

· 综述 ·

内镜下胃肠壁缺损封闭技术的研究进展

曾西 陈明镛 吴楠楠 王芳 张静

经自然腔道内镜手术(natural orifice transluminal endoscopic surgery, NOTES)的概念最先由 Kalloo 等^[1]提出。此概念具有利用内镜技术建立短通路直达病灶部位的核心特征。近 10 年来,随着内镜技术的飞速发展和不断创新,NOTES 很大程度丰富了消化内镜与微创手术领域。然而致力于追求治疗微创化和体表无痕化目标的 NOTES 仍有许多限制,其主要限制之一是缺乏空腔脏器腔外通道安全便捷的闭合技术。先进的腔内或经腔道内镜手术都需要一个安全可靠并且持久的缺损封闭和组织缝合技术来恢复胃肠道的完整性,以避免胃肠液持续流入腹腔增加细菌污染和腹膜炎的风险。为了解除这一限制,各种新兴的内镜工具和技术被开发,运用于经口内镜下肌切开术(peroral endoscopic myotomy, POEM)、黏膜下隧道法内镜切除术(submucosal tunneling endoscopic resection, STER)和内镜全层切除术(endoscopic full-thickness resection, EFTR)等 NOTES 操作造成的黏膜缺损的关闭。通过对这一主题的文獻检索,我们回顾了当前已成熟及未来有望解决 NOTES 中胃肠壁缺损的闭合技术方法。

一、金属夹技术

传统金属夹技术上世纪七十年代由日本引进,最初用于内镜下止血。1993 年 Binmoeller 等^[2]报道了首例利用金属夹夹闭息肉切除术后穿孔的病例,这是内镜下封闭技术逐渐取代外科手术修补内镜操作引起的黏膜缺损或穿孔的开端。目前单纯金属夹夹闭仍是最常用的胃肠壁缺损封闭手段。该技术仅需单人操作,能在发生缺损的第一时间实施封闭,减小了腹腔污染的机率,并且费用较低。但对于全层缺损来说,金属夹仅能夹闭消化道的黏膜层,不能夹闭消化道全层;手术后胃肠道黏膜可能出现水肿,而金属夹尺寸较小,开口距离及夹闭力度有限,可能存在缺损闭合开裂的风险。故金属夹在临床应用中仍有一定局限性。刘靖正等^[3]应用金属夹联合大网膜封闭 4 例较大胃壁全层缺损,取得较好效果,但该方法操作难度大且容易发生创面粘连。

二、套扎器相关技术

1. 抓持钳辅助套扎器(endoscopic grasp-and-loop, GAL)技术:Hu 等^[4]受中国小吃“烧卖”的启发,模仿其制作过程,在临床上成功使用 GAL 技术关闭 EFTR 术后胃肠壁缺损。

操作中使用双钳道胃镜,直径为 20 mm 的椭圆型套扎器从其中一个孔道进入,抓持钳从另一孔道穿过此套扎器锚定病灶缺损处,抓取缺损组织向上提拉,使人工形成的假蒂样组织聚集到套扎器内,收紧套扎器套扎假蒂组织的基底部。进行 GAL 操作时,双钳道胃镜前端不需要安装透明帽,因此不会限制可容受的缺损组织的大小,其另一个优点是整个操作视野干净清晰,能够更迅速(平均缺损关闭时间约 10 min)、切实可靠地(成功率为 100%、穿孔率几乎为 0)关闭缺损,GAL 技术费用低,操作难度小。事实上,若缺损口径过大,可以重复 GAL 多次,这种可重复性也是 GAL 技术的优点。但单套扎器可能易滑脱而过早脱落,导致缺损不能完全闭合。Hucl 等^[5]则在动物上实施了双套扎器闭合术,即 double GAL,一次性使用两个套扎器套扎假蒂样组织基底部,平均关闭时间不超过 20 min,并且能有效克服单套扎器存在的切口部位套扎环易滑脱的问题。已有学者报道了一例成功运用双套扎器闭合术闭合胃外漏患者胃腔内口的病例报告^[6]。

