

吲哚菁绿荧光影像技术在肝胆胰外科中的应用

肖少飞¹, 曾蓊宁¹, 张钰华¹, 唐彪^{2*}

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²永州市中心医院肝胆胰脾外科, 湖南 永州

收稿日期: 2025年3月24日; 录用日期: 2025年4月19日; 发布日期: 2025年4月24日

摘要

吲哚菁绿(indocyaninegreen, ICG)荧光影像技术(Indocyaninegreen fluorescence image, ICG-FI)是由近红外光激发产生荧光的成像方式。本研究系统阐述了该技术的显像机制、给药方案及临床安全性。在肝脏外科领域, ICG-FI技术被广泛应用于肿瘤边界界定、肝功能储备检测、肝段染色定位及胆漏预防等方面; 在胆道外科中, 该技术为胆囊切除及肝内胆管癌手术提供了精确导航; 在胰腺外科方面, 其可有效协助病变定位及淋巴结清扫; 同时, 该技术可降低术后胆漏及肝功能衰竭的风险。通过结合三维重建技术, ICG-FI实现了肿瘤精确定位及周边血管胆管结构的清晰辨识, 促进了手术方案的优化, 推动了肝胆胰外科向微创化、精准化方向发展。

关键词

吲哚菁绿, 荧光影像技术, 肝胆胰外科, 肝切除

Clinical Applications of Indocyanine Green Fluorescence Imaging in Hepatobiliary and Pancreatic Surgery

Shaofei Xiao¹, Jining Zeng¹, Yuhua Zhang¹, Biao Tang^{2*}

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Hepatobiliary Splenopancreatic Surgery, Yongzhou Central Hospital, Yongzhou Hunan

Received: Mar. 24th, 2025; accepted: Apr. 19th, 2025; published: Apr. 24th, 2025

Abstract

Indocyanine green fluorescence imaging (ICG-FI) is an imaging modality that utilizes near-infrared

*通讯作者。

文章引用: 肖少飞, 曾蓊宁, 张钰华, 唐彪. 吲哚菁绿荧光影像技术在肝胆胰外科中的应用[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 2743-2748. DOI: 10.12677/acm.2025.1541236

light to excite fluorescence. This study systematically elucidates the imaging mechanism, administration protocols, and clinical safety of this technology. In the field of hepatic surgery, ICG-FI has been extensively applied for tumor boundary delineation, assessment of liver functional reserve, hepatic segment staining and localization, and bile leak prevention. In biliary surgery, the technique provides precise navigation for cholecystectomy and surgery for intrahepatic cholangiocarcinoma. In pancreatic surgery, it effectively assists in lesion localization and lymph node dissection. Additionally, ICG-FI reduces the risk of postoperative bile leaks and hepatic failure. By integrating three-dimensional reconstruction technology, ICG-FI enables precise tumor localization and clear identification of surrounding vascular and biliary structures, thereby facilitating the optimization of surgical strategies. This advancement propels hepatobiliary and pancreatic surgery toward minimally invasive and precision-oriented approaches.

Keywords

Indocyanine Green (ICG), Fluorescence Imaging, Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Hepatectomy

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

ICG 作为一种近红外光荧光染料，随着 ICG 在上世纪经过美国药品管理委员会的批准，如今在临床得到了广泛的运用，近年来 ICG-FI 在肝胆胰外科的应用已经逐渐成熟[1]。它可以为我们提供肝脏血流动力学信息，还可以探测出肿瘤的位置、大小及周围组织信息，在肝切除术中尤为重要。上世纪末，Mitsubishi 等将 ICG-FI 技术对肝脏血管和肝胆管进行荧光成像，清楚地显示了术中肝动脉、门静脉和胆管的解剖结构[2]，后来越来越多的肝胆胰外科医生开始将其运用于肝胆胰外科手术，取得满意的效果。

2. 原理机制

上世纪末，科学家们观察到 ICG 与蛋白质结合后可以发出荧光，并且在 840 nm 的近外红光下达到了这一峰值[3]。它不仅具有较好的水溶性和热稳定性，还具有一定的生物相容性[4]。将 ICG 通过静脉注入人体后，会在血液循环中与蛋白质结合，不通过肾脏排出，通过肝脏进行代谢，但不通过肠肝循环，而是通过胆汁排出体外[5]。依据这一理论，ICG-FI 技术可作为一种理想的诊断和治疗手段。

