

· 专家论坛 ·

新型经口内镜下肌切开术治疗消化道疾病的临床应用与研究进展

徐佳昕¹ 周平红¹ 刘斌² 张萍²¹复旦大学附属中山医院内镜中心, 上海 200032; ²爱尔博(上海)医疗器械有限公司
科研部 200336

通信作者: 周平红, Email: ph. zhou@ yahoo.com

【摘要】 自 2009 年经口内镜下肌切开术(peroral endoscopic myotomy, POEM)首次应用于治疗贲门失弛缓症,其疗效与安全性已逐步得到广泛认可。近年来,为更安全有效地实施手术,内镜医生不断进行探索,将传统 POEM 技术从三个方面更迭出新,即术式改良、设备更新和适应证拓展。本文即介绍新型 POEM 技术的临床应用和疗效评价。

【关键词】 消化系统疾病; 经口内镜下肌切口术; 术式改良; 设备更新; 适应证拓展

DOI:10.3760/cma.j.cn321463-20200507-00858

贲门失弛缓症(achalasia, AC)是一种累及食管平滑肌和食管括约肌的动力障碍性疾病,其发病率约为每年 5/10 万,表现以吞咽困难为主^[1]。传统 Heller 手术是治疗 AC 的标准方式。2009 年,Inoue 等^[2]首次尝试使用经口内镜下肌切开术(peroral endoscopic myotomy, POEM)治疗 AC 患者,该手术大致步骤:(1)胃镜直视下隆起黏膜下“水垫”;(2)切开黏膜层;(3)建立黏膜下隧道;(4)切开食管下段肌层,以达到解除食管括约肌的松弛障碍;(5)金属夹夹闭隧道开口。此后,POEM 得到广泛应用。最新 Meta 数据纳入 15 篇对比研究文献,共计 1 213 例患者,经分析显示,与 Heller 手术相比,POEM 治疗微创、恢复时间短,短期疗效明显优于 Heller 手术^[3]。时至今日,POEM 技术已作为常规治疗手术之一,国内外也先后发表 POEM 技术临床应用的专家共识^[4-7]。POEM 技术已相当成熟,但其改良仍是内镜医师关注的热点之一。目前有报道的新型 POEM 技术可分为手术方式的改良、器械配件的更新和适应证的拓展。本文将回顾现有文献,总结新型 POEM 技术的临床应用及疗效评价的研究进展,为内镜医师了解前沿 POEM 技术提供参考。

一、术式改良

POEM 术式的改良主要针对隧道建立和肌切开方式,而术中胃食管连接部(gastroesophageal junction, GEJ)解剖位置的确定和隧道入口的闭合等也有许多细节问题存在不同观点^[8]。

1. 隧道建立:隧道建立的术式改良可依据隧道开口方式、隧道位置选择和隧道长度的差异。国内令狐教授将 POEM 技术的隧道开口方式分为横行开口、纵行开口和倒 T 型开口,他认为结合前二者优势的倒 T 型开口更便于操

作^[9]。隧道开口位置可选择管腔的前壁或后壁,一项随机对照试验(random controlled trials, RCT)研究显示,两种手术方式在短期疗效和安全性上差异并无统计学意义^[10]。隧道长度一般在 10~12 cm,也有部分采用短隧道法,以减少手术时间和难度。隧道的开口位置和长度主要根据术者选择和患者个体差异决定^[9]。

2. 肌切开方式:肌切开的长度和深度也有所区别。肌切开的长度因个体差异有所不同,一般在 8~10 cm^[8]。肌切开的深度则分为两种,即环形肌切开和包括食管纵行肌在内的全层肌切开。Li 等^[11]回顾性对照研究表明,与环形肌切开相比,全层肌切开明显缩短手术时间,而并发症发生率和症状缓解率方面差异无统计学意义。江堤等^[12]回顾病例结论类似,两者短期疗效相当,并发症发生率相似,全层肌切开可缩短手术时间且不增加术后反流的发生。

