

# Research Progress of Endoscopic Ultrasound in the Diagnosis and Treatment of Peripancreatic Fluid Collections

Chunxu Ge<sup>1,2</sup> · Jing Han<sup>2\*</sup> · Tianyu Feng<sup>1</sup>

1. Chengde Medical University Graduate School, Chengde, Hebei, 067000, China

2. Department of Gastroenterology, Baoding First Central Hospital, Baoding, Hebei, 071000, China

## Abstract

Peripancreatic fluid collections (PFCs) are common complications of acute pancreatitis, and their precise management is crucial for prognosis. Endoscopic ultrasound (EUS), with its high-resolution imaging and real-time interventional capabilities, has become a core tool in the diagnosis and treatment of PFCs. This article systematically reviews the progress of EUS in the classification and diagnosis of PFCs (based on the 2012 revised Atlanta criteria), technical advantages (such as minimally invasive drainage and vascular avoidance capabilities), and treatment strategies. Studies have shown that EUS is significantly more accurate than CT in distinguishing pseudocysts (PPC) from walled-off necrosis (WON) (89.6% vs. 13.7%), and the success rate of EUS-guided drainage techniques is as high as 93.9–97.4%, with short hospital stay and low complication rate. The application of new stents (such as LAMS) has further optimized the curative effect. Despite challenges such as high equipment costs and operation-dependent experience, EUS continues to enhance its clinical value through multi-technology integration (such as EUS-MRI) and standardized training, and is expected to become a universal solution for individualized diagnosis and treatment of PFCs in the future.

## Keywords

Endoscopic Ultrasound; Peripancreatic Fluid Collections; Pancreatic Pseudocyst

# 超声内镜在胰周液体积聚诊断与治疗中的研究进展

葛春旭<sup>1,2</sup> · 韩静<sup>2\*</sup> · 冯甜宇<sup>1</sup>

1. 承德医学院研究生学院, 中国·河北承德 067000

2. 保定市第一中心医院消化内三科, 中国·河北保定 071000

## 摘要

胰周液体积聚 (PFCs) 是急性胰腺炎常见并发症, 其精准管理对预后至关重要。超声内镜 (EUS) 凭借高分辨率成像与实时介入能力, 已成为PFCs诊疗的核心工具。本文系统综述EUS在PFCs分类诊断 (依据2012年修订版亚特兰大标准)、技术优势 (如微创引流、血管规避能力) 及治疗策略中的进展。研究显示, EUS在区分假性囊肿 (PPC) 与包裹性坏死 (WON) 方面准确性显著优于CT (89.6% vs. 13.7%), 且EUS引导引流技术成功率高达93.9%~97.4%, 住院时间短、并发症率低。新型支架 (如LAMS) 的运用进一步优化了疗效。尽管面临设备成本高、操作依赖经验等挑战, EUS通过多技术融合 (如EUS-MRI) 及规范化培训持续提升临床价值, 未来有望成为PFCs个体化诊疗的普惠性方案。

## 关键词

超声内镜; 胰周液体积聚; 假性囊肿

## 1 胰周液体积聚的定义与分类

PFCs 是胰腺炎后胰腺及周围组织的液性 / 坏死性积聚<sup>[1]</sup>。根据 2012 年修订版亚特兰大分类 (Revised Atlanta Classification) 是当前诊断金标准, 依据形成时间、内容物性质和囊壁成熟度可分为四类<sup>[2-4]</sup> (表 1): ①急性胰腺周

围液体积聚 (APFC): 通常发生在急性间质性水肿性胰腺炎后 4 周内, 表现为均匀的液体, 无囊膜, 通常会自发消退。②急性坏死性积聚 (ANC): 发生在急性坏死性胰腺炎中, 含有液体和坏死组织, 通常在 4 周内形成, 无囊膜。③胰腺假性囊肿 (PPC): 发生在急性间质性水肿性胰腺炎后 4 周后, 具有清晰的囊膜, 仅含液体, 无显著固体碎片。④包裹性坏死 (WON): 发生在急性坏死性胰腺炎后 4 周后, 具有清晰的囊膜, 含有液体和坏死组织。