2. Queen 封闭术及 KING 封闭术:Queen NOTES 研究团队设计了一种利用双套扎器联合金属夹封闭胃肠道缺口的的方法,称之为 Queen 封闭术^[7]。该方法的特点是内镜手术之前预先在手术位置周围用 5 枚金属夹固定一枚打开的外套扎器,完成计划 NOTES 后,在手术切口四周用 3 枚金属夹固定另一枚内套扎器,收拢内套扎器并向内镜方向提拉,形成一个类似火山状息肉,然后收拢外套扎器。Queen 封闭术融合了内镜操作者熟知且常见的圈套技术,易于推广。同时,它促使缺损深达固有肌层面愈合,更加牢固。Queen 封闭术要求通过内镜钳道使外套扎器在整个 NOTES 过程中保持开放且固定,对于复杂、耗时长的 NOTES 手术过程很难保持。Ryska 团队^[8]在 Queen 封闭术基础上作了改良,使用单枚套扎器和 4~5 枚金属夹完成了猪的胃壁缺损封闭,该封闭术称之为 KING 封闭术。首先用 4~5 枚金属夹将直径约 30 mm 套扎器固定于胃壁缺损四周,随后的操作过程与 GAL 类似。Ryska 等^[8]在其研究中将 KING 封闭术与单纯金属夹封闭进行对比,发现前者耗时更短,并发症(腹腔脓肿及腹膜炎)发生率更低。

3. 荷包缝合术:Matsuda 等^[9]在金属夹的基础上联合尼龙圈可以封闭 4 cm 以上的全层胃肠壁缺损。尼龙圈一端被金属夹固定在距近端切缘 5 mm 的正常黏膜上,另一端以同样方法固定在远端切缘周围的黏膜上,收拢尼龙圈,近端切缘即与远端切缘点对点“拉链式”接合,即将大的缺口划分

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2018.09.022

作者单位:430060 武汉,武汉大学人民医院消化内科

通信作者:陈明镛,Email:kaimingchen@163.com

为几段小缺口,再用金属夹关闭小缺口。另一种采用大号尼龙圈和 3 枚以上金属夹固定缺损周围的黏膜并向中心拉拢聚集闭合的方式,即荷包缝合。李全朋等^[10]经荷包缝合成功完成 36 例患者 ESD 术后穿孔(>1 cm)的修补,平均用时 16 min,说明该技术切实可行,实用价值较大,现已广泛用于临床。

三、NDO Plicator

NDO Plicator(美国 NDO Surgical 公司生产)是一种内镜下皱襞折叠装置,最初设计是用来折叠胃食管连接处全层皱襞从而治疗胃食管反流病^[11]。该装置由 2 个铰接的虎钳夹和 1 个可伸缩的抓持器组成,并且容纳了 1 个细内镜能通过的孔道。McGee 团队^[12]在动物实验中验证了 NDO Plicator 也能闭合胃壁缺损。首先,1 名术者在金属导丝引导下将 NDO Plicator 装置盲插入胃中,抽出导丝;另 1 名术者沿装置内镜孔道插入细内镜,保持视野可视化,定位胃壁缺损处,抓持器抓取胃壁缺损两边将整个缺损组织带入虎钳夹中;闭合虎钳夹,两边的聚四氟乙烯垫片通过 U 型缝合针穿刺缺损组织后聚拢,即完成一次缝合。若缺损较大可继续重复上述操作。单次缝合平均需要 5.8 min,完全封闭胃壁缺损一般需要 3 次缝合,平均需要 17.7 min。在压力测试中切口没有破裂,增强荧光内镜未发现切口外渗,并且也未观察到毗邻腹腔脏器损伤,这说明 NDO Plicator 相对来说比较安全可靠。von Renteln 等^[13]对 3 例 EMR 术后及 1 例胃痿患者进行了 NDO Plicator 缝合胃壁缺损操作,整个操作过程安全高效,未见术后并发症。然而每次缝合都需要在虎钳夹上重新装上聚四氟乙烯垫片,意味着多次缝合需要多次盲插 NDO Plicator 装置,会增加患者的不适感,也可能增加咽部及食管损伤的风险。进行该操作需要 2 位熟练的内镜操作者同时操作,耗费人力。

