

双腔固定金属支架在胰周液体积聚治疗中的应用

柳雨婷 朱惠云 杜奕奇 李兆申

海军军医大学第一附属医院消化内科, 上海 200433

通信作者: 李兆申, Email: zhsl@vip.163.com

【摘要】 胰周液体积聚(pancreatic fluid collections, PFC)是急性胰腺炎的常见并发症,而双腔固定金属支架(lumen-apposing metal stents, LAMS)是近年来新用于临床的引流支架,本文旨在系统总结 LAMS 在引流 PFC 中的应用现状,以期为临床实践提供更多依据。

【关键词】 胰腺炎; 支架; 超声内镜; 胰周液体积聚

基金项目:上海市卫生系统优秀人才培养计划(2017BR048)

Application of lumen-apposing metal stent to the treatment of pancreatic fluid collections

Liu Yuting, Zhu Huiyun, Du Yiqi, Li Zhaoshen

Department of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: Li Zhaoshen, Email: zhsl@vip.163.com

胰周液体积聚(pancreatic fluid collections, PFC)是急性胰腺炎的常见并发症,通常发生在急性胰腺炎发病4周之后,其主要特征是具有成熟的囊壁。PFC包括胰腺假性囊肿(pancreatic pseudocysts, PPC)和包裹性坏死(walled-off necrosis, WON)^[1],二者发生率分别为5%~16%和1%~9%^[2]。PFC具有一定的自限性,无症状的PFC可采取保守治疗,而当PFC出现腹痛、发热等症状或合并感染、出血等并发症时,则需临床干预^[2]。20世纪90年代末,随着超声内镜检查术(endoscopic ultrasound, EUS)的引入,PFC治疗进入了微创时代。EUS引导下穿刺引流PFC具有实时成像、精确定位、安全高效等显著优势,其技术成功率可达95%以上^[3-4],临床成功率为85.3%至94.6%^[5-9],已成为PFC首选引流方式^[10]。双腔固定金属支架(lumen-apposing metal stents, LAMS)是近年来新用于临床的EUS引流支架,因其独特的哑铃形设计和较大的管径可以显著提高引流效率,并建立稳固的内镜下坏死组织清除术(direct endoscopic necrosectomy, DEN)通道,而被广泛应用于PFC引流^[11]。然而,LAMS置入存在不良事件发生率,其安全性和长期疗效需进一步评价,且其长期管理策略和支架拔出时机仍待探究。

一、LAMS的设计特点及种类

EUS引导下引流PFC既往主要采用双猪尾塑料支架

(double-pigtail plastic stents, DPSS)和全覆膜自膨式金属支架(fully covered self-expandable metal stents, FCSEMS)。然而,DPSS管径狭窄,无法充分引流固体坏死碎片,常导致支架堵塞并需要反复更换^[12-13];FCSEMS支架移位风险高,也存在应用局限^[14-15]。为克服传统支架的弊端,Binmoeller和Shah^[16]于2011年基于胆道金属支架结构设计出了一种哑铃形的新型LAMS,并在动物实验中验证了其安全性和有效性。

1. LAMS的设计特点

LAMS采用哑铃型结构设计,中间的鞍部较短且窄小,两端较大的凸缘可紧密贴合于PFC囊壁和消化道腔壁,实现稳定的双重锚定,有效预防支架滑脱或移位。LAMS孔径较大,可达10~15 mm,在提升引流效率的同时,也为DEN提供了安全、便捷的通道。LAMS为镍钛合金材料,具有形状记忆效应与弹性,显著提升了操作便捷性^[17]。镍钛合金材料强度高、抗疲劳性强,使得LAMS在复杂的解剖结构中也能保持良好的支撑力,有效减少了移位风险。同时,在LAMS内部覆盖的硅胶膜,增强了通道的封闭性,有效预防了引流液的外泄,并可阻止组织向支架内部生长,减少了支架嵌顿的可能性,降低了支架移除过程中的阻力及并发症发生的风险^[18]。

DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20250813-00116

收稿日期 2025-08-13 本文编辑 周昊

引用本文:柳雨婷,朱惠云,杜奕奇,等.双腔固定金属支架在胰周液体积聚治疗中的应用[J].中华消化内镜杂志,2026,43(4):267-273. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20250813-00116.



2. LAMS 的种类

目前市场上主要有 6 种类型的 LAMS (图 1): AXIOS 支架 (美国波士顿科学公司)^[16]、SPAXUS 支架 (韩国太雄医疗公司)^[19]、NAGI 支架 (韩国太雄医疗公司)^[20]、HANAROSTENT PLUMBER 支架 (韩国医疗创新科技公司)^[21]、AIXSTENT 胰腺假囊肿支架 (德国 LEUFEN 医疗公司)^[22] 及胰腺囊肿支架 (中国南微医学科技公司)^[23]。尽管不同类型支架在设计上存在细微差别,但其基本结构都为杠铃形或马鞍形,都具备在双管腔结构上的锚定与固定功能。

其中,由中国南微医学科技公司研发的胰腺囊肿支架于 2024 年 9 月获得国内批准上市,该支架在双凸缘设计的基础上,将远端引流腔壁的凸缘设计为宽而扁的圆形。这种设计既保留了双凸缘结构可以稳定固定两腔壁的优势,还最大程度地减少了对 PFC 囊壁血管的接触^[23]。目前关于该支架的多中心随机对照试验尚在进行中。