【作者简介】葛春旭 (1997-), 男, 中国河北保定人, 在读硕士, 医师, 从事消化系统疾病研究。

【通信作者】韩静 (1980-), 女, 中国河北保定人, 主任医师, 硕士生导师, 从事消化系统疾病研究。

表 1

类型	形成时间	内容物	囊壁	临床特征
急性胰周液体积聚 (APFC)	<4 周	均匀液体	无	多自发吸收
胰腺假性囊肿 (PPC)	>4 周	纯液体	有	需干预的持续性囊肿
急性坏死性积聚 (ANC)	<4 周	液体 + 坏死组织	无	高感染风险
包裹性胰腺坏死 (WON)	>4 周	液体 + 坏死组织	有	复杂型需清创

## 2 EUS 原理及在 PFCs 诊断中的技术优势

### 2.1 超声内镜的基本原理

超声内镜 (Endoscopic Ultrasound, EUS) 是一种结合了内镜和超声技术的先进诊断工具, 能够提供高分辨率的消化道及其周围组织的图像。其基本原理是通过将高频超声探头插入消化道内, 利用超声波对组织进行成像, 从而实现了对病变的精确评估。EUS 的优势在于其能够提供消化道壁的多层结构图像, 包括黏膜层、肌层、浆膜层等, 有助于判断病变的性质、位置和深度<sup>[5]</sup>。

### 2.2 超声内镜在胰周液体积聚诊断与治疗中的技术优势

①高分辨率成像: 超声内镜 (EUS) 能够提供胰腺及其周围结构的高分辨率横断面图像<sup>[6]</sup>, 这种高分辨率成像对于区分液体积聚与坏死组织具有重要意义<sup>[7]</sup>。②实时干预能力: EUS 不仅用于诊断, 还可以在穿刺前识别任何介入血管, 以避免主要出血并发症。EUS 引导的胰周液体积聚引流技术已被证明比传统经皮引流更安全, 技术成功率更高<sup>[6]</sup>。③微创和安全性: 与传统手术相比, EUS 引导的胰周液体积聚引流是一种微创技术, 具有更低的并发症发生率和住院时间。在一项研究显示, EUS 引导的胰周液体积聚引流的并发症发生率为 13.6%, 而经皮引流的并发症发生率为 12.0%, 但 EUS 引流的住院时间更短。此外, EUS 引导的引流技术在早期和晚期胰周液体积聚的治疗中均表现出良好的安全性<sup>[8]</sup>early (< 4 weeks)。适应性强: EUS 可以用于评估和治疗多种类型的胰周液体积聚, 包括假性囊肿、壁层坏死 (WON) 和急性坏死性积聚。EUS 引导的引流技术适用于非隆起病变、门脉高压、出血倾向和常规引流失败的患者<sup>[9]</sup>。此外, EUS 还可以用于评估胰管损伤和胆管结石, 这对于确定治疗方案至关重要。结合其他技术: EUS 可以与其他影像技术 (如磁共振成像 MRI) 结合使用, 以提高诊断的准确性。例如, 磁共振成像在量化胰周液体积聚中的固体碎片和脂肪坏死方面具有优势, 而 EUS 则可以提供实时的诊断和治疗信息。此外, EUS 与融合影像技术结合使用, 可以进一步提高胰周液体积聚引流的临床和程序结果<sup>[10]</sup>。成本效益: EUS 引导的胰周液体积聚引流技术不仅具有较高的成功率, 而且成本较低, 住院时间短, 因此在经济上具有优势<sup>[11]</sup>。此外, EUS 引导的引流技术可以减少对昂贵的外科手术和长期住院的依赖<sup>[12]</sup>blood purification (BP)。

### 2.3 与传统影像学的对比优势

传统影像学 (CT/MRI) 与超声内镜 (EUS) 在胰周

液体积聚 (PFCs) 的诊断中各有优劣。研究表明, EUS 在区分 PFCs 的准确性方面显著优于 CT, 尤其是在区分胰腺假性囊肿 (PPCs) 和胰腺坏死 (WON) 方面。例如, EUS 在区分 PPCs 和 WON 的准确性分别为 89.6% 和 82.4%, 而 CT 的准确性分别为 100% 和 13.7%<sup>[13]</sup>including walled-off necrosis (WON)。此外, EUS 在评估胰腺周围病变的固体成分比例方面也表现出更高的准确性<sup>[7]</sup>。然而, CT 在检测胰腺囊肿的大小、类型和位置方面比 EUS 更准确<sup>[14]</sup>。因此, CT 在某些情况下仍然是胰腺囊肿诊断的首选方法。EUS 的优势在于其高分辨率和对胰腺周围结构的详细评估, 尤其是在慢性胰腺炎和胰腺癌的早期检测中<sup>[15]</sup>。EUS 还可以用于引导细针穿刺活检 (FNA) 和治疗干预, 如内镜下引流术, 从而提高诊断和治疗的综合效果<sup>[16,17]</sup>。综上所述, EUS 在区分胰腺周围液体积聚的类型和评估胰腺病变方面具有较高的准确性, 而 CT 在检测胰腺囊肿的大小、类型和位置方面更为准确。因此, EUS 和 CT 在胰周液体积聚的诊断中各有优势, 应根据具体临床需求选择合适的检查方法。

