·论　　著·
（临床研究）

经鼻胰管美蓝显影在胰腺肿瘤剜除术中的应用及效果分析

张孟哲，张正乐，李汉军，荣愈平，朱忠超，陶京
武汉大学人民医院胰腺外科，湖北 武汉 430060

［摘要］ **目的**　探讨胰腺肿瘤剜除术术中经鼻胰管行美蓝显影的应用效果及可行性。**方法**　回顾性分析自2020年5月至2024年9月在武汉大学人民医院胰腺外科行术中经鼻胰管美蓝显影的胰腺肿瘤剜除术18例病人的病历资料和随访结果。18例病人中，肿瘤位于胰头颈部15例，体尾部3例；肿瘤最大径为（2.3±0.7）cm，肿瘤边缘距离主胰管的最近距离为（2.2±0.6）mm，18例病人均术前经内镜下放置鼻胰管，术中胰腺肿瘤剜除后，经鼻胰管注入美蓝溶液，观察创面蓝染情况，根据胰液漏出部位选择合适的修补方式，记录分析术后近远期并发症，尤其关注术后胰瘘发生情况。**结果**　术中注入美蓝溶液发现6例创面蓝染；按国际胰瘘研究组术后胰瘘标准，术后共有10例病人发生胰瘘、生化漏，其中生化漏7例，B级术后胰瘘3例，无C级术后胰瘘发生。**结论**　经鼻胰管美蓝显影应用于胰腺肿瘤剜除术中，安全可行，有助于及时精准地发现肉眼难以观察的胰液漏出，并及时修补，从而降低以胰瘘为代表的术后并发症风险。

［关键词］ 胰腺肿瘤剜除术；美蓝；鼻胰管；胰瘘；胰腺肿瘤；内镜逆行胰胆管造影
［中图分类号］R657.5　［文献标识码］A　**DOI**：10.3969/j.issn.1003-5591.2025.01.006

Analysis of the application and effectiveness of endoscopic nasal pancreatic duct methylene blue staining in pancreatic enucleation

Zhang Mengzhe, *Zhang Zhengle*, *Li Hanjun*, *Rong Yuping*, *Zhu Zhongchao*, *Tao Jing*
Department of Pancreatic Surgery, *Renmin Hospital of Wuhan University*, *Hubei Wuhan* 430060, *China*
Corresponding author: *Tao Jing*, *Email*: *taojing@whu.edu.cn*

［**Abstract**］ **Objective**　To evaluate the feasibility and effectiveness of methylene blue staining via nasopancreatic tube during pancreatic enucleation. **Methods**　A retrospective analysis was conducted on the medical records and follow-up data of 18 patients who underwent pancreatic enucleation with intraoperative methylene blue staining via nasopancreatic tube at the Pancreatic Surgery Department of Renmin Hospital of Wuhan University from May 2020 to September 2024. Among these patients, 15 had tumors located in the pancreatic head and neck, and 3 in the body and tail. The maximum tumor diameter was 2.3±0.7 cm, and the shortest distance between the tumor margin and the main pancreatic duct was 2.2±0.6 mm. All patients had nasopancreatic tubes placed preoperatively under endoscopic guidance. During surgery, methylene blue solution was injected through the nasopancreatic tube after tumor enucleation to observe the staining of the pancreatic wound surface. Appropriate repair methods were selected based on the location of pancreatic juice leakage, and postoperative short-and long-term complications were recorded and analyzed, with a particular focus on the occurrence of postoperative pancreatic fistula (POPF). **Results**　Intraoperative injection of methylene blue solution revealed staining of the wound surface in 6 cases. According to the International Study Group on Pancreatic

作者简介：张孟哲，硕士研究生在读，主要从事肝胆胰外科临床及基础方面的研究，Email：zhangmengzhe99@163.com；张正乐，副主任医师，主要从事肝胆胰外科临床及基础方面的研究，Email：zzlhkd@163.com
通信作者：陶京，Email：taojing@whu.edu.cn

Fistula（ISGPF）criteria for POPF, a total of 10 patients experienced pancreatic fistula and biochemical leak postoperatively. Among these, there were 7 cases of biochemical leak and 3 cases of grade B POPF, without occurrences of grade C POPF. **Conclusion** The application of methylene blue staining via nasopancreatic tube during pancreatic enucleation is safe and feasible. It facilitates the timely and accurate detection of pancreatic juice leakage that may not be visible to the naked eye, enabling immediate repair and reducing the risk of postoperative complications, particularly pancreatic fistula.