二、LAMS 在胰周液体聚集中的应用

一项针对 PPC 患者的多中心回顾性研究表明,使用 LAMS 与 DPSS 引流 PPC 的技术成功率相当 (97.5% 比 99.2%, $P=0.32$),但 LAMS 组的临床成功率显著更高 (96.3% 比 87.2%, $P=0.03$),不良事件发生率明显更低 (7.5% 比 17.6%, $P=0.04$)^[24]。目前, LAMS 在 PPC 引流中的疗效和安全性较为确切,但在内部包含坏死组织碎片、感染风险较高的 WON 中, LAMS 的应用则面临更多挑战。多中心回顾性队列研究表明,使用 LAMS 与 DPSS 引流 WON 的技术成功率相当,但 LAMS 的临床成功率明显更高 (80.4% 比 57.5%, $P=0.001$),再干预防率更低 (5.6% 比 16.1%, $P=0.02$),同时 LAMS 的使用并未增加不良事件发生率^[25]。Khizar 等^[26]的 meta 分析进一步证实使用 LAMS 引流 WON 比使用 DPSS 的临床疗效更好、不良事件发生率更低。但研究结果仍存在分歧,如 Bang 等^[27]开展的随机对照研究表明,与 DPSS 相比, LAMS 治疗 WON 的不良事件发生率 (32.3% 比 6.9%, $P=0.01$) 较高。2024 年国际专家共识推荐 EUS 引导下 LAMS 引流为 WON 内镜引流及清创治疗的首选方案。

DEN 是内镜引流的升阶梯治疗方式。通过 LAMS 建立稳定、宽敞的通道直接清除囊内坏死组织,可显著减少干预频次及治疗周期,缩短住院时间并显著改善患者结局^[28-30]。Dayyeh 等^[31]开展了一项针对大型症状性或感染性 WON 患者的前瞻性、多中心单臂临床试验,影像学随访表明 97.5%

患者在 60 d 内病灶消退,在 6 个月随访中未观察到复发,严重不良事件发生率为 7.5%,但未发生手术相关死亡。Brunschoot 等^[32]汇总 15 个患者队列数据,共纳入 1 980 例坏死性胰腺炎患者,结果显示,内镜清创术 ($OR=0.20$, $95\%CI: 0.06\sim 0.63$, $P=0.006$) 的患者死亡风险显著低于开放性清创术患者。在倾向评分匹配及风险分层分析中,内镜清创术在高风险组及极高风险组患者中均显示出更低的死亡率 (高风险组: 3/40 比 12/40, $RR=0.27$, $95\%CI: 0.08\sim 0.88$, $P=0.03$; 极高风险组: 12/57 比 28/57, $RR=0.43$, $95\%CI: 0.24\sim 0.77$, $P=0.005$)。对于直径较大、固体成分比例较高以及胰管渗漏的复杂性 WON 患者,应该优先考虑 LAMS,因为这部分患者通常需要多次进行 DEN^[33]。

三、LAMS 的不良事件及预防

1. 出血

出血是 LAMS 最主要的并发症之一,特别是假性动脉瘤破裂等严重并发症甚至可能危及生命^[34-36]。有学者认为,早期研究中 LAMS 相关的出血不良事件可能与支架的构造有关。Mangiavillano 等^[37]对比了 SPAXUS 支架与 AXIOS 支架的临床疗效及不良事件发生率,显示 SPAXUS 支架的出血发生率显著降低 (3.0% 比 9.8%, $P=0.04$),提示 LAMS 术后出血可能与支架构造有关。SPAXUS 支架末端边缘为圆形,且可向后折叠,大大减少了对侧囊壁的刺激,理论上可降低囊内出血风险^[38-39]。PFC 向结肠旁沟延伸也是增加出血风险的重要因素。这部分患者通常患有广泛的炎症和腹膜后血管炎症,从而导致假性动脉瘤形成和 LAMS 放置后继发出血^[40]。有研究者建议采用术前横断面成像评估 PFC 向结肠旁沟延伸情况、监测血红蛋白、及时拔出 LAMS 等措施以降低出血风险。此外,诸多研究提示,应用 ECE-LAMS 技术能显著降低与 LAMS 相关的出血风险^[32, 41-42],但该观点尚无明确定论。

一项纳入 1 378 例 WON 患者的荟萃分析表明,46.2% 的出血发生在 LAMS 术后 1 周内,65.3% 发生在术后 3 周内,34.7% 属于延迟出血^[38]。早期出血与延迟出血的形成机制有所不同:早期出血通常与手术操作相关,而延迟出血可能与快速引流 PFC 导致囊腔塌陷引发囊壁血管损伤有关。研究者还针对 LAMS 引流 PFC 的出血事件总结一系列预防策略,具体如下:(1)术前充分评估患者出血风险,对高风险患者应调整抗凝药物或改善凝血功能;(2)使用多期 CT 扫描进行动静脉期成像,静脉期可评估胃周静脉曲张,动脉期可

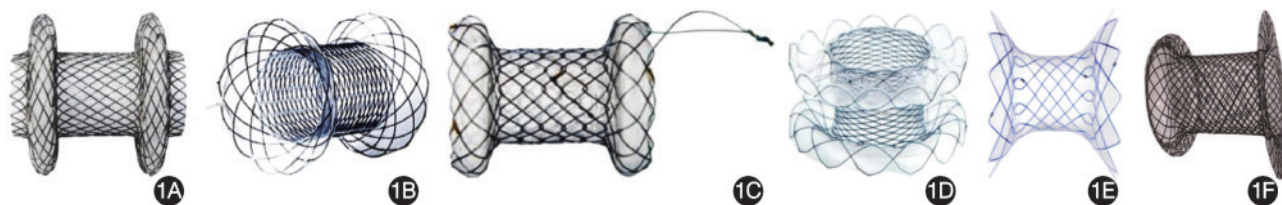


图 1 不同类型的双腔固定金属支架 1A: AXIOS 支架 (美国波士顿科学公司); 1B: NAGI 支架 (韩国太雄医疗公司); 1C: HANAROSTENT PLUMBER 支架 (韩国医疗创新科技公司); 1D: SPAXUS 支架 (韩国太雄医疗公司); 1E: AIXSTENT 胰腺假性囊肿支架 (德国 LEUFEN 医疗公司); 1F: 胰腺囊肿引流支架 (中国南微医学科技公司)

