入,极大地提高了操作自由度<sup>[8-9]</sup>。欧洲多中心随机对照研究显示,单孔腹腔镜胆囊切除术在安全性上与传统多孔腹腔镜手术相当,2 组 60 d 总并发症发生率差异无统计学意义(单孔组 4.7%,多孔组 6.1%, $P>0.05$ )<sup>[10]</sup>。这一成果很大程度上归功于改良入路和新型器械的应用。改良入路通过优化手术路径,减少了手术对组织的损伤,同时提高了手术的可视性和操作空间。通过磁性固定和操作器械的协同作用,在体外锚定磁体的锚定牵拉下,胆囊三角显露清楚,能提

供足够的组织张力<sup>[11]</sup>。这一技术通过磁性固定器械,减少了器械在手术过程中的移位和不稳定,从而提高了手术的安全性和成功率。柔性器械的应用和“筷子技术”的推广也是这一进展的关键因素。柔性器械具有更好的适应性和灵活性,能够更好地适应复杂的手术环境。“筷子技术”通过优化器械交叉角度和采用不同长度的器械,有效解决了器械相互干扰的问题,提高了手术操作的流畅性和效率<sup>[12]</sup>。此外,3D 成像系统的引入和能量器械的改进,进一步提高了手术的精准度和安全性<sup>[13]</sup>。3D 成像系统提供了更清晰的手术视野,使术者能够更准确地判断手术部位和操作器械的位置。能量器械的改进则提高了手术的切割和凝血效果,减少了手术中的出血和组织损伤。

手术适应证方面也取得重要突破。研究表明,在严格选择病例的前提下,单孔技术可以安全应用于急性胆囊炎的早期病例(发病 72 h 内),但需要注意的是,胆囊壁厚度超过 4 mm 或有明显粘连时,仍建议采用传统多孔技术<sup>[9,14]</sup>。对于体质指数(Body mass index, BMI) $<28 \text{ kg/m}^2$ 且无腹部手术史的急性胆囊炎患者,单孔手术的安全性与传统多孔手术相当,非肥胖组与肥胖组术后并发症发生率(4.3%比 5.7%, $P=0.790$ )及住院时间(均为 3.3 d, $P=0.958$ )差异均无统计学意义<sup>[15]</sup>。但在国内,专家认为对于 BMI $<35 \text{ kg/m}^2$ 的患者选择单孔手术也是安全的<sup>[9]</sup>。研究表明,针对急性胆囊炎 I 级和 II 级的患者,单孔镜组切口满意度均优于传统多孔镜组,但手术时间均比传统多孔镜组更长,经脐单孔腹腔镜手术虽然手术时间较长但美容效果更好,其安全性不亚于传统三孔腹腔镜手术<sup>[14]</sup>。

近年来,单孔腹腔镜技术在微创外科领域获得广泛认可,随着机器人辅助系统的引入,特别是单孔机器人平台的开发,该技术在精准操作和术野显露方面的优势进一步凸显。在选择性胆囊切除术中,单孔技术不仅能实现与传统多孔手术相当的安全性与疗效,还兼具更优的美容效果与更快的术后恢复速度。然而,仍需要注意的是,该技术的开展需要严格的病例选择和系统的培训过程,这对于确保手术安全性和提高手术质量至关重要。

## 2 ICG 荧光成像技术在胆囊手术中的应用

ICG 作为我国目前唯一获国家药品监督管理局批准用于临床的近红外荧光分子探针,其在胆囊手术中的应用已成为提升手术安全性的关键手段<sup>[16]</sup>。

ICG是一种水溶性化合物,静脉注射后迅速与血浆蛋白结合,经肝脏摄取后几乎未经代谢即通过胆汁排出体外<sup>[17-18]</sup>。这一独特的药代动力学特性使ICG成为术中胆道显影的理想示踪剂。