3. 应用方法

3.1. 用法用量

ICG 宜予无菌注射用水稀释，因其溶液稳定性有限，建议 6~10 h 内使用。根据我国《计算机辅助联合吲哚菁绿分子荧光影像技术在肝脏肿瘤诊断和手术导航中的应用专家共识》[6]，总结如下：1) 关于肿瘤的检测和定位：在手术前的 24 小时内，通过外周静脉注入 ICG 溶液，其浓度为 2.5 mg/ml，而剂量范围是 0.25~0.50 mg/kg；2) 确定肿瘤的界限：在手术前的 24 小时内，通过外周静脉注入 ICG 溶液，其浓度为 2.5 mg/ml，剂量范围是 0.25~0.50 mg/kg；3) 对于残留的肝脏进行检测：在手术前的 24 小时内，通过外周静脉注入 ICG 溶液，其浓度为 2.5 mg/ml，而剂量范围是 0.25~0.50 mg/kg；4) 肝分段(负显示法)：在手术过程中，利用 Glisson 蒂鞘的外解剖技术定位并阻断目标肝蒂，然后通过外周静脉注入 ICG 溶液，

其浓度为 2.5 mg/ml, 剂量为 1 ml; 5) 肝分段(正显示法): 在手术过程中, 通过目标门静脉静脉注入 ICG 溶液, 浓度为 2.5 mg/ml, 剂量为 0.1 ml, ICG 溶液与 5.0 ml 的靛蓝胭脂红混合溶液。6) 在肝分段(实验): 在手术过程中, 通过股动脉穿刺进行选择性的肝段动脉注射, 其浓度为 1.0 mg/ml, 而剂量为 1.0 ml; 7) 对于肝断面的胆漏检测: 在手术过程中, 通过胆囊管注入 ICG 溶液, 其浓度为 2.5 mg/ml, 而剂量范围是 5.0~10.0 ml。

3.2. 安全性

自从 1959 年吲哚菁绿药剂获美国 FDA 批准后, 已用于临床几十年了, 其药物不良反应的发生率小于万分之一, 对病人来说使用吲哚菁绿药剂耐受性良好, 每天最大使用量是 2 mg/kg [7], 但有碘过敏史的患者应禁止使用, 以免出现过敏反应; ICG 可能导致患者出现恶心、呕吐、发热和荨麻疹等副作用, 严重情况下甚至可能导致休克。另外, ICG 的不完全溶解也可能引发恶心、发热和休克等反应。因此, 从注射 ICG 开始到检查结束, 都需要严格监控患者的状况。吲哚菁绿药剂在临床诊断及治疗中充分发挥了其应用的价值[8]。

4. 肝胆胰外科手术中的应用

4.1. 肝切除手术中的应用

(1) 肝脏储备功能评估

因为 ICG 不经过肾脏排除, 经肝脏代谢, 而无肝肠循环, 也无淋巴反流现象, 因此具有极为重要的评价肝储备功能作用。ICG 试验原理为通过测定患者体内 ICG 排泄速率, 进而测定患者肝脏储备功能。手术前的肝脏储备能力的评估是传统的 Child-Pugh 评分法的重要补充[9]。在临床上被广泛采用的肝功能评估方法中, 吲哚菁绿 15 min 滞留率也是所有肝功能指标中与肝脏储备功能最具有相关性敏感指标, 能够有效判断手术后肝衰竭的发生可能[10]。

(2) 肝切除术

腹腔镜肝切除手术对术者掌握肿瘤边界的要求较高, 进而确保 R0 切除的手术效果。肝癌患者的肿瘤位置和肿瘤边界清晰, 可以使得肝癌的手术难度进一步降低, 帮助术者作出更加准确的判断[11]。ICG-FI 技术凭借 ICG 能够清晰显示出肿瘤的位置和边界, 在肝癌手术中实现了更加有效的使用。术中能够帮助术者对肝癌的肿瘤边界和位置进行显示, 使术者在实施手术时尽可能地保护更多的正常肝组织, 提高手术的成功性, 降低了肝功能衰竭的可能性。当然, ICG-FI 也有一定的局限性, 比如: ICG 对于距离肝脏表面超过 1 cm 的较深部位肿瘤无显影效果; 肝脏增生的局灶性结节、肝硬化结节等也会显影, 具有一定的假阳性率; 术前注射时间、注射剂量及肝功能状况对术中肿瘤的显影效果具有显著影响, 可能导致显影不清晰或完全不显影, 从而影响医生的判断与治疗效果。