［**Key words**］ Pancreatic enucleation; Methylene blue; Nasopancreatic tube; Pancreatic fistula; Pancreatic tumors; Endoscopic retrograde cholangiopancreatography

胰腺肿瘤病人接受标准的胰腺切除，例如胰十二指肠切除或胰体尾切除术，传统手术方式切除大量胰腺组织，近期并发症和远期胰腺功能不全的发生率较高，降低了病人的生活质量[1-2]。胰腺肿瘤剜除术是保留器官功能的胰腺肿瘤切除术的一种。相比于标准胰腺切除手术，其优势体现在对远期胰腺内、外分泌功能的影响较小，符合胰腺功能保护的理念。此外，胰腺肿瘤剜除术在缩小胰腺切除范围的同时，还保留了胃肠道生理结构，进一步有助于保留胰腺和胃肠道功能，提高了病人术后生活质量[3]。胰腺肿瘤剜除术在胰腺良性肿瘤以及低度恶性肿瘤的切除应用前景广泛，但手术操作的高难度和预防胰瘘等术后并发症仍然对外科医生提出了较高的要求，目前在我国仅有较大的胰腺中心开展[4]。Sauvanet[5]报道，术后胰瘘是胰腺切除术后常见的术后并发症之一，发生率在10%～15%之间，胰腺肿瘤剜除术后更高达30%。另有研究报道，腹腔镜下胰腺肿瘤剜除术的术后胰瘘率为13%～38%，低于开腹胰腺肿瘤剜除术后胰瘘发生率（38%～42%）[5-6]。对术后胰瘘的预防重点在于减少主胰管损伤，其次在于避免忽视分支胰管瘘的存在。针对前者，既往采取了术前内镜下经Vater乳头置入胰管支架、术中超声检查[7]等方法避免主胰管损伤，但一直缺少一种可以简单直观检测术中分支胰管胰液漏出情况的方式，为进一步降低高危术后胰瘘的发生率，本研究团队通过手术当日经内镜逆行胰胆管造影（endoscopic retrograde cholangiopancreatography，ERCP）放置经内镜鼻胰管引流（endoscopic nasopancreatic drainage，ENPD）管，并在手术中注入美蓝染色剂，有助于对肉眼难以发现的胰液流出情况进行可视化观察，进而予以针对性修补。本研究系统性地回顾分析了18例经ENPD管术中美蓝显影的胰腺肿瘤剜除术病例资料，并探讨其可行性和有效性。

资料与方法

一、病例资料

回顾性收集自2020年5月至2024年9月武汉大学人民医院胰腺外科行胰腺肿瘤剜除术联合术前内镜下放置ENPD管的18例病人病例资料。其中男性8例，女性10例；中位年龄为53岁，年龄范围为23～74岁；肿瘤位于胰头颈部15例，体尾部3例；肿瘤最大径为（2.3±0.7）cm，肿瘤边缘距离主胰管的最近距离为（2.2±0.6）mm。所有病人术前影像学资料均未提示远处转移，且所有病灶均未血管侵犯。所有病人均由临床医生履行术前告知义务，并签署手术知情同意书。本研究已获得武汉大学人民医院伦理委员会审查批准（批件号：WDRY2024-K265）。

二、治疗方法

所有病人术前均行增强CT或MRI检查，必要时可行术中超声检查[8]明确肿瘤大小、位置，尤其关注肿瘤与主胰管、胆管及消化道的位置关系。明确手术适应证，排除手术禁忌证。本研究纳入18例病人全部在手术当天行ERCP并放置ENPD管，要求置入主胰管中的ENPD管远端完全跨越肿瘤区域。术中剜除胰腺肿瘤后，观察主胰管完整性，并通过ENPD管缓慢、匀速注入稀释后的1%美蓝溶液，不超过5 mL，观察创面蓝染情况，指引修补损伤的分支胰管，修补后再次经鼻胰管注入美蓝溶液以检查修补效果（图1）。靠近边缘者可直接用Hem-o-lok夹夹闭，位于创面中央的分支胰管需缝扎处理。