二、设备更新

常规 POEM 手术器械以高频电刀和注射针为主。首先,通过注射针注射形成黏膜下隆起“水垫”,分离黏膜下层与肌层;再通过高频电刀完成黏膜下层和括约肌的切开;同时,配合 EndoCut Q(ERBE, 德国),可降低隧道建立中的出血风险^[13]。随着技术发展,POEM 器械的研制也不断更迭,可分为多功能器械和单功能器械两种。

1. 新型多功能器械:传统 POEM 技术在隧道建立过程中需要频繁更换高频电刀与注射针,维持“水垫”隆起,以便分离黏膜下层和肌层,从而导致手术时间的延长,增加手术风险。为解决这一难题,德国 ERBE 公司最早将外科水刀技术拓展至内镜领域,研发出海博刀技术,它是结合黏膜下无针注射和高频电刀功能于一体的多功能器械。对照研究结果

显示,相较于传统器械,海博刀实施 POEM 手术通过高压水束联合电刀,无须器械更换,可明显缩短手术时间^[14-17](表 1)。此外,近年来日本公司也正陆续研发水束辅助下的多功能电刀,如水束辅助三角刀(Olympus, 日本)^[18-19]和 Flush BT 刀(Fujifilm, 日本)^[20],但这些器械研究多为单臂试验,尚无对比研究证实其实效性;此外,不同于高压水束辅助的海博刀,这些器械可能无法直接穿透黏膜层进行初次黏膜下注射,需要在切开黏膜层后注水。

2.新型单功能器械:除上述以外,也有一些不同于常规的新型单功能器械,如钳状电刀(stag beetle knife, SB knife)^[21-23]、激光技术^[24]、球囊分离等相关产品^[25]。SB 电刀头端类似钳状,可夹持组织精准分离,使肌层切割变得可控。Bittinger 和 Messmann^[21]首先使用 SB 电刀实施 7 例 POEM,无并发症发生。Wu 等^[22]以相同方式完成 71 例 POEM,出现 2 例肌层损伤和 1 例食管穿孔。近期,Shimizu 等^[23]使用“切凝结合”的新 SB 电刀配合海博刀,治疗 5 例患者,无严重不良反应。激光技术可减少高频电产生的并发症,已被成熟应用于泌尿外科等外科领域。Stavropoulos 等^[24]则尝试采用球囊钝性分离隧道,但部分专家指出球囊钝性分离技术可能无法在直视下分离肌层,易损伤肌层^[8]。总体而言,这些新型单功能器械的研制为 POEM 手术提供更多可能,然而其实际临床价值仍有待深入研究探讨。

三、适应证拓展

最初 Inoue 等^[2]使用 POEM 技术治疗非乙状结肠型 AC 患者。由于治疗效果良好且并发症少,适应证逐步扩展到手术难度较大的乙状结肠型 AC^[25]。近年来,POEM 技术以治疗多种食管疾病为主,并逐步发展至非食管疾病的治疗。

1.难治性 AC:POEM 手术的适应证除取决于食管分型外,个体差异也会造成 POEM 手术难度的不同,如年龄、手术史及合并症等^[8]。具体来看,儿童的食管因组织脆弱、空间狭小,较成人难以实施 POEM 手术;老年患者则往往病程长、食管黏膜炎症较重,手术难度较大,围手术期风险高;而有过食管手术史或部分先天性疾病的患者,可能因自身食管畸形,同样为 POEM 操作带来难度。目前,上海周平红教授团队完成了全球单中心最多的 POEM 操作,亦进行了大量难治性 AC 病例的研究和报道。复旦大学附属中山医院的 POEM

经验证实,成熟的 POEM 操作技术可安全有效地应用于多种难治性 AC 患者,包括 11 个月左右女婴、98 岁老龄患者以及 Heller 手术失败或 AC 合并先天性成骨不全的患者^[26-29]。此外,国外学者也尝试应用超细鼻内镜联合海博刀实施改良 POEM 技术治疗难治性 AC 患者,以此解决黏膜下纤维化对常规 POEM 手术的影响,并成功治疗 45 例患者^[30]。由此可见,多数 AC 皆可选择 POEM 手术治疗,但适当的术式、操作者经验以及并发症处理对复杂性 POEM 仍是必不可少的条件。