微小肝癌早期诊断和位置确认对患者预后有着重要影响, 早期判断微小病灶有助于肝胆外科的诊断, 而术前 CT 及 MRI 检查则是早期判断微小肝癌病灶的重要依据, 特别是合并肝硬化患者, 通过 CT、MRI 检查可判断肿瘤的具体位置、大小及形态、肝组织整体状况, 为外科手术提供重要参考信息[12]。近年来, ICG-FI 作为新的检测方法, 能有效提高肝胆外科临床中微小肝癌以及手术切缘的肿瘤残留率检查[13]。术者可以通过 ICG-FI 在术中实时观察肿瘤与肝实质的界限, 减少手术切缘肿瘤残余, 改善患者预后情况, 使患者有更长久的生存期。术前影像检查和 ICG-FI 在微小肝癌临床中具有重要意义, 改善患者预后。

(3) 左右半肝边界定位

以往术者在术中标记左右半肝的方法包括: 阻断肝血流、利用超声引导门静脉注射美蓝以及使用传统解剖学定义的 Cantlie 线[14]。阻断肝血流的方法缺点是肝内脉管受到肿瘤的压迫而引发肝脏的形态学

变化,使得左右半肝的界限变得模糊。美蓝染色剂则容易被血液洗脱,作用时间短,且易污染周围肝组织。传统解剖学定义的 Cantlie 线是指胆囊窝前方中点与下腔静脉下部的连线,但由于个体化的差异,实际存在较大的偏差[15]。而 ICG 技术能够对肝脏进行持续的染色,这种染色不仅局限于肝脏的表面,还能实现立体的染色效果。在手术过程中,ICG 能有效地展示左、右半肝的界限,为肝切除手术提供辅助,从而实现更为精确的解剖性半肝切除[16]。

(4) 解剖性肝切除

外科医师在进行解剖性肝切除手术时,选择适当的肝段和断肝平面是医师面对的最大难题。ICG 肝段的染色方法可以持续的在肝脏的表面和实质显影,这为手术医生进行解剖性肝段切除提供了一个更为精确的断肝位置[17]。目前手术中 ICG 肝段的染色技术主要可以分为正染法以及反染法这两大类。正染法是一种在术中通过超声引导来精确定位目标肝蒂,或利用第一肝门来分离目标肝蒂,或在劈肝后定位到目标肝蒂,然后将 ICG 注射到相应的肝段门静脉中,以便清晰地展示目标肝段。反染法则是在解剖目标肝蒂后再进行阻断,然后由巡回护士将 ICG 注入外周静脉,将未被阻断的肝段进行染色[18]。路志宇等人通过对荧光腹腔镜解剖性肝切除术中 ICG 染色的方法及剂量选择的研究,结果提示鞘外解剖联合低剂量 ICG 反染法是腹腔镜半肝切除术的安全有效策略[19]。

4.2. 胆道手术中的应用

(1) 胆囊切除术中的应用

腹腔镜胆囊切除术作为临床最常用的胆囊切除手术,已广泛应用于胆囊炎等胆道疾病的治疗,但由于胆管解剖学上的复杂性,使术者在操作过程的难度加大,尤其面对有炎症、解剖变异的病人,医源性胆管损伤的发生率大大提高[20]。ICG-FI 可以清晰地显示胆管的解剖位置,有利于术者对复杂情况下的胆管进行识别,有效避免胆管的损伤[21]。李斌等人术中通过 ICG-FI 对 78 名复杂性胆囊疾病患者进行胆道显影,71 名患者显影成功,术中发现了胆囊管变异 1 例,胆囊床胆漏 2 例,胆总管漏 1 例,术中无胆管损伤,结果提示了复杂胆囊切除术中应用 ICG-FI 可帮助术者发现胆管变异、胆漏,避免了术中损伤胆管[22]。因此 ICG-FI 在腹腔镜胆囊切除术中应用有着重要意义和价值,值得推广与探讨。