识别假性动脉瘤(必要时在内镜引流前进行血管栓塞);(3)术中借助多普勒超声,避免穿刺路径周围有血管;(4)在术后 2~3 周通过 CT 早期评估引流效果。对于囊肿消退明显、临床症状改善的 PPC 患者,应尽早移除 LAMS(建议在 4 周内);对于 WON 患者可以适当延长拔出时间(建议在 6 周内移除),以降低支架包埋及延迟出血风险;对于引流效果不佳、症状改善不明显或持续性坏死的患者,建议在第 6 周更换 LAMS,继续引流。

2. 支架放置不当和支架移位

支架放置不当是导致 LAMS 引流 PFC 技术失败和并发症的重要原因,主要包括操作支架不熟练、患者体位变动、内镜尖端倾斜、操作空间狭窄以及囊壁与消化道之间距离超出支架长度等^[43-44]。支架放置不当可能引发出血、穿孔等严重并发症,因此及时发现并妥善处理是提高手术成功率和改善患者预后的关键。Armellini 等^[45]研究通过对关于 LAMS 放置不当及其补救措施的文献进行系统性回顾分析,在 1 684 例接受 LAMS 引流治疗的 PFC 患者中,LAMS 放置不当的发生率被确定为 2.0%(34 例)。在其中的 31 例报告中,明确提出了补救措施,包括通过引流管道重新放置支架(20/31,其中 10 例采用 LAMS、2 例采用 SEMS、8 例采用 DPPS)、重建通道以进行 EUS-PFC 引流(5/31)、在支架内再次放置支架(4/31,其中 3 例采用 LAMS-LAMS 方式)、手术引流(1/31),以及 1 例患者选择放弃治疗^[45]。内镜下抢救性治疗是处理支架放置不当的有效手段,可在保证手术完成的同时显著降低严重并发症的发生率。针对将 LAMS 错误放置于囊肿内的特殊情况,Mendoza 等^[46]选择放置新的 LAMS,并在建立通道后直接进行 DEN,最终在术后 4 周成功取出两个支架。

LAMS 两端凸缘的设计尽管提供了更加牢固的双锚定功能,但其支架移位风险仍不容忽视。据文献报道,使用 LAMS 进行 PFC 引流时,支架移位发生率最高达 19%^[21]。支架移位可因支架放置不当而即时发生,亦可能在数周后因过度活动或内镜清创操作中的干扰等因素而产生^[47]。支架可以向消化道腔内移位,也可向 PFC 囊腔移位,这两种情况在管理策略上有所不同,但基本原则都是尽早取出支架。向消化道腔移位的情况通常相对易于处理,可以借助内镜取出或待其经消化道自然排出。相比之下,移位至 PFC 囊腔可能导致引流通道部分或完全闭合,妨碍了进一步的内镜操作,使得支架取出更加困难。这种情况下,则需通过导丝引导、重建通道,再通过内镜进入 PFC 囊腔,用圈套器或钳子取出支架。若内镜取出失败,则行外科手术取出支架^[48]。

3. 支架阻塞

LAMS 的大管径设计旨在提高引流效率并防止支架堵塞,但支架阻塞仍然是其重要的并发症之一。LAMS 堵塞可能由多种因素引起,包括坏死物碎片、食物颗粒和支架腔内炎性组织的积聚,尤其是在积液黏稠度较大的情况下^[49-51]。除了影像学检查发现囊肿体积未见显著缩小的患者外,

LAMS 置入后症状有所缓解,但随后出现突发性腹痛、发热等临床表现的患者,也应考虑支架阻塞或合并感染的可能性。在临床实践中加强随访监测和患者教育,将有利于早期发现支架堵塞。有学者提出术后流质饮食,饮用适量碳酸饮料,停用抑酸药物等可以更好地发挥胃酸对有关坏死物质的清理作用,以此来降低因支架堵塞导致术后感染的风险。Powers 等^[52]探究了质子泵抑制剂(proton pump inhibitors, PPIs)对 LAMS 引流 PFC 的影响,持续服用 PPIs 与早期支架堵塞有关,停用 PPIs 可明显降低 DEN 次数(3.2 比 4.6 次, $P < 0.01$)。联合应用 DPPS 预防策略有助于清除 LAMS 内积聚的碎屑,进而预防支架闭塞的发生^[53-54]。此外,LAMS 在 4~6 周内早期移除亦可降低支架堵塞的风险^[55-56]。Lakhtakia 等^[57]提出了三步阶梯式管理双凸缘金属支架(dedicated covered biflanged metal stent, BFMS)堵塞的策略,同样适用于 LAMS。首先在影像学及临床评估之后,应立即行胃镜检查,确定支架功能障碍类型,如果发现固体碎片堵塞支架,可用套圈和钳子进行清理;若第一步清理无效,可通过 LAMS 的通道放置鼻囊管(nasocystic tube, NCT),采用 20 mL 3% 过氧化氢(双氧水)每 8 h 进行一次间歇性灌注,10 min 后再用 100 mL 生理盐水冲洗。若第二步冲洗效果不佳,则需要行 DEN,对于经过多次 DEN 仍残留坏死组织的患者,可以在 LAMS 内放置一个短小 DPPS 支架。

四、其他关键临床问题

1. LAMS 置入后干预时机的选择

欧洲胃肠内镜学会指南建议对于病情不稳定、病情迅速脓毒性恶化的 WON 患者应进行早期干预^[57]。通常认为基于外科手术的早期干预会增加不良事件发生率和死亡率与手术导致的炎症应激有关,而内镜下的 DEN 能够显著降低炎症反应,并在多器官衰竭、腹腔内出血、胰瘘以及死亡率等关键复合终点事件的风险上亦表现出显著降低,提示应用内镜下行 DEN 进行早期干预可能是可行的^[58-62]。Yan 等^[63]对比 LAMS 置入后立即进行 DEN 与置入后 1~2 周行 DEN 两种方案发现,即时和延迟干预在手术相关不良事件方面差异无统计学意义(7.5% 比 9.4%, $P = 0.81$),并且在即时行 DEN 的患者后续 DEN 需求显著更低(3.1 比 3.9 次, $P < 0.001$),WON 也得到了更早的消退($OR = 2.3, P = 0.004$)。因此,对于复杂型和持续恶化的 WON 患者来说,在严格把握适应证的前提下,使用 LAMS 联合 DEN 进行早期积极干预可能成为优化治疗路径的新方向^[64]。但对于病情稳定且可能从抗生素等保守治疗获益的 PPC 患者而言,国内专家共识不建议进行早期干预^[10]。