2.其他食管疾病:随着内镜医师的不断探索,POEM 也被应用于其他食管动力障碍疾病,如弥漫性食管痉挛、Jackhammer 食管、胡桃夹式食管和食管运动障碍引起的非心源性胸痛^[25,31-34]。另外,POEM 技术也延伸应用至治疗食管憩室。食管憩室是指食管壁的一层或全层局限性膨出,形成与食管腔相同的囊袋,其中 Zenker 憩室是最常见的食管憩室类型。与常规 POEM 略有不同,治疗食管憩室的经黏膜下隧道内憩室室中隔切开术(submucosal tunneling endoscopic septum division, STESD)在建立隧道后,暴露憩室间隔,从而在内镜直视下完全切开肌性隔膜,以治疗食管憩室。目前,STESD 仍仅限于少数回顾性的病例或系列病例报道^[35-44](表 2),其临床价值有待进一步研究。

3.非食管疾病:2013 年日本学者完成首例经口内镜下幽门肌切开术(gastric peroral endoscopic myotomy, G-POEM; 亦称 peroral endoscopic pyloromyotomy, POP)^[45]。该技术是借鉴 POEM 的操作模式,将 GEJ 迁移至胃十二指肠连接处(gastroduodenal junction, GDJ),切开幽门肌,从而缓解由幽门功能障碍引起的疾病,如胃轻瘫等。由于胃镜的操控在 GDJ 难度大,十二指肠较为薄弱,周围存在重要血管,使得 G-POEM 技术比常规 POEM 困难。目前全球范围内报道的 G-POEM 例数已超 300 例,依据系统文献评价显示,该手术成功率基本都达 100%^[46-53],然而这可能是因为研究者均有丰富的 AC POEM 操作经验所产生的偏倚性^[46]。术后临床有效率为 80%左右^[48-49,53],常见并发症为出血、穿孔、气腹,发生率为 0~7.5%^[46-49,51]。此外,内镜下肌切开术 2016 年被应用至治疗先天性巨结肠,即经直肠内镜下肌切开术(per-rectal endoscopic myotomy, PREM)或经肛内镜下肌切开

表 1 经口内镜下肌切开术中海博刀与传统器械的对比研究结果汇总

引用文献	使用器械	器械更换频率(次)	手术时间(min)	并发症	其他研究指标
令狐恩强等 ^[14]	O 型海博刀(n=6)	—	52.3±8.0 ^a	0 例	无
	常规器械(n=29)	—	63.0±12.9	5 例	
Cai 等 ^[15]	海博刀(n=50)	2.0±2.4 ^a	22.9±6.7 ^a	皮下气肿 1 例;肺炎 1 例	海博刀组轻微出血率较少;疗效无差异
	常规器械(n=50)	19.2±7.6	35.9±11.7	皮下气肿 4 例;肺炎 3 例	
Tang 等 ^[16]	海博刀(n=31)	4.7±1.7 ^a	53.0±17.2 ^a	皮下气肿 2 例;出血 1 例	疗效和治疗成本无差异
	三角刀(n=36)	10.9±1.8	67.6±28.4	皮下气肿 3 例;出血 1 例	
龚伟等 ^[17]	海博刀(n=25)	4.5±1.5 ^a	55.3±17.7 ^a	0 例	疗效无差异
	三角刀(n=32)	10.7±1.7	69.5±9.4	0 例	