2009年,Ishizawa T等<sup>[19]</sup>首次报道了使用ICG近红外荧光成像技术在腹腔镜胆囊切除术中实时显示胆道解剖结构,开启了该技术在胆囊外科的应用新纪元。此后,这一技术在全球范围内迅速推广,成为提高胆囊手术安全性的重要辅助手段<sup>[20-21]</sup>。

ICG荧光成像技术的核心价值在于实时可视化胆道解剖结构,这对于预防胆管损伤具有重要意义。胆管损伤是腹腔镜胆囊切除术最严重的并发症之一,这些损伤主要源于对胆道解剖结构的误认和误判<sup>[22-24]</sup>。ICG荧光成像能够在解剖Calot三角之前就清晰显示胆囊管、胆总管、肝总管以及胆囊管-胆总管连接部,显著提高了关键解剖标志的辨识度<sup>[25-26]</sup>。研究显示,胆总管和胆囊管的识别时间显著早于传统白光模式,ICG在肝脏和胆道中的显影时间可持续约2 h<sup>[27-28]</sup>。

在常规胆囊切除术中,ICG荧光成像能够提供清晰的胆道解剖显影,帮助术者快速识别胆道结构,缩短胆道造影时间,从而提高手术效率<sup>[29]</sup>。多项研究证实,ICG辅助胆囊切除术能够降低术后并发症发生率,特别是胆漏等严重并发症的发生率显著降低<sup>[30-31]</sup>。

在困难胆囊切除术中,ICG技术的优势尤为显著。困难胆囊切除术是指因急性胆囊炎、胆囊萎缩、严重粘连、解剖结构变异或既往腹部手术史等情况,导致术中解剖辨识困难且难以建立安全操作视野的胆囊切除手术<sup>[32]</sup>。对于急性胆囊炎患者,炎症和水肿常导致解剖层次不清,传统白光模式下胆道结构识别困难。ICG荧光成像能够穿透炎性组织,清晰显示胆道结构,帮助术者在复杂情况下做出正确的解剖判断<sup>[33]</sup>。研究表明,ICG荧光强度与组织炎症程度密切相关,严重炎症可能影响其显影效果,但在大多数急性胆囊炎病例中,ICG技术仍能提供有价值的胆道显影<sup>[34]</sup>。

对于经皮经肝胆囊穿刺引流后行胆囊切除术的患者,术中使用ICG荧光成像能够显著改善手术结局,降低中转开腹率和次全胆囊切除术比例<sup>[35]</sup>。此外,在复杂解剖变异病例中,如副胆囊等罕见情况,ICG荧光成像也能够帮助术者准确识别异常胆道结构,避免胆道损伤<sup>[36]</sup>。

### 3 单孔腹腔镜技术与ICG荧光成像技术联合应用现状

单孔腹腔镜技术与ICG荧光成像技术的结合,是微创外科向精准化与功能化发展的重要实践。该联合术式经由单一微小切口完成手术操作,并借助ICG荧光实时显影胆道系统的解剖结构及组织灌注情况,在保持手术微创性与美观效果的同时,显著提高了术中对关键结构的辨识精度与操作安全性<sup>[32]</sup>。这一技术整合不仅优化了传统手术方式,更进一步拓展了微创外科的理念内涵,为提升胆囊切除术的安全性与有效性提供了双重保障。

在临床应用方面,联合技术展现出多方面的优势。ICG荧光成像有效弥补了单孔腹腔镜因视野局限和操作角度受限所带来的不足。单孔腹腔镜手术中,器械集中于单一穿刺口,常导致操作空间狭小及视野暴露困难。ICG荧光成像则通过实时显示胆道解剖结构,使术者能够在有限视野中迅速、准确地识别关键解剖部位,即使在炎症、水肿或粘连等复杂情况下仍能维持清晰的解剖定位。在困难胆囊切除术中,该联合技术的优势尤为突出。对于萎缩胆囊、严重粘连或解剖变异病例,ICG荧光可清晰勾勒肝外胆管走行及胆囊三角区结构,辅助术者在复杂解剖环境中辨识并保护重要胆道,从而显著降低胆管损伤风险<sup>[34-35]</sup>。有研究<sup>[27-28]</sup>显示,采用ICG荧光导航的单孔腹腔镜手术组,其胆管损伤发生率显著低于传统单孔腹腔镜组。此外,ICG提供的实时组织灌注信息有助于术者更精准地判断剥离平面,识别潜在的血管损伤,进而减少术中出血与组织创伤<sup>[20,34]</sup>。多项研究证实,ICG荧光成像可有效缩短单孔腹腔镜手术时间,尤其在困难病例中,平均可减少约20 min,同时降低中转开腹率及术后并发症发生率<sup>[30-32,37]</sup>。

