

吲哚菁绿示踪导航在荧光腹腔镜胃癌根治术中的应用现状

操小博, 燕 速

青海大学附属医院, 青海 西宁

收稿日期: 2021年9月11日; 录用日期: 2021年10月2日; 发布日期: 2021年10月13日

摘 要

近年来, 随着微创技术的飞速发展, 临床上吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)示踪导航技术在腹腔镜下胃癌根治术方面也逐渐应用了起来。其在术中对于胃恶性肿瘤的位置定位、淋巴结的清扫以及消化道重建后吻合口的血供评估等方面起了一定的作用, 该文将对吲哚菁绿示踪导航技术在腹腔镜胃癌根治术中的应用作一综述, 并对ICG未来前景稍作展望。

关键词

吲哚菁绿, 近红外光荧光示踪导航, 胃癌根治术, 血供评估

Application of Indocyanine Green Tracer Navigation in Fluorescence Laparoscopic Radical Gastrectomy for Gastric Cancer

Xiaobo Cao, Su Yan

Qinghai University Affiliated Hospital, Xining Qinghai

Received: Sep. 11th, 2021; accepted: Oct. 2nd, 2021; published: Oct. 13th, 2021

Abstract

In recent years, with the rapid development of minimally invasive technology, indocyanine green (ICG) tracer navigation technology has been gradually applied in laparoscopic radical gastrectomy for gastric cancer. It plays a certain role in the location of gastric malignant tumors, lymph node dissection and anastomotic blood supply evaluation after gastrointestinal reconstruction. This

paper will review the application of indocyanine green tracer navigation technology in laparoscopic radical gastrectomy for gastric cancer, and look forward to the future prospect of ICG.

Keywords

Indocyanine Green, Near Infrared Fluorescence Tracing Navigation, Radical Gastrectomy, Blood Supply Assessment

Copyright © 2021 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. 前言

如今, 每年全球有 100 万左右新发的胃癌病例, 使其成为全球癌症相关死亡的第三大原因, 促使世界卫生组织宣布将其列为公共健康问题[1]。胃癌不仅是全世界最常见的消化道恶性肿瘤之一, 在亚洲地区的中、日、韩等地区更是多发。我国胃恶性肿瘤的发病率与死亡率在男女之间稍有差别, 总体发病率在恶性肿瘤中居第 2 位, 死亡率则为第 3 位[2] [3]。近年来, 随着国内外各个医疗中心手术技巧的逐渐成熟以及各种诊疗指南的推行发布, 胃癌的标准外科治疗规范即完整的胃肿瘤切除 + D2 淋巴结清扫术, 已经在国内临床上普遍实施并取得了一定成效。在胃癌治疗上, 人们对于癌症早期筛查的意识有所提高、内镜中心的内镜下诊断及治疗技术在不断地发展提高, 使得越来越多的早期胃癌被诊断出来。但是对我国来说目前进展期胃癌仍然占 80% 以上, 尤其以局部进展期为主[4]。现阶段胃癌患者主要通过手术治疗获得临床上根治性切除, 并加以放疗、化疗等综合性地治疗, 以防止胃癌患者术后出现影响生活质量甚至危及生命的并发症。对于胃癌进行根治性切除是可以达到胃癌临床治愈的唯一手段, 主要包括以下两个方面: 第一是需要将胃部原发肿瘤以及相关导航淋巴结完整切除; 第二是切除肿瘤后消化道重建部位吻合口的安全性, 这些对于胃癌手术患者术后的近期安全、远期生存、生活质量等都有重要影响[5] [6]。自从 1994 年日本 Kitano 等[7]报道了首例腹腔镜辅助下远端胃切除术用于治疗早期胃癌以来, 传统腹腔镜胃癌根治技术经过 20 多年余年的发展, 其适应症不断扩大, 手术技术不断成熟, 术后相关并发症也在不断减少。加上现在微创理念深入人心, 使得腹腔镜技术越来越被广泛地推广使用, 并且被患者所接受, 其可行性及安全性也已经被证实[8]。随着传统腹腔镜技术的愈发成熟, 近年来慢慢兴起了一种新型手术方式即减孔腹腔镜技术, 该术式的优缺点已经被大量文献所报道, 可在术后患者的腹部美容效果、减轻术后疼痛、缩短住院时间等方面取得明显的效果[9] [10]。但是由于该项技术缺少助手协助, 在手术视野暴露、器械之间相互协作等方面存在一定难度, 使得未度过手术学习曲线的术者在淋巴结的彻底清扫、全腔镜下消化道重建等方面存在一定难度。为使手术效率进一步提高, 术者除了自身技术要求高水平外, 术中也可运用其他技术帮助更快速、更安全、更高效地完成手术。吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)荧光显像技术在腹腔镜胃癌根治术有一定的辅助作用。笔者则在此文中将其应用现状逐一进行叙述, 并对 ICG 未来前景稍作展望。