注:“—”代表未提供;^a代表与同文献中另一组比较差异有统计学意义

表 2 经黏膜下隧道内镜憩室中隔切开术研究结果汇总

引用文献	病例情况	手术完成情况	手术时间	并发症	治疗情况
Sato 等 ^[35]	1 例 84 岁女性	手术成功	—	无并发症	术后吞咽困难症状明显减轻
Li 等 ^[36]	1 例 45 岁女性	手术成功	—	无手术相关并发症	2 个月随访,影像解剖恢复
Mou 等 ^[37]	1 例 79 岁女性, 1 例 75 岁女性	手术均成功	60 min, 50 min	无并发症	1 个月随访, 2 例 Eckardt 评分均降至 1 分
Brieau 等 ^[38]	1 例 72 岁女性	手术成功	—	—	15 d 后症状完全缓解
Demeter 等 ^[39]	1 例 72 岁女性	手术成功	—	无并发症	1 年随访,症状改善,Eckardt 评分降至 0 分
Hernandez 等 ^[40]	1 例 85 岁男性	手术成功	—	无并发症	1 个月随访,无吞咽困难
Nabi 等 ^[41]	1 例 75 岁男性	手术成功	—	—	症状改善
Wu 等 ^[42]	1 例 79 岁女性	手术成功	—	无并发症	术后症状减轻且食欲增加
Yang 等 ^[43]	75 例,平均 73.3 岁	成功率 92%, 1 例因憩室隔膜 不完全可视失败	(52.4±2.9) min	1 例出血, 4 例穿孔	平均随访 291.5 d; 吞咽困难从 1.96 分降至 0.25 分
Liu 等 ^[44]	1 例 74 岁男性	手术成功	85 min	术后腹痛, 发烧	2 个月随访,Eckardt 评分从 8 分降至 2 分

注:“—”代表未提供

术(per-anal endoscopic myotomy, PAEM)。与 POEM 的关键技术类似,经黏膜下隧道切开痉挛肠道肌层,然而目前这种技术仅有单中心的个例报道^[54-55],其疗效及安全性仍有待进一步研究。

四、疗效评价

POEM 发展至今,疗效获得肯定。一项纳入 564 例患者中位随访时间为 49 个月的回顾性研究发现,POEM 术后第 1、2、3、4、5 年的临床成功率分别为 94.2%、92.2%、91.1%、88.6%和 87.1%,病程≥10 年和既往治疗史是术后复发的独立风险因素^[56]。He 等^[57]纳入 115 例患者的回顾性研究也表明,POEM 术后第 1、2、3、4、5 年的临床成功率分别为 91.3%、90.3%、89.0%、83.7%和 80.1%。针对新型 POEM 的安全性,一项纳入 1 680 例患者的大规模临床研究显示,POEM 术后需要干预的主要并发症发生率为 3.3%,操作者经验<1 年、术中空气灌注和黏膜水肿是发生术后主要并发症的独立风险因素^[58]。关于新型 POEM 的学习曲线,Liu 等^[59]纳入 1 346 例患者的回顾性研究表明,手术操作>70 例可显著缩短操作时间,操作>100 例才可显著降低手术失败率、并发症发生率和术后复发率。

五、结语

综上所述,笔者将迄今为止的新 POEM 研究经验归纳为以下几点:(1)POEM 手术的具体术式需要结合自身经验和患者实际情况选择;(2)由于多功能器械降低了器械更换频率,因而明显减少手术时间,而替代常规电刀的单一功能器械(如 SB 刀、激光、球囊)目前尚无充分证据显示其临床价值;(3)POEM 技术不仅可治疗各类 AC 患者,也可用于治疗如食管动力障碍疾病、食管憩室、胃轻瘫以及先天性巨结肠等疾病。