单孔腹腔镜联合吲哚菁绿荧光成像技术还具有显著的教学与培训价值。ICG荧光成像将关键解剖结构与手术步骤可视化,极大提升了手术教学的直观性与效果<sup>[35]</sup>。在传统单孔腹腔镜培训中,初学者常需要较长时间适应有限视野下的解剖识别,而ICG荧光显影可将胆道系统以荧光信号清晰呈现,帮助学员直观理解解剖关系与操作流程。研究表明,ICG辅助技术可显著缩短学习曲线,学员掌握单孔腹腔镜胆囊切除术所需要的案例数可由传统要求的约35例缩短至25例<sup>[38]</sup>。这种“视觉化引导”不仅降低了学习难度,也提升了培训过程的安全性,

有效避免因经验不足导致的解剖误判与操作失误。

在技术整合与创新方面,柔性器械与荧光镜头的结合显著优化了单孔手术的人机工程学体验。新一代柔性器械整合荧光成像功能,在提高操作灵活性的同时,使术者能在更舒适的位置获取清晰的荧光图像<sup>[10-11]</sup>。实时图像融合算法的应用为该联合技术带来新突破,能将术前CT或MRI影像与术中ICG荧光图像精准融合,从而构建出三维立体的解剖导航图像<sup>[27-28]</sup>。人工智能辅助识别技术的引入,使基于深度学习的图像算法能够自动检测并标记关键胆道结构,实时提示潜在风险区域<sup>[31-32]</sup>。机器人辅助单孔腹腔镜系统与ICG荧光导航的结合代表了该领域的高水平发展,如Da Vinci单孔机器人平台搭载的Firefly荧光成像系统,可在提供高清三维视野的同时实现白光与荧光模式的即时切换<sup>[39]</sup>。

#### 4 小结与展望

单孔腹腔镜联合ICG荧光成像技术通过整合结构化视野与功能性导航,在胆囊及胆道手术中展现出显著的临床优势,该技术在保持微创理念的基础上,有效提升了手术的安全性和精准度,特别适用于解剖变异复杂的病例和外科教学实践。未来,该技术发展要集中在智能化升级、成像技术优化和平台集成创新三个核心方向:人工智能和机器学习算法的融合应用将实现术中关键解剖结构的自动识别和风险实时预警;新一代荧光探针和高分辨率成像系统将提高组织穿透深度和信号特异性;机器人辅助单孔腹腔镜与ICG荧光导航的深度整合将为复杂肝胆胰手术提供更完善的解决方案。然而,技术推广仍需要克服设备成本控制、操作流程标准化、专业培训体系构建等关键问题,特别需要针对特殊人群制定个性化应用指南。未来的研究应聚焦于开展多中心前瞻性队列研究,系统评估该技术的长期临床效果与成本效益。通过积累高质量的循证医学证据,逐步建立规范的临床实践指南,从而推动该技术在更广泛患者群体中安全、有效地应用,引领胆道外科迈向精准化与智能化的新阶段。