2. 吲哚菁绿作用机制

1968 年, 福克斯和伍德首次开发出 ICG, 报道出 ICG 在肝功能、心循环检测方面具有一定的临床价值[11]。它是一种水溶性染料, ICG 的示踪效果类似于纳米碳和亚甲蓝。在浓度低于 2.0 mg/kg (体重)时

无毒副作用及过敏反应, 它也是目前唯一被批准用于体内的染料。ICG 注射入血液后能迅速与血浆蛋白结合, 90%以上随血液通过肝脏时被肝细胞吸收, 然后以原始形态从胆道排出, 不参与体内任何化学反应。并且具有排泄快、无辐射、无毒副作用等特点。据报道大约有 97%的正常人群可以在 20 分钟内将 ICG 从血液中完全排出。当其被照射时可以激发出波长在 795~845 nm 之间的近红外光, 这需要专门的显示仪器来捕捉光信号, 并可以在显示器上成像。ICG 荧光显像技术的原理则是将 ICG 注射到肿瘤周围淋巴网络丰富的组织中, ICG 可以沿着淋巴管引流并与淋巴管中的蛋白质结合后聚集, 在近红外光装置的激发下发射近红外荧光, 并通过体外装置接收后通过计算机处理进行成像[12] [13] [14]。

3. ICG 荧光显影技术的临床应用

3.1. ICG 定位肿瘤及前哨淋巴结的标记作用

近年来, ICG 荧光显影技术已经被广泛地运用于临床各专业学科, 从最开始用于肝胆外科、神经外科、眼科、泌尿外科等临床工作中, 到如今广泛应用于乳腺癌、胃癌和结直肠癌等手术中。在微创胃肠手术中, 通过此技术可以精确地定位及切除肿瘤目标部位[15]; ICG 荧光显影技术也可以对早期胃癌以及结直肠癌前哨淋巴结(Sentinel Lymph Node, SLN)进行标记, 从而获得更好的前哨淋巴结清扫效果以及手术范围的确定[16]。然而, Miyashiro I 等[17]报道的一项多中心合作研究结果显示: 对于早期胃癌 SLN 的检出中假阳性淋巴结数量占比较高。最近 Shoji Y 等[18]报道通过改进早期胃癌术中检出前哨淋巴结的方法, 即应用一步法核酸扩增测定法, 可使得 SLN 的假阳性率大大降低, 文中提到当该方法运用在一些样本量较小的单中心研究中, SLN 的假阳性率甚至为 0%。尽管如此, 当我们选择合适的手术方式时, 运用 ICG 荧光显影技术得到的 SLN 检出结果只能作为一种参考, 应综合其他相关的诊断技术进行协助判断。但是笔者相信随着检测前哨淋巴结及术中显影技术的逐渐成熟, ICG 荧光成像技术在早期胃癌患者前哨淋巴结的检出效果会更加显著。