四、封堵器

1.可吸收材料补片:Truong 等^[14]对 7 例存在吻合口(直径<3 cm)的患者实施了薇莽网片(Vicryl mesh,美国强生公司)联合纤维胶修补术,首先将薇莽网片完全覆盖漏口,然后用 2 mL 纤维胶封闭薇莽网片使漏口密封,其中 7 例完全愈合,平均愈合时间为 16.3 d,薇莽网片及纤维胶的结合为上皮细胞生长提供了骨架,使细胞快速生长,缩短愈合时间。Disibeyaz 等^[15]对一例胃癌毕 II 式手术切除后出现吻合口漏(直径约 2 cm)的患者联合使用聚丙烯塞及氰基丙烯酸酯粘合剂进行修补,随访 2 个月吻合口漏完全愈合。然而上述 2 种材料都需要反复多次修补才能获得完全愈合。理想的可吸收材料补片需满足密封性好、不妨碍组织细胞生长及组织相容性好的特性。Gore 生物可吸收疝气塞(简称 Gore Plug)是由可生物降解的聚乙交酯碳酸三甲酯共聚物构成,拥有上述特性。Cios 等^[16]在动物实验中验证了 Gore Plug 的有效性。可吸收材料补片修补操作简便,安全性高。随着时代发展,还将有更多新材料出现,还需要更多的动物实验和临床试验验证哪种材料能获得最佳的内皮修复能力和最短的愈

合时间。

2.镍钛合金网封堵器:Occlutech 封堵器(德国 Occlutech 公司生产)由一个由镍钛合金网制成的自膨式双伞形装置(直径 23 和 25 mm)组成,该封堵器目前用于修补房室间隔缺损。镍钛合金的超弹性特性使该封堵器可压缩入导管中自由通过内镜通道,一旦展开,Occlutech 封堵器就可以恢复到原有尺寸。该装置的镍钛合金网拥有强大的夹持力以使其牢固地固定在胃壁。封堵器无金属磁性,因此不影响患者 MRI 检查。2007 年,Perretta 等^[17]首次报道了 Occlutech 封堵器用于关闭胃手术切口的活体动物实验。在 12 周的随访过程中,未出现感染、组织粘连及毗邻脏器损伤等并发症。该技术简单、易于操作,并且可实时调整,不需要额外的器械,普通单钳道内镜下即可完成。随后有研究报道使用 Amplatzer 封堵器及 CardioSEAL 封堵器联合氰基丙烯酸酯粘合剂成功修补 1 例结肠瘘管老年患者^[18]。然而胃肠道对不可吸收异物的长期耐受性仍缺乏可靠的研究数据资料。

五、T 型缝合技术

1. 环形锚荷包(loop-anchor purse-string, LAPS, 美国 Victor 公司)缝合技术:操作时将尼龙线套在环形锚上,并置于内镜穿刺针的尖端,当穿刺针完全穿过胃壁后,利用针槽内芯将锚推出;顺次将 4 枚环形锚成矩形排列放置在缺损四周,相邻锚之间相隔 1.5~2.0 cm,推送导管收紧尼龙线游离端,并用 Cook 装置锁紧导管。Desilets 等^[19]在动物实验中应用 LAPS 缝合技术获得了成功,未发现手术并发症。这种技术也存在一些缺点,如耗时较长;4 条尼龙绳游离端容易打结,影响操作进程;若穿刺针穿入胃壁过深易损伤周围脏器。若将来设计能把 4 个环形锚同时放入一枚针槽中将很大程度节省时间。

2.T 型线锁装置(thread-locking device, 美国 Cook Endoscopy 公司):Ikeda 等^[20]的动物实验使用 T 型线锁装置完成了 8 例 EFTR 手术切口的缝合。该缝合由一枚带有保护鞘和套管的空心针完成,空心针中预先装载一段带有金属头的缝线,穿刺切口周围正常组织进入深肌层或浆膜层表面后,释放缝线,利用金属头形成栓子,与缝线构成一个 T 型线锁装置锁定组织;在切口周围重复上述操作,最后将所有缝线游离端用套管锁紧,切除多余的缝线,缺损即被闭合。保护鞘和套管可以预防穿刺针进入过深而损伤周围脏器组织。该设备能使缺损愈合达到浆膜层,比较牢固可靠,但整个操作过程较复杂,耗时耗力,且缺乏长期的研究结果验证浆膜外的金属栓长期存在的安全性,其是否会引起腹腔组织粘连等不良反应尚不明确。

六、耙状金属夹闭合系统(over the scope clip, OTSC)

OTSC(德国奥维思科公司生产)使用具有超弹特性的镍钛记忆合金制成,将其预先装入一次性套管帽外缘,并将套管帽置于内镜头端。该装置由金属夹及双边抓持器组成。抓持器拖拉缺损两边正常组织进入套管帽,使组织与套管帽紧密接触,通过手柄操控牵引线牵拉套管帽的套管,使套管