三、围手术期管理和术后随访

术后每日记录引流量、引流液的性质变化，并定期检查引流液中淀粉酶水平，术后常规定期复查腹部CT，判断是否有局部并发症，如胰瘘、出血以及术后胰腺炎等，综合以上因素决定拔除腹腔引流管以及鼻胰管时机。

根据《胰腺术后外科常见并发症诊治及预防的专家共识（2017）》[9]判断并统计病人术后并发症发

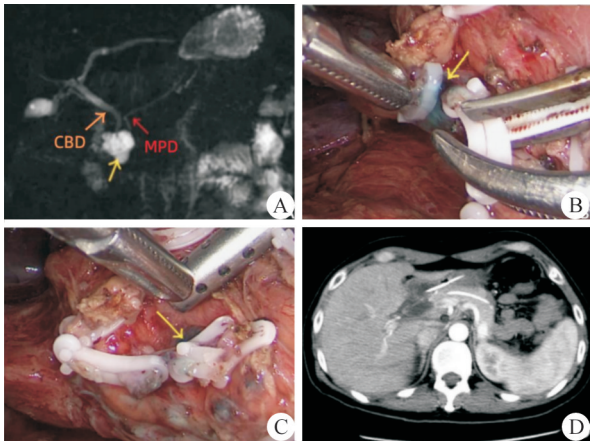


图 1　1 例腹腔镜下胰腺肿瘤剜除术病人术前、术后影像学图片和术中蓝染及修补效果图片　A. 术前磁共振胰胆管造影（MRCP）显示：胰腺头部囊性低密度占位，肿瘤（黄色箭头所示）与主胰管（MPD，红色箭头所示）、胆总管（CBD，橙色箭头所示）的比邻关系；B. 术中通过鼻胰管注射美蓝后发现美蓝渗漏；C. 术中利用 Hem-o-lok 夹精准夹闭分支渗漏胰管后再次注入美蓝溶液，检验修补情况，创面无明显蓝染；D. 术后复查鼻胰管在主胰管中的 CT 图像

生情况，包括术后出血、腹腔感染、胰瘘、胆瘘、乳糜瘘以及胃肠道功能障碍等。通过术后随访，重点关注病人是否肿瘤复发以及胰腺内、外分泌功能情况，随访截止日期为 2024 年 9 月 31 日。通过测定血清葡萄糖水平和口服葡萄糖耐量试验来证实术后新发糖尿病或恶化糖尿病的存在。术后新发外分泌功能不全的定义为脂肪泻和体重减轻，在没有肿瘤复发的情况下需要口服补充胰酶。

四、统计学方法

所有数据均使用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析，所有计量资料符合正态分布者采取 $\bar{x}\pm s$ 表示，不符合正态分布者采取中位数表示。

结　果

本组 18 例病人，按国际胰瘘研究组（ISGPF）术后胰瘘标准[10]，术后发生生化漏 7 例，B 级胰瘘 3 例，无 C 级胰瘘发生，10 例均经保守治疗后好转。术中经 ENPD 管注射 1% 美蓝溶液后，发现 6 例创面蓝染。另有术中 2 例病人发现主胰管损伤，鼻胰管部分“外露”，对主胰管进行修补，修补术后 1 例为生化漏，1 例为 B 级胰瘘。术后发生胰腺炎 2 例，经保守治疗后治愈。1 例合并术后感染，经过穿刺引流联合抗感染治疗后康复。1 例合并胃排空障碍，发生在合并 B 级胰瘘病人，通过禁食水、胃肠减压、肠外营养等对症保守治疗后治愈。本组无胆瘘、淋巴瘘及围手术期死亡病人。