3.2. ICG 在进展期胃癌中淋巴导航作用

ICG 荧光显影技术对于进展期胃癌的淋巴导航的效果已经被大量文献报道。该项技术能在不影响正常白光图像的情况下, 使得进展期胃癌淋巴导航效果更加明显, 能提高淋巴结阳性检出率和灵敏率等操作。Kwon IG 等[19]文献报道认为 ICG 荧光显影技术在腹腔镜胃癌根治术中的应用是可行的, 文中提到对预手术患者术前 1 天注射 ICG 后, 术中应用近红外荧光淋巴显像技术可有效显示淋巴结远处引流, 并根据显影情况在不同光源模式下进行彻底地淋巴结的甄别及清扫。术后可从切除标本中提取显影淋巴结进行术后准确的病理分期, 从而可以在指导患者是否需要接受化学治疗以及化疗方案的选择上提供可靠的证据。Jung MK 等[20]表明针对于此项技术的研究是有价值的, 该项研究是在一个拥有足够样本量的医学中心进行的, 研究证实 ICG 示踪引导下的胃癌患者术中能够获得更多的淋巴结, 荧光淋巴管造影引导下的淋巴结切除术是一种有效的根治性淋巴结切除术方法, 可以彻底清除所有可能呈阳性的淋巴结, 这对肿瘤的分期和长期生存都很重要。Lan 等[21]也有相关报道, 证明了近红外 ICG 荧光引导的有效性, 它能够更快和安全的进行幽门下淋巴结清扫。现在看来, 荧光淋巴管造影引导的淋巴结切除术似乎已经是一种合理的替代传统的系统性胃癌淋巴结切除术。Chen QY 等[22]报道中证实了 ICG 荧光显影技术在腹腔镜胃癌根治术中的有效性。研究者将研究对象分为对照组和试验组(ICG 组), 结果为使用 ICG 的患者无论在腹腔镜下远端胃切除或者全胃切除术中, 假阳性淋巴结的占比均低于对照组(远端胃切除: 23.9% vs. 50.9%, 全胃切除: 41.4% vs. 59.8%; P 值均 < 0.01)。但是国内田艳涛等[23]报道针对在进展期胃癌淋巴结清扫中的应用, ICG 荧光显影技术已经在临床试验中取得阶段性的成果: ICG 作为示踪剂, 确实淋巴结的清扫数目、远处淋巴结的检取及其对临近组织结构的识别等方面具有一定优势, 但是其在临床上

的真正意义仍然值得进一步探索并被阐明。国外也有相关文献报道荧光淋巴造影术是否能检测到所有潜在的转移性 LNs 尚不清楚[20] [21]。

3.3. ICG 评判吻合口血供的作用

近年来也有大量文献报道指出, 行腹腔镜胃癌根治术的患者术中通过向血管内注射 ICG 后可以在荧光模式下观察吻合口处的血供程度, 用以判断患者术后发生围手术期吻合口漏的风险[24]。术中 ICG 血管造影使用近红外系统来评估组织血供早已被证实是评估心脏外科、整形外科等相关科室术中重建和器官移植手术中微灌注的准确工具[25]。Ohi M 等[26]的一项关于 ICG 荧光显影技术可否用来评估胃肠道吻合口血供的研究中证明结果是有统计学意义的。国内任朋等[27]研究表明在不增加手术时间及难度的情况下, 结果两组病人在吻合口漏率发生上存在明显差异($f = 2.337, P < 0.05$), ICG 组明显低于对照组, 也证明了该技术明显可以降低患者术后发生吻合口瘘的可能。Huh YJ 等的研究根据 Sherwinter 评分系统对血供情况给出了以下评分标准, 具体见表 1 [28]:

Table 1. Blood supply scoring criteria
表 1. 血供评分标准

分值	荧光情况
1	无荧光
2	有斑片状无荧光部位
3	荧光完全, 程度均匀
4	荧光完全, 局部呈现高荧光
5	荧光完全, 整体呈现高荧光

根据术者主观观察显影情况, 血供评分如果在 3 分及以上, 就可明显减少因为血供不足而引起的消化道瘘。但是即使是有相应的评分用以评判 ICG 显影程度, 该技术不可避免的局限性是评估荧光信号的主观性质, 目前来说还未能对 ICG 荧光显影程度进行定量评估。所以当下需要进一步深入研究来建立一个标准用于定量分析, 并且研发出相关软件或工具来测量和分析信号的强度[29] [30]。总的来说, 该方法的简便性、低成本和罕见的副作用使得荧光血管造影成为一种很有前途的工具。

4. ICG 的用法及不良反应

ICG 在临床应用中, 不同的用途有相应的配药浓度、注射途径、注射时间, 我国有文献报道[31] ICG 的用法具体见表 2:

Table 2. Usage of ICG
表 2. ICG 的用法

注射方法	用途	浓度	注射时间	注射途径
术前注射	术中肿瘤定位	1.25~2.5 mg/ml	术前 12~24 h	内镜下瘤周黏膜下
	淋巴结引流导航			“三明治法”
术中注射	评估吻合口血供	2.5 mg/ml	消化道重建后	静脉注射
	前哨淋巴结标记	1.25~2.5 mg/ml	术中探查后	内镜下瘤周黏膜下
	淋巴结引流导航	0.05 mg/ml	术中探查后	“三明治法” 术中浆膜下瘤周 4 点注射