回缩,从而释放金属夹,金属夹由于自身超弹特性自动恢复其原始闭合状态,产生一个 8~9 N 的压力,在不引起组织坏死的前提下,达到组织缺损关闭。Kirschniak 等^[21]回顾性研究了 11 例使用 OTSC 关闭胃肠缺损的患者,缺损均得到完全封闭,未发生与 OTSC 相关的任何并发症。Magdeburg 等^[22]也在 40 例以上患者中证明了 OTSC 是关闭胃缺损的安全有效的方法。von Renteln 等^[23]在一项以猪为对象的随机对照研究中比较 OTSC 与外科手术缝合,发现两者可承受的切口崩裂压力相当,然而 OTSC 更具实用性并迅速达到完整的封闭效果。目前 OTSC 已逐渐得到认可并被应用于临床。但 OTSC 费用昂贵仍是制约其发展的主要问题。另外 OTSC 在临床中遇到的问题,比如内镜下 OTSC 关闭穿孔成功后周围肉芽组织过度生长、OTSC 长期不脱落或过早脱落等问题,值得在工作中进一步实践与总结。

七、OverStitch 缝合装置

OverStitch 缝合装置(美国 Apollo Endosurgery 公司生产)由控制手柄、针帽系统和固定交换臂 3 部分组成。使用时将此装置前置入双钳道内镜头端,将弯曲持针器上的针帽靠近组织远侧边缘并穿过,同时用固定交换臂夹住针帽,使针帽与持针器分离;将持针器弯向固定交换臂,重新嵌合针帽,在组织近侧边缘重复上述步骤;按下控制手柄上的蓝色按钮,松开固定交换臂中的针帽,换上固定器,经双钳道内镜靠近创面,收拢拉紧缝线,使得边缘贴靠起来;释放固定器,完成一次缝合^[24]。OverStitch 缝合设备源自 Eagle Claw 设备(奥林巴斯公司)^[25],目前已经通过美国食品药品监督管理局认证。OverStitch 无须将装置退出内镜即可更换针帽,可一次性完成连续或间断缝合,以及对合创面、固定缝线^[26]。最早使用 OverStitch 缝合设备是治疗一例金属夹及组织粘胶封堵失败的持续性胃瘘管外漏的老年患者,OverStitch 缝合设备成功闭合瘘管,一月后复查发现瘘管完全愈合^[27]。朱俊宇等^[24]回顾性分析了应用 OverStitch 缝合设备修补 EFTR 后消化道缺损的 5 例患者的临床资料,发现其较传统金属夹修补法缝合时间、住院时间缩短,缺损修补效果较好。目前大多为动物实验或单中心小样本临床研究,还需要更多的临床研究验证其安全性。

八、全层切除设备(full-thickness resection device, FTRD)

FTRD 由波士顿科学公司、斯泰恩拜斯转移中心及德国图宾根大学共同开发^[28]。FTRD 由一个半圆形吻合器和可灵活移动、用来锁定组织的抓钳刀组成,通过操纵手柄的开关按钮打开 FTRD 头端,确定目标区域,用组织钳抓住靶区的两侧,尽可能缓慢地将组织拉入 FTRD 头端切除腔中;关闭 FTRD 头端,顺时针旋转手柄的订/切按钮,启动类似订书机的吻合器装置,缝合待切除组织的边缘;逆时针旋转订/切按钮,启动切除刀,沿着吻合缘切除靶区组织。Rajan 等^[28]在活体猪的结肠中使用 FTRD 实施了组织切除及缺损闭合术,平均切除直径为 3.6 cm,平均操作时间为 30.2 min,随访过程中吻合口缘未发现脓性分泌物、出血、水肿及狭窄,证

明该设备安全有效。Meireles 等^[29]在活体动物实验中成功使用一种类似于 FTRD 的自动缝合装置 SurgASSIST 关闭 NOTES 后的全层胃壁缺损,证实该装置简单可靠。还需要进一步及长期的动物及临床研究证实该设备的安全性及可靠性。