讨　论

由于剜除术保留了胆总管、肝总管、主胰管，无须涉及众多吻合的消化道重建，保留了消化道结构及生理完整性。对于术后可长期生存的胰腺良性肿瘤及低度恶性肿瘤病人，例如胰岛素瘤、无功能性神经内分泌肿瘤、分支胰管型胰腺导管内乳头状肿瘤、囊腺瘤[11-12]，胰腺肿瘤剜除术是一种理想的手术方式。胰腺肿瘤剜除术不仅适用于胰腺浅表肿瘤，同样也适用胰腺深部肿瘤，Wu 等[13]的研究发现两者手术时间、出血量、并发症发生率等差异均无统计学意义。胰腺肿瘤剜除术临床应用中最大的挑战和难点在于预防以严重胰瘘为代表的术后并发症。胰腺肿瘤剜除术最常见的手术并发症即为术后胰瘘，剜除术后的胰瘘大致可分为两种：胰腺创面的“渗出漏”和主/分支胰管损伤的“胰管瘘”。渗出漏的影响有限，整体较为可控，但难点在于对剜除术后胰腺创面渗出的观察；胰腺肿瘤剜除术的重点在于完整切除肿瘤同时尽可能避免主胰管损伤，以及确保胰管损伤后的修复效果。

既往研究在预防胰腺肿瘤剜除术术后胰瘘上有许多尝试，例如创面应用纤维蛋白密封剂[14]，此外，术前放置胰管支架被认为有助于减少胰腺肿瘤剜除术后胰瘘发生的概率。Kuriko 等[15]利用术前放置 ENPD 管后并术中造影确定主胰管位置，避免误伤主胰管。本团队创新性提出利用经 ENPD 管行美蓝染色，与既往方式相比，观察更直观，操作更简便，除了观察主胰管是否损伤，最大的优势是还可发现手术创面肉眼难以观察的胰液渗漏。

胰腺肿瘤剜除术不可避免在胰腺上留下创面，除了胰腺实质中的末梢胰管的渗漏，还会有部分分支胰管的胰液流出，胰液呈清亮透明状，肉眼难以观察，很难做到有效修补。此时，美蓝溶液可以很好地可视化创面渗漏情况和胰管胰液漏出情况。美蓝溶液注入主胰管后可流入分支胰管，如肿瘤剜除术后创面仍有分支胰管胰液流出或其他微小渗漏，则创面可在短时间内观察到蓝染。

美蓝显影除了在显示胰管损伤和创面渗出情况的作用外，在评估胰管损伤后以及剜除术创面修补效果也有良好的效果。发现创面蓝染后，可根据分支胰管所在部位，决定修补方式，靠近创面边缘的分支胰管可直接用 Hem-o-lok 夹夹闭，靠近创面中央者可用 Prolene 缝线缝扎处理。胰管修补完成

后，清洗创面，再次通过鼻胰管注入稀释后的美蓝溶液，通过观察创面是否有蓝染可以及时反馈修补效果。本研究中有6例病人在注入美蓝溶液后观察到手术创面蓝染，术者及时进行精准夹闭或缝扎修补，修补后观察创面无再次蓝染。

操作技巧上，经鼻胰管注射美蓝溶液时要控制剂量和注射的速度，避免美蓝溶液注入过多或者速度过快，这可能导致胰腺组织过度蓝染或诱发术后胰腺炎。在通过鼻胰管注入美蓝染色剂时，应遵循少量、匀速、缓慢的原则，笔者团队使用不超过5 mL稀释后1%的美蓝溶液缓慢匀速注入鼻胰管内，随后观察胰腺术后创面是否有渗漏。

随着对胰腺器官功能保护的日益重视，胰腺肿瘤剜除术在胰腺良性肿瘤和交界性肿瘤的应用更加广泛。保留胰腺功能的胰腺肿瘤剜除术在完整切除肿瘤的同时降低以胰腺内外分泌功能不良为代表的远期并发症发生率，提高病人生存质量。但胰腺肿瘤剜除术尤其是腹腔镜下胰腺肿瘤剜除术相对于传统的开放手术学习曲线较长，对术者要求较高，广泛推广存在一定局限性。本团队利用术中经鼻胰管行美蓝染色，针对胰腺肿瘤剜除术手术中胰管保护及损伤修补等难点问题提供了新的方案并取得了良好效果，一定程度提高了胰腺肿瘤剜除术的可操作性和易学习性。本研究提出的手术改进方式由于样本量较小，具有一定难度，需要更长时间观察进一步验证有效性和安全性，未来还需更大样本量和多中心的验证。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