2. LAMS 是否需要合并放置 DPPS?

Gornals 等^[65]提出,在 LAMS 内放置 DPPS 可以改善囊壁周围血管通畅度,同时有效固定 LAMS 于预定位置,减少其对邻近血管的压迫,从而显著降低相关不良事件的发生率。一项荟萃分析表明 LAMS 与 DPPS 联合应用的临床疗效,并揭示与单独应用 LAMS 相比,联合应用 LAMS 与 DPPS 的不良事件发生率显著降低($RR = 0.55, 95\%CI: 0.31 \sim 0.99, P =$

0.05)^[66]。DPPS 的联合使用可以帮助清除积聚 LAMS 内的碎屑,从而有助于防止闭塞^[53-54]。此外,对于胰管中断综合征(disconnected pancreatic duct syndrome, DPDS)的治疗,有文献认为,对于胰腺头部或颈部近端导管完全破坏且近端胰腺囊腔较大(≥ 4 cm)的患者,在 LAMS 置入的同时放置 DPPS 是有效的干预手段,同时支架移位等并发症风险也相对较低,降低复发率,改善长期预后^[65,67]。然而,另有研究指出,联合使用 DPPS 可能不会显著改善临床结果^[68-69]。除较大体积或复杂 PFC 外的大多数情况下,LAMS 的引流效率已经完全足够^[69]。此外,部分研究并未观察到联合 DPPS 可以显著降低假性动脉瘤出血等并发症风险^[40]。因此,尽管 LAMS 联合 DPPS 在临床疗效和降低并发症上具有一定的优势,但如何更加精准识别联合 DPPS 的高风险患者,仍需深入研究,尤其是针对不同患者亚群进行分层分析,探索 LAMS 联合 DPPS 在复杂 PFC 病例中的适应性。

3. 支架拔除时机

LAMS 术后移除支架的最佳时机广受关注,但有关 LAMS 最合适的取出时间尚未达成一致。Bang 等^[70]进行了一项关于 LAMS 在治疗 PFC 患者中不良事件预测因素的研究,共纳入了 188 名 PFC 患者(PPC 31.4%, WON 68.6%)。多因素 logistic 回归分析表明,4 周后移除支架($OR=4.60$, $95\%CI: 1.30\sim 16.3$, $P=0.018$)以及 $PFC\leq 7$ cm ($OR=4.33$, $95\%CI: 1.10\sim 17.0$, $P=0.036$)与不良事件的发生显著相关。研究者提出,当积液引流成功后,DPPS 倾向于向胃肠道方向移动,而 LAMS 保持在原位,导致支架金属边缘与囊壁对侧或周围血管接触,从而引发血管损伤和出血。当 PFC 较小时,囊内容物排出更加迅速,如在 3~4 周内未移除 LAMS,则出血相关的不良事件风险将显著增加。此外,黏膜过度生长可能导致支架深埋于胃肠道壁内,进而引起包埋综合征^[70]。一项来自英国和爱尔兰的包含 18 个中心、1 018 例 PFC 患者(WON 52.9%, PPC 47.1%)的回顾性研究中,LAMS 移除的中位时间为 7 周($IQR5\sim 12$),80.2% 的患者在植入后 4 周移除 LAMS,即刻不良事件(<24 h)发生率为 3.8%,出血 11 例,支架移位 23 例,总延迟不良事件发生率为 17.5% (167/952),多因素 logistic 回归分析没有发现 LAMS 移除时间 >4 周与延迟不良事件风险显著相关^[71]。总的来说,目前认为在满足治疗效果的前提下应尽早取出支架以降低严重并发症风险和后续清创次数^[38,72-73]。欧洲消化内镜学会建议在 4 周内拔除 LAMS,2022 年国内专家共识意见认为 LAMS 的最佳拔除时间为 3 周~2 个月^[10]。

4. PFC 治疗后复发情况

PFC 的复发可能导致患者病程延长,增加再次干预的需求,甚至影响长期预后,是一个值得关注的问题。既往研究表明,经 EUS 引导下透壁引流的复发率约为 9.4%,经皮内镜引流的复发率约 7.8%^[74]。相对而言,LAMS 引流 PFCs 的术后复发率较低。多中心回顾性研究表明,使用 LAMS 引流 PFC 的术后复发率与 BFMS 相当(4.7% 比 3.5%, $P=1.00$)^[75]。meta 分析表明,EUS 引导下使用 LAMS 行 DEN 的

术后复发率为 4%,而 SEMS 的复发率为 10%,固定效应模型分析进一步表明,LAMS 的术后复发率显著低于 SEMS($RR=0.41$, $95\%CI: 0.21\sim 0.78$, $P=0.007$)^[76]。

留置 DPPS 替代 LAMS 进行长期引流可能是预防术后复发的有效措施。系统综述表明,相较于在 PFC 消退后直接移除 LAMS 的患者,移除 LAMS 后使用 DPPS 继续引流可以降低复发率($OR=0.15$, $95\%CI: 0.03\sim 0.75$, $P=0.02$)^[53]。另一项前瞻性队列研究表明,70 例伴有胰管断裂综合征(disconnected pancreatic duct syndrome, DPDS)且成功从 LAMS 过渡到 DPPS 引流的 PFC 患者术后复发率显著低于 24 例未成功过渡到 DPPS 的 PFC 患者(1.4% 比 25.0%, $P=0.001$)^[77]。此外,在 DEN 过程中采用积极的冲洗技术有助于最大限度地减少残留的坏死物质,从而降低复发的可能性^[78]。