ICG 作为一种染料在临床上应用时, 总的来说安全性较高, 引起的不良反应也较少, 但随着 ICG 在临床中应用越来越广泛, 对于该药可能引起的不良反应我们更应该重视。最初在眼科方面应用时已经有文献报道, 1923 例患者在静脉注射 ICG 用于眼科血管造影后, 引起的轻、中、重度不良反应发生率分别为 0.15%, 0.2%, 0.05% [32]。国内外文献中一直有提及 ICG 引起过敏反应, 并且有报道 ICG 引起过敏性休克的个案。但 ICG 导致的过敏反应机制尚未被明确研究报道, 可能是由于吲哚菁绿内含有碘, 过敏者是本身对碘过敏, 导致不良反应的发生, 这是目前被大多数医生所接受的机制。针对国内外不少文献先后报道 ICG 在使用后可能会发生不同程度地不良反应的情况, 笔者认为当我们外科医生行手术治疗需要给药 ICG 时, 我们需要意识到这种潜在的可能发生的不不良反应, 术前认真做好 ICG 过敏试验, 详细询问有无碘过敏史以及特殊用药史; 术中在需要重复注射给药时更需考虑 ICG 的安全剂量范围, 因为麻醉状态下和其他术中条件可能会掩盖与 ICG 相关的不良反应症状; 注射后密切观察患者有无胸闷、憋气、恶心、呕吐、皮肤瘙痒等不良反应, 并做好预防过敏性休克发生的急救措施。总的来说, 手术中每次应用 ICG 荧光显影技术时, ICG 的注射剂量、注射的间隔时间、注射方法仍需循证医学证据去进一步明确 [33]。

5. 展望未来

ICG 荧光显影作为一种新的光学成像技术, 其临床应用上的益处与不足之处均已被相关文献报道 [33] [34]。我科从 2018 年引入 ICG 荧光导航系统以来, 目前已经将此技术大量运用于胃癌及结直肠癌的腹腔镜手术中, 愈发成熟的腹腔镜技术能在减少手术操作中的副损伤、降低围手术期并发症发生率、术后快速康复等方面起到良好的效果, 飞速成长的 ICG 荧光显影技术也在患者近期疗效及远期生活质量等方面提供了有效的帮助。我科也正在参与由福建医科大学牵头发起的 CLASS-11 项目即一项关于吲哚菁绿示踪在局部进展期胃癌腹腔镜淋巴结清扫术中临床疗效的前瞻性、多中心、随机、对照研究, 待此项大规模的多中心随机对照试验研究获得确切的循证医学证据时, ICG 荧光显影技术更会被临床医生们广泛接受并且放心使用。ICG 作为一种示踪剂, 目前对于肿瘤患者阳性淋巴结检出尚未有特异性, 未来在此方面可进一步提高, 甚至将其与相关药物结合定位肿瘤对肿瘤进行定位打击。我们有理由相信 ICG 示踪导航在减孔腹腔镜胃癌根治术中的应用前景一片光明, 并且最终能让患者真正受益。

参考文献

- [1] Ferro, A., et al. (2014) Worldwide Trends in Gastric Cancer Mortality (1980-2011), with Predictions to 2015, and Incidence by Subtype. *European Journal of Cancer*, **50**, 1330-1344. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2014.01.029>
- [2] 邹文斌, 李兆申. 中国胃癌发病率及死亡率研究进展[J]. 中国实用内科杂志, 2014, 34(4): 408-415.
- [3] 季加孚, 等. 中国胃癌腹腔镜手术临床研究现状[J]. 中华普外科手术学杂志(电子版), 2019, 13(2): 109-113.
- [4] 刘凤林, 秦新裕. 胃癌根治术现状与展望[J]. 中国普外基础与临床志, 2019, 26(7): 769-771.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 胃癌规范化诊疗指南(试行) [S/CD]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2013, 5(8): 56-63.
- [6] Takeuchi, H. and Kitagawa, Y. (2016) Minimally Invasive Function-Preserving Surgery Based on Sentinel Node Concept in Early Gastric Cancer. *Translational Gastroenterology and Hepatology*, **1**, 122-131. <https://doi.org/10.21037/tgh.2016.03.17>
- [7] Kitano, S., et al. (1994) Laparoscopy-Assisted Billroth I Gastrectomy. *Surgical Laparoscopy & Endoscopy*, **4**, 146-148.
- [8] 臧潞, 马君俊, 郑民华. 腹腔镜胃癌手术的争议与共识[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(2): 163-166.
- [9] 燕速, 马新福, 赵康, 陈筱乾, 郭灿, 王晴晴, 王亮, 王淳, 刘成浩, 马玉滨. 单孔及减孔腹腔镜胃癌根治术的技术难点解析[J]. 中华消化外科杂志, 2019(3): 222-228.
- [10] 王淳, 燕速. 减孔腹腔镜胃癌根治术的现状与展望[J]. 临床医学研究与实践, 2021(10): 196-198.