(2) 肝内胆管癌中的应用

肝内胆管癌(ICC)的患病率正逐年上升,而 ICC 的浸润性增长、容易出现卫星病灶以及肝脏内部转移的特质,使得临床上 ICC 的治疗难度很大[23]。利用 ICG-FI,术者可以在术前及术中识别和定位微小的病变,确定肿瘤的边界,从而实现 R0 切除,即完全切除肿瘤而不留下残留的病灶[5]。它不仅增强了手术过程中的安全性,同时也改善了 ICC 患者的预后。

4.3. 胰十二指肠手术中的应用

胰十二指肠手术是临床治疗胰腺癌的重要方式之一,但其具有较大的手术难度及较高的手术风险。ICG 在胰腺神经内分泌肿瘤显像具有强荧光,而胰腺囊性肿瘤显像呈弱荧光;但是胰腺导管腺癌与胰腺正常组织的荧光强度相差很小,对比度较低,可以用来鉴别胰腺神经内分泌肿瘤和胰腺囊性肿瘤,从而提高诊断准确性[24]。此外,在胰腺手术中清扫淋巴结具有重要的意义。ICG 可以对胰腺淋巴管及淋巴结组织进行显影,术者可以根据此荧光信号对其进行清扫,对患者预后起到了直接作用,提高了患者生存几率[25]。

4.4. 预防胆漏

ICG-FI 在肝脏及胆道手术中的应用不断加深,其是在预防术后胆漏等方面也展现出重要临床价值。在以往临床手术中,主要有 2 种方法可以判断手术后是否存在胆漏,分别是在胆管内注入生理盐水、美

蓝。由于生理盐水是无色的,因此在肝断面上观察起来十分的困难,而使用美蓝溶液则会让周边的肝断面组织也发生染色,这也会使得难以观察到胆漏位置[26]。而使用 ICG 荧光技术进行胆道显影,则能很好避免这些问题;根据国外的文献资料,具体的使用方式是通过胆囊管注入 ICG 并夹闭胆总管的远端,利用腹腔镜的荧光模式来实时检测肝脏断面的胆汁泄漏情况[27]。具体的报道有:Kaibori 等人的研究表明 ICG-FI 能够实时监测胆汁泄漏,医生可以在荧光模式下清晰地观察到胆道的显影情况,及时发现胆漏的位置,及时修补和干预[28]。进一步证明了 ICG-FI 能有效降低了胆漏的发生率。

5. 展望

随着越来越多的新兴技术应用到临床中,其中 3D 可视化技术在肝胆外科的肝切除手术中也发挥出很好的临床效果[29]。ICG-FI 与 3D 可视化技术的联合应用能在临床中发挥出更好的效果。3D 可视化为肝切除提供清晰的肝脏解剖,借助实时的 ICG 引导,使肝胆外科手术过程中可视化得到完善和提升[30]。王晓颖及其团队利用 3D 技术联合 ICG-FI 先对门静脉属支的流域进行分析,通过精确穿刺目标肝段门静脉注射 ICG 来实现精确的目标肝段染色,完成了 SII~SVIII 段的解剖性肝切除手术[31]。这些新技术标志着肝胆外科手术技术的不断革新,为患者带来了更好的治疗效果同时,也为未来的临床实践提供了新的思路。