自全球首例 POEM 手术发展至今已整整 10 年。这期

间,POEM 手术作为一种微创治疗方式,已为上万例患者带来福音,相信随着术式改良和器械精进,更高效、更安全的 POEM 手术会使更多患者获益。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 狄育竹, 徐洪雨. 贲门失弛缓症的诊断与治疗进展[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2018, 27(1): 92-95. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5709.2018.01.021.
- [2] Inoue H, Minami H, Satodate H, et al. First Clinical Experience of Submucosal Endoscopic Esophageal Myotomy for Esophageal Achalasia with No Skin Incision[J]. Gastrointest Endosc, 2009, 69(5): AB122. DOI: 10.1016/j.gie.2009.03.133.
- [3] Park CH, Jung DH, Kim DH, et al. Comparative efficacy of peroral endoscopic myotomy and Heller myotomy in patients with achalasia: a meta-analysis[J]. Gastrointest Endosc, 2019, 90(4): 546-558. e3. DOI: 10.1016/j.gie.2019.05.046.
- [4] Inoue H, Shiwa H, Iwakiri K, et al. Clinical practice guidelines for peroral endoscopic myotomy[J]. Dig Endosc, 2018, 30(5): 563-579. DOI: 10.1111/den.13239.
- [5] 内镜治疗专家协作组. 经口内镜下肌切开术治疗贲门失弛缓症专家共识[J]. 中华胃肠外科杂志, 2012, 15(11): 1197-1200. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2012.11.026.
- [6] Ramchandani M, Nageshwar Reddy D, Nabi Z, et al. Management of achalasia cardia: Expert consensus statements[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2018, 33(8): 1436-1444. DOI: 10.1111/jgh.14097.
- [7] Zaninotto G, Bennett C, Boeckstaens G, et al. The 2018 ISDE achalasia guidelines [J]. Dis Esophagus, 2018, 31(9): 1-29. DOI: 10.1093/dote/doy071.
- [8] 李惠凯, 令狐恩强. 经口内镜下肌切开术治疗贲门失弛缓症的新进展[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2012, 5(5): 47-

49. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2012.05.016.
- [9] 令狐恩强, 丁辉. 经口内镜下肌切开术手术操作方法[J]. 中华胃肠内镜电子杂志, 2014, 1(2): 55-59. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-7157.2014.02.001.
- [10] Tan Y, Lv L, Wang X, et al. Efficacy of anterior versus posterior per-oral endoscopic myotomy for treating achalasia: a randomized, prospective study[J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 88(1): 46-54. DOI: 10.1016/j.gie.2018.03.009.
- [11] Li QL, Chen WF, Zhou PH, et al. Peroral endoscopic myotomy for the treatment of achalasia: a clinical comparative study of endoscopic full-thickness and circular muscle myotomy[J]. *J Am Coll Surg*, 2013, 217(3): 442-451. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.04.033.
- [12] 江堤, 廖素环, 李啸峰, 等. 经口内镜全层肌切开术与环形肌切开术治疗贲门失弛缓症临床疗效分析[J]. 现代消化及介入诊疗, 2017, 22(1): 5-8, 16. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2159.2017.01.002.
- [13] Inoue H, Tianle KM, Ikeda H, et al. Peroral endoscopic myotomy for esophageal achalasia: technique, indication, and outcomes[J]. *Thorac Surg Clin*, 2011, 21(4): 519-525. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2011.08.005.
- [14] 令狐恩强, 翟亚奇, 李惠凯. 海博刀在经口内镜下肌切开术治疗贲门失弛缓症中的临床应用[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2012, 5(5): 19-23. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2012.05.007.
- [15] Cai MY, Zhou PH, Yao LQ, et al. Peroral endoscopic myotomy for idiopathic achalasia: randomized comparison of water-jet assisted versus conventional dissection technique[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28(4): 1158-1165. DOI: 10.1007/s00464-013-3300-1.
- [16] Tang X, Gong W, Deng Z, et al. Comparison of conventional versus Hybrid knife peroral endoscopic myotomy methods for esophageal achalasia: a case-control study[J]. *Scand J Gastroenterol*, 2016, 51(4): 494-500. DOI: 10.3109/00365521.2015.1059878.
- [17] 龚伟, 高梢萍, 汤小伟, 等. 海博刀与三角刀在经口内镜下肌切开术中疗效的回顾性队列研究[J]. 中华消化内镜杂志, 2018, 35(5): 322-326. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2018.05.005.
- [18] Balassone V, Sumi K, Inoue H. Peroral endoscopic myotomy: first human experience with a water-jet-assisted triangle knife[J]. *Gastrointest Endosc*, 2016, 83(6): 1279. DOI: 10.1016/j.gie.2015.12.031.
- [19] Nabi Z, Ramchandani M, Chavan R, et al. Outcome of peroral endoscopic myotomy in achalasia cardia: Experience with a new triangular knife[J]. *Saudi J Gastroenterol*, 2018, 24(1): 18-24. DOI: 10.4103/sjg.SJG_361_17.
- [20] Tanaka S, Toyonaga T, Kawara F, et al. Peroral endoscopic myotomy using FlushKnife BT: a single-center series[J]. *Endosc Int Open*, 2017, 5(7): E663-669. DOI: 10.1055/s-0043-111721.
- [21] Bittinger M, Messmann H. Use of the stag-beetle knife for peroral endoscopic myotomy for achalasia: a novel method for myotomy[J]. *Gastrointest Endosc*, 2015, 82(2): 401-402. DOI: 10.1016/j.gie.2015.03.1906.
- [22] Wu W, He F, Lin J, et al. Peroral Endoscopic Myotomy with the Stag Beetle Knife (SB Knife): Feasibility and Follow-Up[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25: 3542-3548. DOI: 10.12659/MSM.914643.
- [23] Shimizu T, Fortinsky KJ, Chang KJ. Early experience with use of an endoscopic "hot" scissor-type knife for myotomy during per-oral endoscopic myotomy procedure[J]. *VideoGIE*, 2019, 4(4): 182-184. DOI: 10.1016/j.vgie.2018.12.014.
- [24] Stavropoulos SN, Harris MD, Hida S, et al. Endoscopic submucosal myotomy for the treatment of achalasia (with video)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2010, 72(6): 1309-1311. DOI: 10.1016/j.gie.2010.04.016.
- [25] Minami H, Inoue H, Haji A, et al. Per-oral endoscopic myotomy: emerging indications and evolving techniques[J]. *Dig Endosc*, 2015, 27(2): 175-181. DOI: 10.1111/den.12328.
- [26] Zhang XC, Li QL, Huang Y, et al. Peroral endoscopic myotomy using the posterior approach in an 11-month-old girl with achalasia, severe malnutrition, and recurrent pneumonia[J]. *Endoscopy*, 2015, 47 Suppl 1 UCTN: E480-482. DOI: 10.1055/s-0034-1393156.
- [27] 刘歆阳, 成婧, 刘祖强, 等. 经口内镜下环形肌切开术治疗老年贲门失弛缓症的疗效[J]. 中华消化内镜杂志, 2019, 36(4): 269-272. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2019.04.010.
- [28] Zhou PH, Li QL, Yao LQ, et al. Peroral endoscopic remyotomy for failed Heller myotomy: a prospective single-center study[J]. *Endoscopy*, 2013, 45(3): 161-166. DOI: 10.1055/s-0032-1326203.
- [29] 诸炎, 李全林, 蔡明琰, 等. 全球首例经口内镜肌切开术治疗贲门失弛缓症合并先天性成骨不全的临床实践[J]. 中国临床医学, 2018, 25(2): 178-181. DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20180344.
- [30] Hernandez Mondragón OV, González Martínez MA, Solórzano Pineda OM, et al. Feasibility of the peroral endoscopic myotomy (POEM) procedure with a new small-caliber endoscope (thin-POEM) in patients with achalasia[J]. *Endoscopy*, 2019, 51(4): 350-354. DOI: 10.1055/a-0802-8826.
- [31] Minami H, Isomoto H, Yamaguchi N, et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) for diffuse esophageal spasm[J]. *Endoscopy*, 2014, 46 Suppl 1 UCTN: E79-81. DOI: 10.1055/s-0032-1309922.
- [32] Bechara R, Ikeda H, Inoue H. Peroral endoscopic myotomy for Jackhammer esophagus: to cut or not to cut the lower esophageal sphincter[J]. *Endosc Int Open*, 2016, 4(5): E585-588. DOI: 10.1055/s-0042-105204.
- [33] Ko WJ, Lee BM, Park WY, et al. Jackhammer esophagus treated by a peroral endoscopic myotomy[J]. *Korean J Gastroenterol*, 2014, 64(6): 370-374. DOI: 10.4166/kjg.2014.64.6.370.
- [34] Albers D, Frieling T, Dakkak D, et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) is effective in treatment of noncardiac chest pain caused by hypercontractile esophageal motility disorders: results of the POEM-HYPE-Study[J]. *Z Gastroenterol*, 2018, 56(11):