- [11] Fox, I.J. and Wood, E.H. (1960) Indocyanine Green: Physical and Physiologic Properties. *Proceedings of the Staff Meetings of the Mayo Clinic*, **35**, 732-744.
- [12] Jing, B., Gai, Y., Qian, R., Liu, Z., Zhu, Z., Gao, Y., Lan, X. and An, R. (2021) Hydrophobic Insertion-Based Engineering of Tumor Cell-Derived Exosomes for SPECT/NIRF Imaging of Colon Cancer. *Journal of Nanobiotechnology*, **19**, 7. <https://doi.org/10.1186/s12951-020-00746-8>
- [13] Reinhart, M.B., Huntington, C.R., Blair, L.J., Heniford, B.T. and Augenstein, V.A. (2016) Indocyanine Green: Historical Context, Current Applications, and Future Considerations. *Surgical Innovation*, **23**, 166-175. <https://doi.org/10.1177/1553350615604053>
- [14] Thornblade, L.W., Melstrom, K.A., Zhumkhwala, A. and Fong, Y.M. 荧光显像技术在消化外科中的应用进展[J]. 中华消化外科杂志, 2021, 20(2): 149-154.
- [15] 朱成章, 张维胜, 杜斌斌, 杨芳花, 段耀星, 吴德望, 朱小龙, 李晶晶, 杨熊飞. 达芬奇手术系统荧光成像技术在结直肠癌外科手术中的应用进展[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2020, 1(5): 332-337.
- [16] Alander, J.T., Kaartinen, I., Laakso, A., Pättilä, T., Spillmann, T., Tuchin, V.V., Venermo, M. and Välisuo, P. (2012) A Review of Indocyanine Green Fluorescent Imaging in Surgery. *International Journal of Biomedical Imaging*, **2012**, Article ID: 940585. <https://doi.org/10.1155/2012/940585>
- [17] Miyashiro, I., *et al.* (2011) Laparoscopic Detection of Sentinel Node in Gastric Cancer Surgery by Indocyanine Green Fluorescence Imaging. *Surgical Endoscopy*, **25**, 1672-1676. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1405-3>
- [18] Shoji, Y., Kumagai, K., Kamiya, S., Ida, S., Nunobe, S., Ohashi, M., Yoshimizu, S., Horiuchi, Y., Yoshio, T., Ishiyama, A., Hirasawa, T., Osako, T., Yamamoto, N., Fujisaki, J., Sano, T. and Hiki, N. (2019) Prospective Feasibility Study for Single-Tracer Sentinel Node Mapping by ICG (Indocyanine Green) Fluorescence and OSNA (One-Step Nucleic Acid Amplification) Assay in Laparoscopic Gastric Cancer Surgery. *Gastric Cancer*, **22**, 873-880. <https://doi.org/10.1007/s10120-018-00919-3>
- [19] Kwon, I.G., Son, T., Kim, H.I. and Hyung, W.J. (2019) Fluorescent Lymphography-Guided Lymphadenectomy during Robotic Radical Gastrectomy for Gastric Cancer. *JAMA Surgery*, **154**, 150-158. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2018.4267>
- [20] Jung, M.K., Cho, M., Roh, C.K., Seo, W.J., Choi, S., Son, T., Kim, H.I. and Hyung, W.J. (2021) Assessment of Diagnostic Value of Fluorescent Lymphography-Guided Lymphadenectomy for Gastric Cancer. *Gastric Cancer*, **24**, 515-525. <https://doi.org/10.1007/s10120-020-01121-0>
- [21] Lan, Y.T., Huang, K.H., Chen, P.H., Liu, C.A., Lo, S.S., Wu, C.W., Shyr, Y.M. and Fang, W.L. (2017) A Pilot Study of Lymph Node Mapping with Indocyanine Green in Robotic Gastrectomy for Gastric Cancer. *SAGE Open Medicine*, **5**, 8. <https://doi.org/10.1177/2050312117727444>
- [22] Chen, Q.Y., Lin, G.T., Zhong, Q., *et al.* (2020) Laparoscopic Total Gastrectomy for Upper-Middle Advanced Gastric Cancer: Analysis Based on Lymph Node Noncompliance. *Gastric Cancer*, **23**, 184-194. <https://doi.org/10.1007/s10120-019-00986-0>
- [23] 田艳涛, 马帅. 吲哚菁绿在腹腔镜进展期胃癌手术精准淋巴结清扫中的应用进展与争议[J]. 中华肿瘤杂志, 2019(12): 896-899.
- [24] 张雁凯, 鲍予頔, 叶颖江. 吲哚菁绿荧光显像技术在胃肠手术中的应用[J]. 中华普通外科杂志, 2020(3): 267-269.
- [25] Nimura, H., *et al.* (2004) Infrared Ray Electronic Endoscopy Combined with Indocyanine Green Injection for Detection of Sentinel Nodes of Patients with Gastric Cancer. *The British Journal of Surgery*, **91**, 575-579. <https://doi.org/10.1002/bjs.4470>
- [26] Ohi, M., Toiyama, Y., Mohri, Y., Saigusa, S., Ichikawa, T., Shimura, T., Yasuda, H., Okita, Y., Yoshiyama, S., Kobayashi, M., Araki, T., Inoue, Y. and Kusunoki, M. (2017) Prevalence of Anastomotic Leak and the Impact of Indocyanine Green Fluorescein Imaging for Evaluating Blood Flow in the Gastric Conduit Following Esophageal Cancer Surgery. *Esophagus*, **14**, 351-359. <https://doi.org/10.1007/s10388-017-0585-5>
- [27] 任朋, 张焯, 陶建新, 沈仁辉, 王彤. 吲哚菁绿显像对减少腹腔镜结直肠癌根治术后吻合口漏的作用[J]. 临床外科杂志, 2018, 26(10): 754-756.
- [28] Huh, Y.J., Lee, H.J., Kim, T.H., Choi, Y.S., Park, J.H., Son, Y.G., Suh, Y.S., Kong, S.H. and Yang, H.K. (2018) Efficacy of Assessing Intraoperative Bowel Perfusion with Near-Infrared Camera in Laparoscopic Gastric Cancer Surgery. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, **29**, 476-483. <https://doi.org/10.1089/lap.2018.0263>
- [29] Namikawa, T., Uemura, S., Kondo, N., Yamamoto, M., Maeda, H., Nishimori, H., Sato, T., Orihashi, K., Kobayashi, M. and Hanazaki, K. (2014) Successful Preservation of the Mesenteric and Bowel Circulation with Treatment for a Ruptured Superior Mesenteric Artery Aneurysm Using the HyperEye Medical System. *The American Surgeon*, **80**, E359-E361. <https://doi.org/10.1177/000313481408001213>
- [30] Kamada, T., Yoshida, M., Ohdaira, H., Hoshimoto, S., Narihiro, S., Suzuki, N., Marukuchi, R., Takeuchi, H. and Su-