参考文献

- [1] Baiocchi, G.L., Diana, M. and Boni, L. (2018) Indocyanine Green-Based Fluorescence Imaging in Visceral and Hepatobiliary and Pancreatic Surgery: State of the Art and Future Directions. *World Journal of Gastroenterology*, **24**, 2921-2930. <https://doi.org/10.3748/wjg.v24.i27.2921>
- [2] Mitsuhashi, N., Kimura, F., Shimizu, H., Imamaki, M., Yoshidome, H., Ohtsuka, M., *et al.* (2008) Usefulness of Intraoperative Fluorescence Imaging to Evaluate Local Anatomy in Hepatobiliary Surgery. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery*, **15**, 508-514. <https://doi.org/10.1007/s00534-007-1307-5>
- [3] Landsman, M.L., Kwant, G., Mook, G.A. and Zijlstra, W.G. (1976) Light-Absorbing Properties, Stability, and Spectral Stabilization of Indocyanine Green. *Journal of Applied Physiology*, **40**, 575-583. <https://doi.org/10.1152/jap.1976.40.4.575>
- [4] Tani, Y., Sato, H., Yoshida, R., Yasui, K., Umeda, Y., Yoshida, K., *et al.* (2022) Favorable Control of Hepatocellular Carcinoma with Peritoneal Dissemination by Surgical Resection Using Indocyanine Green Fluorescence Imaging: A Case Report and Review of the Literature. *Journal of Medical Case Reports*, **16**, Article No. 222. <https://doi.org/10.1186/s13256-022-03440-5>
- [5] 庞润华, 朱亚青, 吴健, 等. 三维可视化联合吲哚菁绿清除试验在肝肿瘤合并肝硬化患者手术应用疗效分析[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(1): 71-78.
- [6] 张绍祥, 姜洪池, 梁力建, 等. 计算机辅助联合吲哚菁绿分子荧光影像技术在肝脏肿瘤诊断和手术导航中的应用专家共识[J]. 中国实用外科杂志, 2017, 37(5): 531-538.
- [7] Ietto, G., Amico, F., Soldini, G., Chiappa, C., Franchin, M., Iovino, D., *et al.* (2016) Real-Time Intraoperative Fluorescent Lymphography: A New Technique for Lymphatic Sparing Surgery. *Transplantation Proceedings*, **48**, 3073-3078. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2016.08.017>
- [8] Lu, C. and Hsiao, J. (2021) Indocyanine Green: An Old Drug with Novel Applications. *Tzu Chi Medical Journal*, **33**, 317-322. <https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj.216.20>
- [9] 陆华泽, 王小波, 黎乐群. 原发性肝癌术前肝储备功能评估方法的研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(1): 85-96.
- [10] Veccia, A., Antonelli, A., Hampton, L.J., Greco, F., Perdonà, S., Lima, E., *et al.* (2020) Near-Infrared Fluorescence Imaging with Indocyanine Green in Robot-Assisted Partial Nephrectomy: Pooled Analysis of Comparative Studies. *European Urology Focus*, **6**, 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2019.03.005>
- [11] Kang, L., Zhang, F., Yu, F. and Xu, L. (2024) Pay Attention to the Application of Indocyanine Green Fluorescence Imaging Technology in Laparoscopic Liver Cancer Resection. *World Journal of Clinical Cases*, **12**, 5288-5293. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v12.i23.5288>
- [12] 王莉莉, 纪明海, 杨卫, 等. 肝脏增强 CT 与 MRI 在肝癌诊断中的应用价值研究[J]. 影像研究与医学应用, 2024,