- 1337-1342. DOI: 10.1055/a-0668-2605.
- [35] Sato H, Sato Y, Takeuchi M, et al. Salvage peroral endoscopic myotomy for esophageal diverticulum [J]. *Endoscopy*, 2015, 47 Suppl 1 UCTN: E14-15. DOI: 10.1055/s-0034-1390735.
- [36] Li QL, Chen WF, Zhang XC, et al. Submucosal Tunneling Endoscopic Septum Division: A Novel Technique for Treating Zenker's Diverticulum [J]. *Gastroenterology*, 2016, 151 (6): 1071-1074. DOI: 10.1053/j.gastro.2016.08.064.
- [37] Mou Y, Zeng H, Wang Q, et al. Giant mid-esophageal diverticula successfully treated by per-oral endoscopic myotomy [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30 (1): 335-338. DOI: 10.1007/s00464-015-4181-2.
- [38] Brieau B, Leblanc S, Bordacahar B, et al. Submucosal tunneling endoscopic septum division for Zenker's diverticulum: a reproducible procedure for endoscopists who perform peroral endoscopic myotomy [J]. *Endoscopy*, 2017, 49 (6): 613-614. DOI: 10.1055/s-0043-105574.
- [39] Demeter M, Bánovčin P Jr, Ďuricek M, et al. Peroral endoscopic myotomy in achalasia and large epiphrenic diverticulum [J]. *Dig Endosc*, 2018, 30(2): 260-262. DOI: 10.1111/den.12961.
- [40] Hernández Mondragón OV, Solórzano Pineda MO, Blancas Valencia JM. Zenker's diverticulum: Submucosal tunneling endoscopic septum division (Z-POEM) [J]. *Dig Endosc*, 2018, 30 (1): 124. DOI: 10.1111/den.12958.
- [41] Nabi Z, Ramchandani M, Darisetty S, et al. Per-oral endoscopic myotomy with endoscopic septum division in a case of achalasia with large epiphrenic diverticulum [J]. *VideoGIE*, 2019, 4(1): 14-16. DOI: 10.1016/j.vgie.2018.09.009.
- [42] Wu C, Zhang Q, Liu W, et al. Successful treatment of giant esophageal diverticulum by per-oral endoscopic myotomy [J]. *Endoscopy*, 2018, 50 (5): E107-108. DOI: 10.1055/s-0043-125310.
- [43] Yang J, Novak S, Ujiki M, et al. An international study on the use of peroral endoscopic myotomy in the management of Zenker's diverticulum [J]. *Gastrointest Endosc*, 2020, 91 (1): 163-168. DOI: 10.1016/j.gie.2019.04.249.
- [44] Liu XY, Li QL, Jiao TW, et al. Peroral endoscopic myotomy regains anatomical structure and improves emptying for achalasia with multiple esophageal diverticula [J]. *Endoscopy*, 2019, 51 (12): E392-393. DOI: 10.1055/a-0969-1757.
- [45] Khashab MA, Stein E, Clarke JO, et al. Gastric peroral endoscopic myotomy for refractory gastroparesis: first human endoscopic pyloromyotomy (with video) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2013, 78 (5): 764-768. DOI: 10.1016/j.gie.2013.07.019.
- [46] Mekaroonkamol P, Shah R, Cai Q. Outcomes of per oral endoscopic pyloromyotomy in gastroparesis worldwide [J]. *World J Gastroenterol*, 2019, 25 (8): 909-922. DOI: 10.3748/wjg.v25.i8.909.
- [47] 任书瑶, 王东旭. 经口内镜幽门肌切开术在治疗胃轻瘫中的应用及研究现状 [J]. *中华消化内镜杂志*, 2018, 35 (8): 601-605. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2018.08.019.