综上,随着 NOTES 和治疗性内镜手术越来越先进,胃肠道缺损内镜下闭合技术的适应证不断扩大,内镜下闭合治疗可用于炎性或肿瘤性瘘,手术吻合口开裂,胃肠道医源性或自发性穿孔以及息肉切除,POEM、STER、EFTR 等操作引起的黏膜缺损。内镜缺损关闭技术需要具有操作简易性、安全性、稳定性、有效性和市场实用性的特点。金属夹技术成本低,操作相对简单,治疗部位或直径有限,适合特定部位或小穿孔的闭合;套扎环相关技术,尤其是荷包缝合术,融合了内镜操作者熟知且常见的圈套技术,促使深达固有肌层面缺损愈合,简易性、安全性、稳定性、有效性和市场实用性均较好,是关闭消化道缺损的一线治疗措施;对于已用于临床的新发展的 NDO Plicator、封堵器、OTSC 及 OverStitch 缝合装置等内镜缝合器,成本较高,但缝合效果良好,适合大面积的穿孔闭合和创面修复;尚在动物实验阶段的 T 型缝合技术及 FTRD,其安全性仍需大样本研究。新器械研发要着重于在保留原有安全有效的基础上,简化操作步骤,降低医疗费用,以便更好地在临床中应用和推广。相信随着新技术的出现和发展,内镜闭合消化道缺损技术的应用范围将被不断拓宽,让内镜治疗迈上一个新舞台。

参考文献

- [1] Kallou AN, Singh VK, Jagannath SB, et al. Flexible transgastric peritoneoscopy: a novel approach to diagnostic and therapeutic interventions in the peritoneal cavity [J]. *Gastrointest Endosc*, 2004, 60(1): 114-117. DOI: 10.1016/S0016-5107(04)01309-4.
- [2] Binmoeller KF, Grimm H, Soehendra N. Endoscopic closure of a perforation using metallic clips after snare excision of a gastric leiomyoma [J]. *Gastrointest Endosc*, 1993, 39(2): 172-174. DOI: 10.1016/S0016-5107(93)70060-7.
- [3] 刘靖正,周平红,姚礼庆,等.金属止血夹在内镜全层切除术中的应用评价[J].*中华消化内镜杂志*, 2012, 29(2): 69-73. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2012.02.003.
- [4] Hu JW, Ge L, Zhou PH, et al. A novel grasp-and-loop closure method for defect closure after endoscopic full-thickness resection (with video) [J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(10): 4275-4282. DOI: 10.1007/s00464-017-5473-5.
- [5] Huel T, Benes M, Kocik M, et al. A novel double-endoloop technique for natural orifice transluminal endoscopic surgery gastric access site closure [J]. *Gastrointest Endosc*, 2010, 71(4): 806-811. DOI: 10.1016/j.gie.2009.10.058.
- [6] Rego AC, Nunes N, Pereira JR, et al. Double endoloop technique for hole closure on the gastrointestinal tract: human application [J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2011, 9(10): e104-105. DOI: 10.1016/j.cgh.2011.03.029.