所有作者均声明不存在利益冲突关系。

#### 参考文献:

- [1] 王晓冬,张楷,王苻,等. 吲哚菁绿荧光导航在单孔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,2025,34(8):1718-1725.
- [2] 顾钧,李茂岚,吴文广,等. 单孔腹腔镜与非单孔腹腔镜胆囊切除术安全性及有效性的荟萃分析[J]. 中国现代手术学杂志,2012,16(1):8-12.
- [3] Pelosi M A, Pelosi M A 3rd. Laparoscopic appendectomy using a single umbilical puncture (minilaparoscopy)[J]. J Reprod Med, 1992,37(7):588-594.
- [4] Navarra G, Pozza E, Occhionorelli S, et al. One-wound laparoscopic cholecystectomy [J]. Br J Surg, 1997, 84(5):695.
- [5] D'Alessio A, Piro E, Tadini B, et al. One-trocar transumbilical laparoscopic-assisted appendectomy in children: our experience [J]. Eur J Pediatr Surg, 2002, 12(1):24-27.
- [6] Cobellis G, Cruccetti A, Mastroianni L, et al. One-trocar transumbilical laparoscopic-assisted management of Meckel's diverticulum in children [J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2007,17(2):238-241.
- [7] Bucher P, Pugin F, Morel P. Single port access laparoscopic right hemicolectomy [J]. Int J Colorectal Dis, 2008,23(10):1013-1016.
- [8] 臧卫东,马君俊,臧潞,等. 单孔腹腔镜胃肠恶性肿瘤手术操作中国专家共识(2024版)[J]. 中国实用外科杂志,2024,44(5):490-496.
- [9] 中国研究型医院学会微创外科学专业委员会.《单孔腹腔镜胆囊切除术中国专家共识》(2024版)[J]. 腹腔镜外科杂志,2024,29(7):481-486.
- [10] Arezzo A, Passera R, Bullano A, et al. Multi-port versus single-port cholecystectomy: results of a multi-centre, randomised controlled trial (MUSIC trial)[J]. Surg Endosc, 2017,31(7):2872-2880.
- [11] 白纪刚,齐怡,李宇,等. 磁锚定技术在腹腔镜胆囊切除术中的临床应用[J]. 腹腔镜外科杂志,2019,24(10):782-785.
- [12] 王延洲,陈诚,徐嘉莉,等. “筷子法”单孔腹腔镜技术在宫颈癌中的应用[J]. 中华腹腔镜外科杂志(电子版), 2018,11(1):28-31.
- [13] 仲富瑞,程宦立,张浩,等. 三维与二维腹腔镜胆囊切除术治疗胆囊良性疾病疗效与安全性比较的Meta分析[J]. 中国普通外科杂志,2020,29(8):936-946.
- [14] 康利民,郑永,施红宁,等. 急性胆囊炎单孔腹腔镜胆囊切除术与传统腹腔镜手术的对比研究[J]. 腹腔镜外科杂志,2017,22(11):835-838.
- [15] Raakow J, Klein D, Barutcu A G, et al. Safety and efficiency of single-incision laparoscopic cholecystectomy in obese patients: a case-matched comparative analysis [J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2019, 29(8):1005-1010.
- [16] Alander J T, Kaartinen I, Laakso A, et al. A review of indocyanine green fluorescent imaging in surgery [J]. Int J Biomed Imaging, 2012,2012:940585.