### 2.4 联合诊断

随着技术的进步, EUS 的应用范围不断扩大。例如, EUS 引导下的细针穿刺 (FNA) 和活检技术提高了诊断的准确性, 能够获取组织样本进行病理学检查<sup>[9]</sup>。此外, EUS 图像增强技术, 如对比增强 EUS (CEH-EUS) 和弹性成像, 进一步提高了对良性与恶性病变的鉴别能力<sup>[18]</sup>。这些新技术的应用, 使得 EUS 在胃肠道疾病的诊断和治疗中具有更大的潜力<sup>[12]</sup>blood purification (BP)。

## 3 EUS 引导下 PFCs 介入治疗术

### 3.1 临床应用

超声内镜引导下胰周液体积聚的介入治疗技术 (如引流术、支架置入) 在临床中已被广泛应用于治疗胰腺积液, 尤其是胰腺假性囊肿和坏死性积液。该技术通过内镜超声 (EUS) 实时引导穿刺和支架置入, 具有微创、安全、有效等优点<sup>[19-21]</sup>。适用于有症状的胰腺积液, 包括急性胰腺炎后假性囊肿、慢性胰腺炎、术后胰周积液、胰腺肿瘤等<sup>[19]</sup>。特别是对于超过 4 周、壁厚、位置可经内镜到达的积液, EUS 引导引流是首选方法<sup>[22]</sup>。通过 EUS 引导下穿刺、导丝置入、扩张通道、放置支架 (如自膨胀金属支架、双猪尾支架等) 以实现引流。经研究表明, EUS 引导引流的成功率较高, 尤其是单支架引流 (如 LAMS) 和多支架引流的临床成功率分别为 93.9% 和 97.4%。此外, EUS 引导引流的住

院时间较短,并发症发生率较低,且患者生活质量显著提高。

### 3.2 最新进展

新型支架(如LAMS、FCSEMS)的使用提高了引流效率,降低了感染和阻塞风险。例如,LAMS在技术成功率和临床成功率方面优于传统双猪尾支架<sup>[23,24]</sup>。EUS引导引流已成为胰腺积液管理的首选方法,尤其在感染性坏死和复杂病例中,结合内镜清创术和抗炎治疗可进一步提高疗效<sup>[25]</sup>。对于已引流但积液模糊的情况,可通过注入造影剂重新扩张积液腔,确保引流效果。尽管EUS引导引流并发症较少,但仍需注意出血、穿孔、感染等风险。早期识别和及时处理可降低并发症的发生率<sup>[26]</sup>。

### 4 当前困难

超声内镜(EUS)在消化系统疾病应用中面临诸多挑战。从设备层面看,其价格高昂,维护成本高,部件易损,且小型化设备成像深度和分辨率不足,限制了在基层医院的普及<sup>[27]</sup>。操作规范与技术要求方面,EUS高度依赖操作者经验,不同医生操作结果差异大<sup>[28]</sup>。在胃底、胰腺等复杂解剖部位操作难度高,易引发穿孔、出血等并发症<sup>[29]</sup>,目前缺乏标准化培训流程,新手需大量实操积累经验。技术本身存在局限性,早期胃癌检测受胃壁脂肪层干扰,EUS-FNA技术成功率和安全性待优化,还存在无法提供足够组织学信息的问题。患者适应性上,EUS是侵入性检查,患者舒适度差,麻醉虽可改善但成本高、有风险,特殊患者群体应用需谨慎<sup>[30]</sup>。在与其他技术整合时,虽需结合CT、MRI等提升诊断准确性<sup>[31]</sup>,但联合使用增加成本与复杂性。EUS微创治疗的长期疗效和安全性缺乏充分研究,如EUS-BD支架功能障碍发生率较高。此外,受设备成本、操作难度和培训不足影响,EUS在基层医院普及率较低。若想推动其广泛应用,需从设备创新、规范培训、多技术整合等多方面发力<sup>[32]</sup>。