五、结论和展望

LAMS 通过其独特的双凸缘设计和宽大管腔,显著提升了引流效率,并为 DEN 提供了安全稳定的通道,成为沟通“黏膜和囊腔的桥梁”,在 PPC 和 WON 引流中的技术成功率、临床成功率以及减少并发症风险方面相较于传统 DPPS 支架表现出一定优越性,是目前 EUS 引导下 PFC 引流的首选技术之一。然而,LAMS 在临床应用中仍存在诸多挑战,包括较高的不良事件发生率(如出血、支架移位和堵塞)、治疗费用争议以及支架拔除时机的不确定性。此外,现有的临床证据仍有局限性,特别是在复杂 WON 病例中的使用需进一步通过多中心、前瞻性研究加以验证。

为降低 LAMS 相关并发症的发生率并拓展其适应证,支架设计的进一步优化以及治疗策略的规范化是未来研究的重点。随着技术的改进和研究的深入,LAMS 有望进一步提高胰腺疾病的治疗效果,同时也可作为内镜胃空肠吻合术、幽门狭窄治疗的临床选择。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Banks PA, Bollen TL, 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. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-302779.
- [2] Aghdassi A, Mayerle J, Kraft M, et al. Diagnosis and treatment of pancreatic pseudocysts in chronic pancreatitis[J]. Pancreas, 2008, 36(2):105-112. DOI: 10.1097/MPA.0b013e31815a8887.
- [3] Maulahela H, Annisa NG, Fauzi A, et al. Role of interventional endoscopic ultrasound in a developing country [J]. Clin Endosc, 2023, 56(1): 100-106. DOI: 10.5946/ce.2022.058.
- [4] Nabi Z, Talukdar R, Lakhtakia S, et al. Outcomes of endoscopic drainage in children with pancreatic fluid collections: a systematic review and meta-analysis[J]. Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr, 2022, 25(3): 251-262. DOI: 10.5223/pghn.2022.25.3.251.
- [5] Mudireddy PR, Sethi A, Siddiqui AA, et al. EUS-guided drainage of postsurgical fluid collections using lumen-apposing