参　考　文　献

[1] Kahl S, Malfertheiner P. Exocrine and endocrine pancreatic insufficiency after pancreatic surgery[J]. Best Pract Res Clin Gastroenterol, 2004, 18(5): 947-955. DOI: 10.1016/j.bpg.2004.06.028.

[2] Khe Tran TC, van Lanschot JJ, Bruno MJ, et al. Functional changes after pancreatoduodenectomy: diagnosis and treatment[J]. Pancreatology, 2009, 9(6): 729-737. DOI: 10.1159/000264638.

[3] Schwarz JL, Hogg ME. Current state of minimally invasive pancreatic surgery[J]. J Surg Oncol, 2021, 123(6): 1370-1386. DOI: 10.1002/jso.26412.

[4] 史逸华，吉顺荣，徐晓武，等. 保留功能的微创胰腺肿瘤剜除术技术要点及思考[J]. 外科理论与实践，2022，27(1)：14-18. DOI：10.16139/j.1007-9610.2022.01.004.

[5] Sauvanet A. Surgical complications of pancreatectomy[J]. J Chir (Paris), 2008, 145(2): 103-114. DOI: 10.1016/s0021-7697(08)73718-9.

[6] Dedieu A, Rault A, Collet D, et al. Laparoscopic enucleation of pancreatic neoplasm[J]. Surg Endosc, 2011, 25(2): 572-576. DOI: 10.1007/s00464-010-1223-7.

[7] Isla A, Arbuckle JD, Kekis PB, et al. Laparoscopic management of insulinomas[J]. Br J Surg, 2009, 96(2): 185-190. DOI: 10.1002/bjs.6465.

[8] Hirota M, Kanemitsu K, Takamori H, et al. Local pancreatic resection with preoperative endoscopic transpapillary stenting[J]. Am J Surg, 2007, 194(3): 308-312. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2007.01.027.

[9] 中华医学会外科学分会胰腺外科学组，中国研究型医院学会胰腺病专业委员会，中华外科杂志编辑部. 胰腺术后外科常见并发症诊治及预防的专家共识(2017)[J]. 中华外科杂志，2017，55(5)：328-334. DOI：10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.05.003.

[10] Bassi C, Dervenis C, Butturini G, et al. Postoperative pancreatic fistula: an international study group (ISGPF) definition[J]. Surgery, 2005, 138(1): 8-13. DOI: 10.1016/j.surg.2005.05.001.

[11] Fernández-Cruz L, Blanco L, Cosa R, et al. Is laparoscopic resection adequate in patients with neuroendocrine pancreatic tumors?[J]. World J Surg, 2008, 32(5): 904-917. DOI: 10.1007/s00268-008-9467-2.

[12] Kiely JM, Nakeeb A, Komorowski RA, et al. Cystic pancreatic neoplasms: enucleate or resect?[J]. J Gastrointest Surg, 2003, 7(7): 890-897. DOI: 10.1007/s11605-003-0035-7.

[13] Wu JH, Guo WY, Li CQ, et al. Laparoscopic enucleation of tumors embedded in the pancreatic head: safety and feasibility[J]. Asian J Surg, 2024: S1015-S9584(24)01985-7. DOI: 10.1016/j.asjsur.2024.09.001.

[14] Velanovich V. The use of tissue sealant to prevent fistula formation after laparoscopic distal pancreatectomy[J]. Surg Endosc, 2007, 21(7): 1222. DOI: 10.1007/s00464-007-9282-0.

[15] Kuroki T, Tajima Y, Tsutsumi R, et al. Inferior branch-preserving superior head resection of the pancreas with gastric wall-covering method for intraductal papillary mucinous adenoma[J]. Am J Surg, 2006, 191(6): 823-826. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2005.08.040.

（收稿日期：2024-10-23）