- [7] Hookey LC, Khokhotva V, Bielawska B, et al. The Queen's closure: a novel technique for closure of endoscopic gastrotomy for natural-orifice transluminal endoscopic surgery [J]. *Endoscopy*, 2009, 41(2): 149-153. DOI: 10.1055/s-0028-1119464.
- [8] Ryska O, Martinek J, Filipkova T, et al. Single loop-and-clips technique (KING closure) for gastrotomy closure after transgastric ovariectomy: a survival experiment [J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2012, 7(4): 233-239. DOI: 10.5114/wiitm.2011.28870.
- [9] Matsuda T, Fujii T, Emura F, et al. Complete closure of a large defect after EMR of a lateral spreading colorectal tumor when using a two-channel colonoscope [J]. *Gastrointest Endosc*, 2004, 60(5): 836-838. DOI: 10.1016/S0016-5107(04)020033-4.
- [10] 李全朋, 缪林, 张秀华, 等. 荷包缝合技术治疗内镜相关消化道穿孔 [J]. *中华消化内镜杂志*, 2016, 33(8): 558-560. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1007-5232.2016.08.017.
- [11] Chuttani R, Kozarek R, Critchlow J, et al. A novel endoscopic full-thickness plicator for treatment of GERD: an animal model study [J]. *Gastrointest Endosc*, 2002, 56(1): 116-122. DOI: 10.1067/mge.2002.125250.
- [12] McGee MF, Marks JM, Onders RP, et al. Complete endoscopic closure of gastrotomy after natural orifice transluminal endoscopic surgery using the NDO Plicator [J]. *Surg Endosc*, 2008, 22(1): 214-220. DOI: 10.1007/s00464-007-9565-5.
- [13] von Renteln D, Schmidt A, Riecken B, et al. Gastric full-thickness suturing during EMR and for treatment of gastric-wall defects (with video) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2008, 67(4): 738-744. DOI: 10.1016/j.gie.2007.10.051.
- [14] Truong S, Böhm G, Klinge U, et al. Results after endoscopic treatment of postoperative upper gastrointestinal fistulas and leaks using combined Vicryl plug and fibrin glue [J]. *Surg Endosc*, 2004, 18(7): 1105-1108. DOI: 10.1007/s00464-003-8286-7.
- [15] Disibeyaz S, Parlak E, Koksall AS, et al. Endoscopic treatment of a large upper gastrointestinal anastomotic leak using a prolene plug and cyanoacrylate [J]. *Endoscopy*, 2005, 37(10): 1032-1033. DOI: 10.1055/s-2005-870439.
- [16] Cios TJ, Reavis KM, Renton DR, et al. Gastrotomy closure using bioabsorbable plugs in a canine model [J]. *Surg Endosc*, 2008, 22(4): 961-966. DOI: 10.1007/s00464-007-9530-3.
- [17] Perretta S, Sereno S, Forgione A, et al. A new method to close the gastrotomy by using a cardiac septal occluder: long-term survival study in a porcine model [J]. *Gastrointest Endosc*, 2007, 66(4): 809-813. DOI: 10.1016/j.gie.2007.05.055.
- [18] Melmed GY, Kar S, Geft I, et al. A new method for endoscopic closure of gastrocolonic fistula: novel application of a cardiac septal defect closure device (with video) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2009, 70(3): 542-545. DOI: 10.1016/j.gie.2009.03.027.
- [19] Desilets DJ, Romanelli JR, Earle DB, et al. Loop-anchor purse-string versus endoscopic clips for gastric closure: a natural orifice transluminal endoscopic surgery comparison study using burst pressures [J]. *Gastrointest Endosc*, 2009, 70(6): 1225-1230. DOI: 10.1016/j.gie.2009.05.019.
- [20] Ikeda K, Fritscher-Ravens A, Mosse CA, et al. Endoscopic full-thickness resection with sutured closure in a porcine model [J]. *Gastrointest Endosc*, 2005, 62(1): 122-129. DOI: 10.1016/S0016-5107(05)00517-1.
- [21] Kirschniak A, Kratt T, Stüker D, et al. A new endoscopic over-the-scope clip system for treatment of lesions and bleeding in the GI tract: first clinical experiences [J]. *Gastrointest Endosc*, 2007, 66(1): 162-167. DOI: 10.1016/j.gie.2007.01.034.
- [22] Magdeburg R, Kaehler G. Natural orifice transluminal endoscopic surgery in humans: feasibility and safety of transgastric closure using the OTSC system [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(1): 73-77. DOI: 10.1007/s00464-015-4163-4.
- [23] von Renteln D, Schmidt A, Vassiliou MC, et al. Natural orifice transluminal endoscopic surgery gastrotomy closure with an over-the-endoscope clip: a randomized, controlled porcine study (with videos) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2009, 70(4): 732-739. DOI: 10.1016/j.gie.2009.03.010.
- [24] 朱俊宇, 蔡明琰, 周平红, 等. 一种新颖的内镜缝合设备在内镜全层切除术后修补消化道缺损的初步应用(含视频) [J]. *中华消化内镜杂志*, 2016, 33(1): 40-44. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1007-5232.2016.01.008.
- [25] Chiu PW, Lau JY, Ng EK, et al. Closure of a gastrotomy after transgastric tubal ligation by using the Eagle Claw VII: a survival experiment in a porcine model (with video) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2008, 68(3): 554-559. DOI: 10.1016/j.gie.2008.03.1110.
- [26] Kantsevoy SV, Armengol-Miro JR. Endoscopic suturing, an essential enabling technology for new NOTES interventions [J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2016, 26(2): 375-384. DOI: 10.1016/j.giec.2015.12.005.
- [27] Kantsevoy SV, Thuluvath PJ. Successful closure of a chronic refractory gastrocutaneous fistula with a new endoscopic suturing device (with video) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2012, 75(3): 688-690. DOI: 10.1016/j.gie.2011.04.031.
- [28] Rajan E, Gostout CJ, Burgart LJ, et al. First endoluminal system for transmural resection of colorectal tissue with a prototype full-thickness resection device in a porcine model [J]. *Gastrointest Endosc*, 2002, 55(7): 915-920. DOI: 10.1067/mge.2002.124099.
- [29] Meireles OR, Kantsevoy SV, Assumpcao LR, et al. Reliable gastric closure after natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) using a novel automated flexible stapling device [J]. *Surg Endosc*, 2008, 22(7): 1609-1613. DOI: 10.1007/s00464-008-9750-1.

(收稿日期:2018-01-02)

(本文编辑:朱悦)