### 5 总结与展望

超声内镜(EUS)在PFCs诊疗中已确立核心地位,其未来发展将聚焦于克服现有局限并拓展应用边界。技术革新是首要方向:开发更高分辨率、穿透更深、更微型化(如胶囊超声内镜雏形)的设备,以提升成像质量和在复杂解剖或基层的应用潜力;优化介入器械,如智能响应支架(减少移位、感染、堵塞)、更高效的清创工具及生物可降解材料,将进一步提高引流安全性和长期疗效。操作标准化与智能化至关重要:建立规范化培训体系,结合虚拟现实(VR)模拟和人工智能(AI)实时辅助(识别血管、规划路径、分析图像),可显著降低操作者依赖性、缩短学习曲线、减少并发症。多模态融合是提升精准诊疗的关键:EUS与增强影像(如CEH-EUS、弹性成像)、实时导航技术(如EUS-CT/MRI融合)及分子影像的结合,将实现对PFCs内容物(尤其坏死组织)更精细的定性和定量评估,为个体化治疗(如选择最佳引流时机、方式及清创必要性)提供更强依据。拓

展适应症与优化流程:探索EUS在更早期或更复杂PFCs(如部分ANC)中的作用,建立基于EUS评估的精准化、阶梯化治疗路径;发展日间手术模式,结合快速康复理念,将进一步凸显其微创和成本效益优势。挑战应对:需加强高质量多中心研究,尤其是长期疗效和新型技术安全性的循证医学证据;推动设备成本控制和技术下沉策略,如模块化设计、远程指导,以提高基层可及性。最终目标是将EUS整合为PFCs全病程管理中更智能、精准、安全且广泛可及的核心平台。

### 参考文献

- [1] Sztatmary P, Grammatikopoulos T, Cai W, et al. Acute pancreatitis: diagnosis and treatment[J]. *Drugs*, 2022, 82(12): 1251-1276.
- [2] Banks P A, Bollen T L, Dervenis C, et al. Classification of acute pancreatitis—2012: revision of the atlanta classification and definitions by international consensus[J]. *Gut*, 2013, 62(1): 102-111.
- [3] Dorrell R, Pawa S, Pawa R. Endoscopic management of pancreatic fluid collections[J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2021, 10(2): 284.
- [4] Vilmann A S. Endosonography guided management of pancreatic fluid collections[J]. *World Journal of Gastroenterology*, 2015, 21(41): 11842.
- [5] Gilja O H. Advanced imaging and visualization in gastrointestinal disorders[J]. *World Journal of Gastroenterology*, 2007, 13(9): 1408.
- [6] Goyal J, Ramesh J. Endoscopic management of peripancreatic fluid collections[J]. *Frontline Gastroenterology*, 2015, 6(3): 199-207.
- [7] Dhaka N. Pancreatic fluid collections: what is the ideal imaging technique?[J]. *World Journal of Gastroenterology*, 2015, 21(48): 13403.
- [8] Chantarojanasiri T, Yamamoto N, Nakai Y, et al. Comparison of early and delayed EUS-guided drainage of pancreatic fluid collection[J]. *Endoscopy International Open*, 2018, 6(12): E1398-E1405.
- [9] Puri R, Thandassery R B, Alfadda A A, et al. Endoscopic ultrasound guided drainage of pancreatic fluid collections: assessment of the procedure, technical details and review of the literature[J]. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, 2015, 7(4): 354.
- [10] Sassatelli R, Grillo S, Ottone M, et al. Fusion radiology in interventional endoscopy (FRlend): a new approach for pancreatic fluid collections[J]. *Endoscopy International Open*, 2022, 10(5): E622-E633.
- [11] Alali A, Mosko J, May G, et al. Endoscopic ultrasound-guided management of pancreatic fluid collections: update and review of the literature[J]. *Clinical Endoscopy*, 2017, 50(2): 117-125.
- [12] Wang J, Xia Y, Cao Y, et al. Evaluating the efficacy and timing of blood purification modalities in early-stage hyperlipidemic acute pancreatitis treatment[J]. *Lipids in Health and Disease*, 2023,