-
- zuki, Y. (2020) PINPOINT® Can Be Used for Photodynamic Diagnosis Based on 5-Aminolevulinic Acid-Induced Protoporphyrin IX in Gastric Cancer Surgery: Report of a Case. *International Journal of Surgery Case Reports*, **69**, 5-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2020.03.008>
- [31] 吲哚菁绿标记荧光腹腔镜技术在腹腔镜胃癌根治术中的应用专家共识[J]. 腹腔镜外科杂志, 2019, 24(5): 395-400.
- [32] Hope-Ross, M., Yannuzzi, L.A., Gragoudas, E.S., Guyer, D.R., Slakter, J.S., Sorenson, J.A., Krupsky, S., Orlock, D.A. and Puliafito, C.A. (1994) Adverse Reactions Due to Indocyanine Green. *Ophthalmology*, **101**, 529-533. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(94\)31303-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(94)31303-0)
- [33] 张正伟, 陈晓宁, 孙世波. 吲哚菁绿标记荧光腹腔镜胃癌手术的进展与不足[J]. 腹腔镜外科杂志, 2021, 26(1): 77-80.
- [34] 黄昌明, 钟情, 陈起跃. 吲哚菁绿示踪淋巴结清扫在胃癌根治术中应用及研究进展[J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(3): 332-336.