- metal stents: a multicenter study[J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 87(5):1256-1262. DOI: 10.1016/j.gie.2017.08.011.
- [6] Kawakami H, Itoi T, Sakamoto N. Endoscopic ultrasound-guided transluminal drainage for peripancreatic fluid collections: where are we now? [J]. *Gut Liver*, 2014, 8(4): 341-355. DOI: 10.5009/gnl.2014.8.4.341.
- [7] Przybyłkowski A, Nehring P. Endoscopic ultrasound-guided drainage of peripancreatic fluid collections: What impacts treatment duration? [J]. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2023, 22(3):310-316. DOI: 10.1016/j.hbpd.2022.05.001.
- [8] Tilara A, Gerdes H, Allen P, et al. Endoscopic ultrasound-guided transmural drainage of postoperative pancreatic collections[J]. *J Am Coll Surg*, 2014, 218(1):33-40. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.09.001.
- [9] Varadarajulu S, Bang JY, Phadnis MA, et al. Endoscopic transmural drainage of peripancreatic fluid collections: outcomes and predictors of treatment success in 211 consecutive patients[J]. *J Gastrointest Surg*, 2011, 15(11): 2080-2088. DOI: 10.1007/s11605-011-1621-8.
- [10] 国家消化病临床医学研究中心(上海), 中华医学会消化内镜学分会超声内镜学组, 中国医师协会胰腺病学专业委员会. 中国胰腺假性囊肿内镜诊治专家共识意见(2022年)[J]. *中华消化内镜杂志*, 2022, 39(10):765-777. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20220923-00496.
- [11] Seicean A, Pojoga C, Rednic V, et al. Endoscopic ultrasound drainage of pancreatic fluid collections: do we know enough about the best approach? [J]. *Ther Adv Gastroenterol*, 2023, 16: 17562848231180047. DOI: 10.1177/17562848231180047.
- [12] Song T, Oh D, Lee S. Endoscopic ultrasonography-guided drainage using a self-approximating lumen-apposing metallic stents[J]. *Tech Innov Gastrointest Endosc*, 2019, 22(1):33-39. DOI: 10.1016/j.tgie.2019.150643.
- [13] Bhakta D, de Latour R, Khanna L. Management of pancreatic fluid collections[J]. *Transl Gastroenterol Hepatol*, 2022, 7:17. DOI: 10.21037/tgh-2020-06.
- [14] Walter D, Will U, Sanchez-Yague A, et al. A novel lumen-apposing metal stent for endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic fluid collections: a prospective cohort study[J]. *Endoscopy*, 2015, 47(1): 63-67. DOI: 10.1055/s-0034-1378113.
- [15] Park CH, Park SW, Nam E, et al. Comparative efficacy of stents in endoscopic ultrasonography-guided peripancreatic fluid collection drainage: a systematic review and network meta-analysis[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2020, 35(6): 941-952. DOI: 10.1111/jgh.14960.
- [16] Binmoeller KF, Shah J. A novel lumen-apposing stent for transluminal drainage of nonadherent extraintestinal fluid collections[J]. *Endoscopy*, 2011, 43(4):337-342. DOI: 10.1055/s-0030-1256127.
- [17] Dong P, Yao R, Yan Z, et al. Microstructure and corrosion resistance of laser-welded crossed nitinol wires[J]. *Materials (Basel)*, 2018, 11(5):842. DOI: 10.3390/ma11050842.
- [18] Saumoy M, Kahaleh M. Superiority of metal stents for pancreatic walled-off necrosis: bigger is better! [J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 85(6): 1253-1254. DOI: 10.1016/j.gie.2017.03.008.
- [19] Lee KJ, Park SW, Park DH, et al. Placement of plastic stents after direct endoscopic necrosectomy through a novel lumen-apposing metal stent for effective treatment of laterally extended walled-off necrosis: a pilot study[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(3):1125. DOI: 10.3390/jcm12031125.
- [20] Yamamoto N, Isayama H, Kawakami H, et al. Preliminary report on a new, fully covered, metal stent designed for the treatment of pancreatic fluid collections[J]. *Gastrointest Endosc*, 2013, 77(5): 809-814. DOI: 10.1016/j.gie.2013.01.009.
- [21] Chandran S, Efthymiou M, Kaffes A, et al. Management of pancreatic collections with a novel endoscopically placed fully covered self-expandable metal stent: a national experience (with videos) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2015, 81(1): 127-135. DOI: 10.1016/j.gie.2014.06.025.
- [22] McCarty TR, Thompson CC. Lumen apposition: a changing landscape in therapeutic endoscopy[J]. *Dig Dis Sci*, 2022, 67(5):1660-1673. DOI: 10.1007/s10620-022-07426-7.
- [23] Zhu HY, Xie P, Song YX, et al. Lumen-apposing metal stents (LAMS) versus plastic stents for EUS-guided drainage of walled-off necrosis (WON) (LVPWON): study protocol for a multicenter randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2018, 19(1): 549. DOI: 10.1186/s13063-018-2901-3.
- [24] Yang J, Chen YI, Friedland S, et al. Lumen-apposing stents versus plastic stents in the management of pancreatic pseudocysts: a large, comparative, international, multicenter study[J]. *Endoscopy*, 2019, 51(11):1035-1043. DOI: 10.1055/a-0759-1353.
- [25] Chen YI, Yang J, Friedland S, et al. Lumen apposing metal stents are superior to plastic stents in pancreatic walled-off necrosis: a large international multicenter study[J]. *Endosc Int Open*, 2019, 7(3):E347-E354. DOI: 10.1055/a-0828-7630.
- [26] Khizar H, Yufei H, Yanhua W, et al. Safety and efficacy of lumen-apposing metal stents and double-pigtail plastic stents for endoscopic ultrasound-guided drainage of walled-off necrosis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ann Med*, 2023, 55(1):578-591. DOI: 10.1080/07853890.2022.2164048.
- [27] Bang JY, Navaneethan U, Hasan MK, et al. Non-superiority of lumen-apposing metal stents over plastic stents for drainage of walled-off necrosis in a randomised trial[J]. *Gut*, 2019, 68(7): 1200-1209. DOI: 10.1136/gutjnl-2017-315335.
- [28] Seifert H, Biermer M, Schmitt W, et al. Transluminal endoscopic necrosectomy after acute pancreatitis: a multicentre study with long-term follow-up (the GEPARD Study) [J]. *Gut*, 2009, 58(9): 1260-1266. DOI: 10.1136/gut.2008.163733.
- [29] Sanchez-Yague A, Gonzalez-Canoniga A, Lopez-Muñoz C, et al. Pancreatic necrosectomy through a novel double-flange lumen-apposing covered metal stent (video)[J]. *VJGIEN*, 2014, 2(3-4):79-83. DOI: 10.1016/j.vjgien.2014.10.001.
- [30] Yasuda I, Takahashi K. Endoscopic management of walled-off pancreatic necrosis[J]. *Dig Endosc*, 2021, 33(3):335-341. DOI: 10.1111/den.13699.
- [31] Dayyeh B, Chandrasekhara V, Shah RJ, et al. Combined drainage and protocolized necrosectomy through a coaxial lumen-apposing metal stent for pancreatic walled-off necrosis: a prospective multicenter trial[J]. *Ann Surg*, 2023, 277(5): e1072-e1080. DOI: 10.1097/SLA.00000000000005274.
- [32] van Brunshot S, Hollemans RA, Bakker OJ, et al. Minimally invasive and endoscopic versus open necrosectomy for necrotising pancreatitis: a pooled analysis of individual data for 1980 patients[J]. *Gut*, 2018, 67(4):697-706. DOI: 10.1136/gutjnl-2016-313341.
- [33] Luangsukrerk T, Harinwan K, Khoo S, et al. Drainage of complex walled-off pancreatic fluid collections in LAMS era: a multicenter study[J]. *Can J Gastroenterol Hepatol*, 2022, 2022:

9250370. DOI: 10.1155/2022/9250370.
- [34] Brimhall B, Han S, Tatman PD, et al. Increased incidence of pseudoaneurysm bleeding with lumen-apposing metal stents compared to double-pigtail plastic stents in patients with peripancreatic fluid collections[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2018, 16(9):1521-1528. DOI: 10.1016/j.cgh.2018.02.021.
- [35] Wang Z, Zhao S, Meng Q, et al. Comparison of three different stents for endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic fluid collection: a large retrospective study[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2019, 34(4):791-798. DOI: 10.1111/jgh.14557.
- [36] Lang GD, Fritz C, Bhat T, et al. EUS-guided drainage of peripancreatic fluid collections with lumen-apposing metal stents and plastic double-pigtail stents: comparison of efficacy and adverse event rates[J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 87(1):150-157. DOI: 10.1016/j.gie.2017.06.029.
- [37] Mangiavillano B, Lakhtakia S, Samanta J, et al. Lumen-apposing metal stents for the treatment of pancreatic and peripancreatic fluid collections and bleeding risk: a propensity matched study[J]. *Endoscopy*, 2024, 56(4):249-257. DOI: 10.1055/a-2219-3179.
- [38] Ahmad W, Fehmi SA, Savides TJ, et al. Protocol of early lumen apposing metal stent removal for pseudocysts and walled off necrosis avoids bleeding complications[J]. *Scand J Gastroenterol*, 2020, 55(2): 242-247. DOI: 10.1080/00365521.2019.1710246.
- [39] Chavan R, Nabi Z, Lakhtakia S, et al. Impact of transmural plastic stent on recurrence of pancreatic fluid collection after metal stent removal in disconnected pancreatic duct: a randomized controlled trial[J]. *Endoscopy*, 2022, 54(9):861-868. DOI: 10.1055/a-1747-3283.
- [40] Pawa R, Dorrell R, Nguyen M, et al. Analysis of adverse events with lumen apposing metal stents for drainage of pancreatic fluid collections[J]. *Endosc Int Open*, 2023, 11(12):E1153-E1160. DOI: 10.1055/a-2197-3731.
- [41] Li P, Zhang Z, Wang S, et al. A Chinese prospective multicenter cohort study evaluating EUS-guided drainage of pancreatic fluid collections using the Hot AXIOS system[J]. *Endosc Ultrasound*, 2023, 12(2): 259-265. DOI: 10.4103/EUS-D-22-00058.
- [42] Nieto J, Mekaroonkamol P, Shah R, et al. Electrocautery-enhanced lumen-apposing metal stents in the management of symptomatic pancreatic fluid collections: results from the multicenter prospective pivotal trial[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2023, 57(2): 218-226. DOI: 10.1097/MCG.0000000000001545.
- [43] Rımbaş M, Anderloni A, Napoléon B, et al. Common bile duct size in malignant distal obstruction and lumen-apposing metal stents: a multicenter prospective study[J]. *Endosc Int Open*, 2021, 9(11):E1801-E1810. DOI: 10.1055/a-1526-1208.
- [44] van der Merwe SW, van Wanrooij R, Bronswijk M, et al. Therapeutic endoscopic ultrasound: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline[J]. *Endoscopy*, 2022, 54(2):185-205. DOI: 10.1055/a-1717-1391.
- [45] Armellini E, Metelli F, Anderloni A, et al. Lumen-apposing-metal stent misdeployment in endoscopic ultrasound-guided drainages: a systematic review focusing on issues and rescue management[J]. *World J Gastroenterol*, 2023, 29(21):3341-3361. DOI: 10.3748/wjg.v29.i21.3341.
- [46] Mendoza Ladd A, Bashashati M, Contreras A, et al. Endoscopic pancreatic necrosectomy in the United States-Mexico border: a cross sectional study[J]. *World J Gastrointest Endosc*, 2020, 12(5):149-158. DOI: 10.4253/wjge.v12.i5.149.
- [47] Guarner-Argente C, Colón-Hernández J, Concepción-Martín M, et al. Replacement of the same lumen-apposing metallic stent for multiple necrosectomy sessions[J]. *Endoscopy*, 2015, 47 Suppl 1 UCTN:E447-448. DOI: 10.1055/s-0034-1392788.
- [48] DeSimone ML, Asombang AW, Berzin TM. Lumen apposing metal stents for pancreatic fluid collections: recognition and management of complications[J]. *World J Gastrointest Endosc*, 2017, 9(9):456-463. DOI: 10.4253/wjge.v9.i9.456.
- [49] Bapaye A, Itoi T, Kongkam P, et al. New fully covered large-bore wide-flare removable metal stent for drainage of pancreatic fluid collections: results of a multicenter study[J]. *Dig Endosc*, 2015, 27(4):499-504. DOI: 10.1111/den.12421.
- [50] Ang TL, Kongkam P, Kwek AB, et al. A two-center comparative study of plastic and lumen-apposing large diameter self-expandable metallic stents in endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic fluid collections[J]. *Endosc Ultrasound*, 2016, 5(5): 320-327. DOI: 10.4103/2303-9027.191659.
- [51] Saunders R, Ramesh J, Cicconi S, et al. A systematic review and meta-analysis of metal versus plastic stents for drainage of pancreatic fluid collections: metal stents are advantageous[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33(5): 1412-1425. DOI: 10.1007/s00464-018-6416-5.
- [52] Powers PC, Siddiqui A, Sharaiha RZ, et al. Discontinuation of proton pump inhibitor use reduces the number of endoscopic procedures required for resolution of walled-off pancreatic necrosis[J]. *Endosc Ultrasound*, 2019, 8(3): 194-198. DOI: 10.4103/eus.eus_59_18.
- [53] Liu J, Wei Z, Huang Q, et al. Effect of plastic stents following lumen-apposing metal stent placement on recurrence of pancreatic fluid collections in disconnected pancreatic duct syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2024, 34(4):376-382. DOI: 10.1097/SLE.0000000000001292.
- [54] Puga M, Consiglieri CF, Busquets J, et al. Safety of lumen-apposing stent with or without coaxial plastic stent for endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic fluid collections: a retrospective study[J]. *Endoscopy*, 2018, 50(10):1022-1026. DOI: 10.1055/a-0582-9127.
- [55] Rana SS, Shah J, Kang M, et al. Complications of endoscopic ultrasound-guided transmural drainage of pancreatic fluid collections and their management[J]. *Ann Gastroenterol*, 2019, 32(5):441-450. DOI: 10.20524/aog.2019.0404.
- [56] Mahmood SK, Kaimakliotis P. Migration of a lumen-apposing metal stent into the colon[J]. *ACG Case Rep J*, 2018, 5:e14. DOI: 10.14309/crj.2018.14.
- [57] Lakhtakia S, Basha J, Talukdar R, et al. Endoscopic "step-up approach" using a dedicated biflanged metal stent reduces the need for direct necrosectomy in walled-off necrosis (with videos)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 85(6):1243-1252. DOI: 10.1016/j.gie.2016.10.037.
- [58] Rodriguez JR, Razo AO, Targarona J, et al. Debridement and closed packing for sterile or infected necrotizing pancreatitis: insights into indications and outcomes in 167 patients[J]. *Ann Surg*, 2008, 247(2): 294-299. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31815b6976.
- [59] Hartwig W, Maksan SM, Foitzik T, et al. Reduction in mortality with delayed surgical therapy of severe pancreatitis [J]. *J Gastrointest Surg*, 2002, 6(3):481-487. DOI: 10.1016/