- 8(15): 101-103.
- [13] Lim, H., Chiow, A., Lee, L., Tan, S., Goh, B., Koh, Y., *et al.* (2021) Novel Method of Intraoperative Liver Tumour Localisation with Indocyanine Green and Near-Infrared Imaging. *Singapore Medical Journal*, **62**, 182-189. <https://doi.org/10.11622/smedj.2019137>
- [14] 夏果毅, 刘苏来, 宋颖辉, 等. Glisson 蒂鞘外与鞘内法在腹腔镜解剖性右肝后叶切除的对比研究[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(7): 798-804.
- [15] Yao, S., Zhang, L., Ma, J., Jia, W. and Chen, H. (2020) Precise Right Hemihepatectomy for the Treatment of Hepatocellular Carcinoma Guided by Fusion ICG Fluorescence Imaging. *Journal of Cancer*, **11**, 2465-2475. <https://doi.org/10.7150/jca.41039>
- [16] Jiang, Z., Zhou, B., Zheng, X., Li, G., Gao, Z., Tian, Y., *et al.* (2023) A Novel Method of Ultrasound-Guided Positive Staining Using Indocyanine Green Fluorescence in Laparoscopic Anatomical Liver Resection of Segments VII and VIII. *Frontiers in Oncology*, **13**, Article 1138068. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1138068>
- [17] Felli, E., Ishizawa, T., Cherkaoui, Z., Diana, M., Tripon, S., Baumert, T.F., *et al.* (2021) Laparoscopic Anatomical Liver Resection for Malignancies Using Positive or Negative Staining Technique with Intraoperative Indocyanine Green-Fluorescence Imaging. *HPB*, **23**, 1647-1655. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2021.05.006>
- [18] 方驰华, 王晓颖, 刘允怡. 计算机辅助联合吲哚菁绿分子荧光影像技术在肝脏肿瘤诊断和手术导航中应用指南(2019版)[J]. 中国实用外科杂志, 2019, 39(7): 641-650, 654.
- [19] 路志宇, 孙骥, 杜加录, 等. 腹腔镜解剖性半肝切除中肝蒂处理与吲哚菁绿剂量影响荧光染色效果的研究[J]. 外科理论与实践, 2024, 29(2): 138-142.
- [20] 蒋肖映, 鲁月明, 叶佳琪. 双镜联合治疗急性胆源性胰腺炎伴胆囊结石的临床疗效研究[J]. 浙江创伤外科, 2024, 29(11): 2046-2049.
- [21] 肖昌武, 邱容. 吲哚菁绿荧光显像技术在复杂腹腔镜胆囊切除术中的临床应用[J]. 肝胆胰外科杂志, 2020, 32(12): 715-718.
- [22] 李斌, 梁艳, 王新安, 等. 吲哚菁绿荧光成像技术在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(2): 126-129.
- [23] 张欣, 韩晶, 盛霞. 肝内胆管癌精准检测专家共识(2024版)[J]. 中国临床医学, 2025, 32(1): 145-160.
- [24] de Muynck, L.D.A.N., White, K.P., Alseidi, A., Bannone, E., Boni, L., Bouvet, M., *et al.* (2023) Consensus Statement on the Use of Near-Infrared Fluorescence Imaging during Pancreatic Cancer Surgery Based on a Delphi Study: Surgeons' Perspectives on Current Use and Future Recommendations. *Cancers*, **15**, Article 652. <https://doi.org/10.3390/cancers15030652>
- [25] Shirata, C., Kawaguchi, Y., Kobayashi, K., Kobayashi, Y., Arita, J., Akamatsu, N., *et al.* (2018) Usefulness of Indocyanine Green-Fluorescence Imaging for Real-Time Visualization of Pancreas Neuroendocrine Tumor and Cystic Neoplasm. *Journal of Surgical Oncology*, **118**, 1012-1020. <https://doi.org/10.1002/jso.25231>
- [26] 白锦峰, 陈章彬, 郭志唐, 等. 术中美蓝试验预防肝胆管结石切肝术后胆漏的效果分析[J]. 临床外科杂志, 2020, 28(8): 732-735.
- [27] Keeratibharat, N. (2021) Initial Experience of Intraoperative Fluorescent Cholangiography during Laparoscopic Cholecystectomy: A Retrospective Study. *Annals of Medicine & Surgery*, **68**, Article ID: 102569. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102569>
- [28] Kaibori, M., Ishizaki, M., Matsui, K. and Hon Kwon, A. (2011) Intraoperative Indocyanine Green Fluorescent Imaging for Prevention of Bile Leakage after Hepatic Resection. *Surgery*, **150**, 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2011.02.011>
- [29] 方驰华, 刘星星, 范应方, 鲍苏苏, 钟世镇. 3D 技术在复杂性肝切除术中的安全性评价[J]. 南方医科大学学报, 2012, 32(8): 1116.
- [30] 贺小军, 白亮亮, 杜锡林. 三维可视化、荧光影像联合超声技术在外科治疗重度肝硬化相关性小肝癌定位中的应用效果[J]. 现代肿瘤医学, 2024, 32(6): 1089-1093.
- [31] 王晓颖, 高强, 朱晓东, 等. 腹腔镜超声联合三维可视化技术引导门静脉穿刺吲哚菁绿荧光染色在精准解剖性肝段切除术中的应用[J]. 中华消化外科杂志, 2018, 17(5): 452-458.