- 22(1): 208.
- [13] Xu N, Li L, Zhao D, et al. A preferable modality for the differentiation of peripancreatic fluid collections: endoscopic ultrasound[J]. *Endoscopic Ultrasound*, 2022, 11(4): 291-295.
- [14] Eman Medhat, M.D.; Ahmed Refaat, K M R M D ; Ahmed Hosni,. Evaluating EUS and CT for the detection of pancreatic cysts: which is more accurate?[J]. *The Medical Journal of Cairo University*, 2023, 91(6): 551-557.
- [15] Lee Y S. Current role of endoscopic ultrasound for the evaluation of pancreatic diseases[J]. *Journal of Innovative Medical Technology*, 2023, 1(1): 20-23.
- [11] 孙思予,金震东,李兆申,等. 内镜超声微创诊疗体系的建立与临床应用[Z]. 中国医科大学附属盛京医院. 2018.
- [12] 洪颀樑,胡平方. 内镜超声引导下组织获取和引流治疗现状[J]. *中华消化杂志*,2021,41(7):436-445.
- [18] 邱煜婷,乔新伟,李鹏,等. 超声内镜造影在消化系统疾病诊断中的应用及研究进展[J]. *中华消化内镜杂志*,2024,41(5):415-420.
- [19] Singhal S, Rotman S R, Gaidhane M, et al. Pancreatic Fluid Collection Drainage by Endoscopic Ultrasound: An Update[J]. *Clinical Endoscopy*, 2013, 46(5): 506.
- [20] Simons-Linares C R, Wander P, Vargo J, et al. Endoscopic ultrasonography: an inside view[J]. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 2020, 87(3): 175-183.
- [21] Yip H C, Teoh A Y B. Endoscopic Management of Peri-Pancreatic Fluid Collections[J]. *Gut and Liver*, 2017, 11(5): 604-611.
- [22] Kim E Y, Hawes R H. Endoscopic Ultrasound-Guided Drainage of Peripancreatic Fluid Collections[J]. *Clinical Endoscopy*, 2019, 52(4): 299-300.
- [23] Moon J H, Park S W, Lee Y N, et al. A comparison of novel electrocautery-enhanced lumen-apposing metal stents and plastic stents in endoscopic ultrasound-guided drainage of infected walled-off necrosis: a multicenter randomized study[J]. *Endoscopy*, 2024, 56(12): 926-937.
- [24] Binmoeller K F, May P, Francisco S. EUS-guided drainage of pancreatic fluid collections using fully covered self-expandable metal stents[J]. [no date]. .
- [25] Xu M M, Andalib I, Novikov A, et al. Endoscopic therapy for pancreatic fluid collections: a definitive management using a dedicated algorithm[J]. *Clinical Endoscopy*, 2020, 53(3): 355-360.
- [26] Takano Y, Tamai N, Noda J, et al. Endoscopic ultrasound-guided drainage for previously drained postoperative peripancreatic fluid collection using the re-expansion method[J]. *Endoscopy*, 2024, 56(S 1): E837-E838.
- [27] Chen Y-Z, Qiu X-O, Wang L, et al. Novel ultrasound capsule endoscopy for gastrointestinal scanning: An in vivo animal study[J]. *Endoscopic Ultrasound*, 2024, 13(4): 253-258.
- [28] Gulnac M, Kiprin G, Tsrachev I, et al. Clinical issues and challenges in imaging of gastrointestinal diseases: A minireview and our experience[J]. *World Journal of Clinical Cases*, 2024, 12(18): 3304-3313.
- [29] Amália Cinthia Meneses Do Rêgo, Irami Araújo-Filho. Endoscopic ultrasound-guided techniques for pancreatic diseases[J]. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2024, 23(1): 2890-2898.
- [30] Bang J Y, Willems P, Navaneethan U, et al. Impact of slim linear echoendoscope on the practice of EUS[J]. *Journal of clinical Gastroenterology*, 2024, 58(8): 830-835.
- [31] Lipan L-E, Ioanitescu S, Enache A-O, et al. Is contrast-enhanced ultrasonography a new, reliable tool for early-graft-versus-host disease diagnosis?[J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2024, 13(20): 6065.
- [32] 江明尹,谷亚芬,胡亚冰,等. 消化内镜故障维修数据综合统计分析的研究[J]. *生物医学工程与临床*,2024,28(6):856-863.