- [17] Tepelenis K, Mpourazanis G, Hadjis D, et al. Laparoscopic cholecystectomy completely guided by indocyanine green fluorescence: a case report and narrative review of the literature[J]. *Cureus*, 2025,17(3):e80561.
- [18] Serban D, Badiu D C, Davitoiu D, et al. Systematic review of the role of indocyanine green near-infrared fluorescence in safe laparoscopic cholecystectomy (Review) [J]. *Exp Ther Med*, 2022,23(2):187.
- [19] 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.
- [20] Pesce A, Piccolo G, Lecchi F, et al. Fluorescent cholangiography: an up-to-date overview twelve years after the first clinical application [J]. *World J Gastroenterol*, 2021,27(36):5989-6003.
- [21] Ladd A D, Zarate Rodriguez J, Lewis D, et al. Low vs standard-dose indocyanine green in the identification of biliary anatomy using near-infrared fluorescence imaging: a multicenter randomized controlled trial [J]. *J Am Coll Surg*, 2023,236(4):711-717.
- [22] Zarrinpar A, Dutson E P, 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.
- [23] 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.
- [24] Flum D R, Patchen Dellinger E, Cheadle A, et al. Intraoperative cholangiography and risk of common bile duct injury during cholecystectomy [J]. *JAMA*, 2003, 289(13): 1639-1644.
- [25] Boni L, David G, Mangano A, et al. Clinical applications of indocyanine green (ICG) enhanced fluorescence in laparoscopic surgery [J]. *Surg Endosc*, 2015,29(7): 2046-2055.
- [26] Vlek S L, Van Dam D A, Rubinstein S M, 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.
- [27] Daskalaki D, Fernandes E, Wang X, et al. Indocyanine green (ICG) fluorescent cholangiography during robotic cholecystectomy: results of 184 consecutive cases in a single institution [J]. *Surg Innov*, 2014,21(6):615-621.
- [28] Schols R M, Bouvy N D, Van Dam R M, et al. Combined vascular and biliary fluorescence imaging in laparoscopic cholecystectomy [J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(12):4511-4517.
- [29] Symeonidis S, Mantzoros I, Anestiadou E, et al. Biliary anatomy visualization and surgeon satisfaction using standard cholangiography versus indocyanine green fluorescent cholangiography during elective laparoscopic cholecystectomy: a randomized controlled trial [J]. *J Clin Med*, 2024,13(3):864.
- [30] Tang Y, Liu R, Liu H, et al. Effects of indocyanine green (ICG) imaging-assisted cholecystectomy on intraoperative and postoperative complications: a meta-analysis [J]. *Surg Innov*, 2024,31(4):362-372.
- [31] Ravikumar S, Musham R, Vardhan Rao G V, et al. Impact of indocyanine green (ICG) fluorescence cholangiography on operative time and safety in laparoscopic cholecystectomy: a prospective randomized controlled study [J]. *Cureus*, 2025,17(7):e88639.
- [32] Pucher P H, Michael Brunt L, Fanelli R D, et al. SAGES expert Delphi consensus: critical factors for safe surgical practice in laparoscopic cholecystectomy [J]. *Surg Endosc*, 2015,29(11):3074-3085.
- [33] Manasseh M, Davis H, Bowling K. Evaluating the role of indocyanine green fluorescence imaging in enhancing safety and efficacy during laparoscopic cholecystectomy: a systematic review [J]. *Cureus*, 2024,16(11):e73388.
- [34] Hiwatashi K, Okumura H, Setoyama T, et al. Evaluation of laparoscopic cholecystectomy using indocyanine green cholangiography including cholecystitis: a retrospective study [J]. *Medicine*, 2018,97(30):e11654.
- [35] Yoshiya S, Minagawa R, Kamo K, et al. Usability of intraoperative fluorescence imaging with indocyanine green during laparoscopic cholecystectomy after percutaneous transhepatic gallbladder drainage [J]. *World J Surg*, 2019,43(1):127-133.
- [36] 黄宜锋, 谢建森, 贺更生. 吲哚菁绿荧光技术在腹腔镜复杂胆囊切除术中的临床应用 [J]. *腹腔镜外科杂志*, 2023,28(11):836-840.
- [37] Broderick R C, Li J Z, Huang E Y, et al. Lighting the way with fluorescent cholangiography in laparoscopic cholecystectomy: reviewing 7 years of experience [J]. *J Am Coll Surg*, 2022, 235(5):713-723.
- [38] Zhan F, Yang L, Zhang Y, et al. Single-port laparoscopic cholecystectomy with indocyanine green: a propensity score study [J]. *J Minim Access Surg*, 2025, doi: 10.4103/jmas.jmas\_287\_24.
- [39] 向涵, 母德安, 王强, 等. 3D荧光反染超微创单孔腹腔镜Ⅵ段, V段背侧段解剖性肝切除 [J]. *中华普外科手术学杂志(电子版)*, 2025,19(6):610-610.  
(收稿:2025-01-08)(修回:2025-03-08)  
(责任编辑:睦荣燕)