- s1091-255x(02)00008-2.
- [60] Besselink MG, Verwer TJ, Schoenmaeckers EJ, et al. Timing of surgical intervention in necrotizing pancreatitis[J]. *Arch Surg*, 2007, 142(12): 1194-1201. DOI: 10.1001/archsurg.142.12.1194.
- [61] Bang JY, Arnoletti JP, Holt BA, et al. An endoscopic transluminal approach, compared with minimally invasive surgery, reduces complications and costs for patients with necrotizing pancreatitis[J]. *Gastroenterology*, 2019, 156(4): 1027-1040.e3. DOI: 10.1053/j.gastro.2018.11.031.
- [62] Bakker OJ, van Santvoort HC, van Brunshot S, et al. Endoscopic transgastric vs surgical necrosectomy for infected necrotizing pancreatitis: a randomized trial[J]. *JAMA*, 2012, 307(10):1053-1061. DOI: 10.1001/jama.2012.276.
- [63] Yan L, Dargan A, Nieto J, et al. Direct endoscopic necrosectomy at the time of transmural stent placement results in earlier resolution of complex walled-off pancreatic necrosis: results from a large multicenter United States trial[J]. *Endosc Ultrasound*, 2019, 8(3): 172-179. DOI: 10.4103/eus.eus_108_17.
- [64] Gulati R, Rustagi T. Endoscopic removal and replacement of the same lumen-apposing metal stent for multiple endoscopic necrosectomy sessions[J]. *Endoscopy*, 2021, 53(1):71-74. DOI: 10.1055/a-1192-3219.
- [65] Gornals JB, Consiglieri CF, Busquets J, et al. Endoscopic necrosectomy of walled-off pancreatic necrosis using a lumen-apposing metal stent and irrigation technique[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(6): 2592-2602. DOI: 10.1007/s00464-015-4505-2.
- [66] 李梦宜, 张艺萍, 许威. 超声内镜引导下置入双蘑菇头金属支架联合双猪尾塑料支架治疗胰腺液体积聚的荟萃分析[J]. *中华胰腺病杂志*, 2024, 24(6):439-446. DOI: 10.3760/cma.j.cn115667-202401267-00026.
- [67] Pawa R, Dorrell R, Russell G, et al. Long-term transmural drainage of pancreatic fluid collections with double pigtail stents following lumen-apposing metal stent placement improves recurrence-free survival in disconnected pancreatic duct syndrome[J]. *Dig Endosc*, 2022, 34(6): 1234-1241. DOI: 10.1111/den.14266.
- [68] Aslam S, Ansari Z, Alani M, et al. Coaxial double-pigtail stent placement: a simple solution to decrease bleeding risk associated with lumen-apposing metal stent?[J]. *Cureus*, 2021, 13(6):e15981. DOI: 10.7759/cureus.15981.
- [69] Shamah SP, Sahakian AB, Chapman CG, et al. Double pigtail stent placement as an adjunct to lumen-apposing metal stents for drainage of pancreatic fluid collections may not affect outcomes: a multicenter experience[J]. *Endosc Ultrasound*, 2022, 11(1):53-58. DOI: 10.4103/EUS-D-21-00030.
- [70] Bang JY, Hawes RH, Varadarajulu S. Lumen-apposing metal stent placement for drainage of pancreatic fluid collections: predictors of adverse events[J]. *Gut*, 2020, 69(8): 1379-1381. DOI: 10.1136/gutjnl-2019-320539.
- [71] Nayar M, Leeds JS, Oppong K. Lumen-apposing metal stents for drainage of pancreatic fluid collections: does timing of removal matter?[J]. *Gut*, 2022, 71(5):850-853. DOI: 10.1136/gutjnl-2021-325812.
- [72] Zhu H, Dong Y, Xie P, et al. Cumbersome removal of a lumen-apposing metal stent in a case of refractory pancreatic pseudocyst[J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 86(1): 235-236. DOI: 10.1016/j.gie.2016.11.009.
- [73] 吴松婷, 窦晓坛, 李娜, 等. 超声内镜引导下双蘑菇头金属支架早期拔除治疗胰腺包裹性坏死的疗效及预后分析[J]. *中华胰腺病杂志*, 2024, (5). DOI: 10.3760/cma.j.cn115667-20231129-00070.
- [74] Ross AS, Irani S, Gan SI, et al. Dual-modality drainage of infected and symptomatic walled-off pancreatic necrosis: long-term clinical outcomes[J]. *Gastrointest Endosc*, 2014, 79(6):929-935. DOI: 10.1016/j.gie.2013.10.014.
- [75] Coluccio C, Facciorusso A, Forti E, et al. Endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic collections with dedicated metal stents: a nationwide, multicenter, propensity score-matched comparison[J]. *Dig Liver Dis*, 2024, 56(1): 159-169. DOI: 10.1016/j.dld.2023.07.012.
- [76] Tian Y, Yin C, Ma Y, et al. Lumen-apposing metal stents versus traditional self-expanding metal stents for endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic fluid collections: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Endosc*, 2024, 38(2):586-596. DOI: 10.1007/s00464-023-10636-3.
- [77] Bang JY, Mel Wilcox C, Arnoletti JP, et al. Importance of disconnected pancreatic duct syndrome in recurrence of pancreatic fluid collections initially drained using lumen-apposing metal stents[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2021, 19(6):1275-1281.e2. DOI: 10.1016/j.cgh.2020.07.022.
- [78] Guo J, Saftoiu A, Vilmann P, et al. A multi-institutional consensus on how to perform endoscopic ultrasound-guided peri-pancreatic fluid collection drainage and endoscopic necrosectomy[J]. *Endosc Ultrasound*, 2017, 6(5): 285-291. DOI: 10.4103/eus.eus_85_17.