- [48] Aghaie Meybodi M, Qumsey B, Shakoob D, et al. Efficacy and feasibility of G-POEM in management of patients with refractory gastroparesis: a systematic review and meta-analysis [J]. *Endosc Int Open*, 2019, 7(3): E322-329. DOI: 10.1055/a-0812-1458.
- [49] Khoury T, Mizrahi M, Mahamid M, et al. State of the art review with literature summary on gastric peroral endoscopic pyloromyotomy for gastroparesis [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2018, 33 (11): 1829-1833. DOI: 10.1111/jgh.14293.
- [50] Gonzalez JM, Vanbiervliet G, Vitton V, et al. First European human gastric peroral endoscopic myotomy, for treatment of refractory gastroparesis [J]. *Endoscopy*, 2015, 47 Suppl 1 UCTN: E135-136. DOI: 10.1055/s-0034-1391821.
- [51] Mekaroonkamol P, Patel V, Shah R, et al. Association between duration or etiology of gastroparesis and clinical response after gastric per-oral endoscopic pyloromyotomy [J]. *Gastrointest Endosc*, 2019, 89 (5): 969-976. DOI: 10.1016/j.gie.2018.12.023.
- [52] Jacques J, Pagnon L, Hure F, et al. Peroral endoscopic pyloromyotomy is efficacious and safe for refractory gastroparesis: prospective trial with assessment of pyloric function [J]. *Endoscopy*, 2019, 51(1): 40-49. DOI: 10.1055/a-0628-6639.
- [53] Xu J, Chen T, Elkholy S, et al. Gastric Peroral Endoscopic Myotomy (G-POEM) as a Treatment for Refractory Gastroparesis: Long-Term Outcomes [J]. *Can J Gastroenterol Hepatol*, 2018, 2018: 6409698. DOI: 10.1155/2018/6409698.
- [54] Bapaye A, Bharadwaj T, Mahadik M, et al. Per-rectal endoscopic myotomy (PREM) for pediatric Hirschsprung's disease [J]. *Endoscopy*, 2018, 50(6): 644-645. DOI: 10.1055/a-0583-7570.
- [55] Bapaye A, Waghlikar G, Jog S, et al. Per rectal endoscopic myotomy for the treatment of adult Hirschsprung's disease: First human case (with video) [J]. *Dig Endosc*, 2016, 28(6): 680-684. DOI: 10.1111/den.12689.
- [56] Zhang XC, Li QL, Xu MD, et al. Major perioperative adverse events of peroral endoscopic myotomy: a systematic 5-year analysis [J]. *Endoscopy*, 2016, 48 (11): 967-978. DOI: 10.1055/s-0042-110397.
- [57] He C, Li M, Lu B, et al. Long-Term Efficacy of Peroral Endoscopic Myotomy for Patients with Achalasia: Outcomes with a Median Follow-Up of 36 Months [J]. *Dig Dis Sci*, 2019, 64(3): 803-810. DOI: 10.1007/s10620-018-5373-0.
- [58] Wu QN, Xu XY, Zhang XC, et al. Submucosal fibrosis in achalasia patients is a rare cause of aborted peroral endoscopic myotomy procedures [J]. *Endoscopy*, 2017, 49 (8): 736-744. DOI: 10.1055/s-0043-113440.
- [59] Liu Z, Zhang X, Zhang W, et al. Comprehensive Evaluation of the Learning Curve for Peroral Endoscopic Myotomy [J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2018, 16 (9): 1420-1426. e2. DOI: 10.1016/j.cgh.2017.11.048.

(收稿日期: 2020-05-07)

(本文编辑: 顾文景)