

DOI: 10.3969/j.issn.1007-1989.2020.09.002

文章编号: 1007-1989 (2020) 09-0006-05

论 著

磁锚定技术辅助内镜下胃黏膜剥离术的实验研究*

潘敏¹, 张玟², 刘欢毅², 和树娟², 吉琳², 吝怡², 史爱华³, 马锋³, 吕毅¹, 严小鹏¹

(1. 西安交通大学第一附属医院 肝胆外科, 陕西 西安 710061; 2. 西安交通大学启德书院, 陕西 西安 710061; 3. 西安交通大学第一附属医院 精准外科与再生医学国家地方联合工程研究中心, 陕西 西安 710061)

摘要: **目的** 探讨磁锚定技术(MAT)在内镜下胃黏膜剥离术中的应用的可行性。**方法** 自行设计加工适用于胃内镜黏膜下剥离术(ESD)的磁锚定装置。以Beagle犬离体胃为实验模型, 胃镜下利用软组织夹将靶磁体(TM)钳夹固定于假定的病变黏膜边缘, 胃体外放置锚定磁体(AM), 用来吸引牵拉TM, 改变牵拉方向, 并维持足够的组织张力, 从而完成ESD。**结果** 成功设计并加工出AM和TM。通过胃镜的钳道, 利用软组织夹可将TM固定于病变黏膜边缘, 钳夹方便, 固定牢靠。胃体外AM能够灵活牵引TM, 改变AM位置能灵活调节TM来控制黏膜牵拉力的方向和大小, 可以清晰显示黏膜剥离面。整个操作过程顺利, 未出现黏膜撕脱现象。**结论** MAT可用于胃ESD, 能够为黏膜剥离面提供足够的组织张力, 并充分显露剥离面术野, 该技术操作简单, 具有极大的临床应用潜力。

关键词: 磁锚定技术; 磁外科; 早期胃癌; 内镜黏膜下剥离术

中图分类号: R608; R735.2

Experimental study on magnetic anchoring technique for endoscopic gastric mucosal dissection*

Min Pan¹, Wen Zhang², Huan-yi Liu², Shu-juan He², Lin Ji², Yi Lin²,

Ai-hua Shi³, Feng Ma³, Yi Lü¹, Xiao-peng Yan¹

(1. Department of Hepatobiliary Surgery, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 2. Qide College, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 3. National Local Joint Engineering Research Center for Precision Surgery & Regenerative Medicine, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: **Objective** To explore the feasibility of magnetic anchoring technique in endoscopic gastric mucosal dissection. **Methods** Self-designed magnetic anchoring device suitable for endoscopic gastric mucosal dissection. Using the Beagle dog's isolated stomach as an experimental model, a soft tissue clip was used to fix the target magnet to the hypothesized lesion mucosa under gastroscopy. An anchor magnet was placed outside the stomach to attract the target magnet, change the pulling direction and maintain sufficient tissue tension, thus completing endoscopic gastric mucosal dissection. **Results** Successfully designed and processed the anchor magnet and target magnet. The target magnet can be fixed to the edge of the diseased mucosa by using a soft tissue clamp through the gastroscope's clamping channel. The clamping is convenient and secure. The gastric extracorporeal anchoring

收稿日期: 2020-02-24

* 基金项目: 国家自然科学基金(No: 81700545); 陕西省自然科学基金计划(No: 2017JQ8021); 中央高校基本科研业务费专项资金(No: xjj2018jchz14); 西安交通大学大学生创新实验项目(No: SJ201910698387)

[通信作者] 严小鹏, E-mail: yanxiaopeng99@163.com; Tel: 15332432878

magnet can flexibly pull the target magnet, changing the position of the anchoring magnet can flexibly adjust the direction and size of the target magnet's pulling force on the mucosa, and the mucosal peeling surface can be clearly displayed. The entire operation was smooth without mucosal avulsion. **Conclusion** Magnetic anchoring technology can be used for endoscopic gastric mucosal dissection, which can provide sufficient tissue tension for the mucosal dissection surface and fully expose the surgical field of the dissection surface. The technique is simple to operate and has great potential for clinical application.

Keywords: magnetic anchor technique; magnetic surgery; early gastric cancer; endoscopic submucosal dissection

胃癌是全球常见的恶性肿瘤,严重威胁人类健康。根据GLOBOCAN最新统计数据显示,胃癌发病率和死亡率分别位于恶性肿瘤的第5位和第2位^[1]。在我国,胃癌发病率和死亡率在恶性肿瘤中分别位于第2位和第3位^[2]。然而,有临床研究^[3]表明,获得早期诊断和早期治疗的胃癌患者预后较好,5年生存率高达90%以上。目前,内镜检查的普及极大地促进了胃癌的早发现及早诊断。虽然外科手术是早期胃癌的传统治疗方法^[4],但因创伤大、围手术期并发症等问题,严重影响患者的生存质量^[5]。近年来,内镜黏膜下剥离术(endoscopic submucosal dissection, ESD)已成为了消化道早癌的主流治疗方式^[6-7]。临床研究^[8]表明,ESD与外科手术在完整切除率、并发症发生率等方面比较,差异无统计学意义,但在平均住院天数及治疗总费用上,ESD更具优势。ESD操作技术要求较高、学习曲线长,难以在基层医院推广和应用^[9]。该技术不易广泛推广的原因在于:ESD操作中缺乏对病变黏膜的有效牵拉,使黏膜剥离面难以充分显露。

为此,内镜医生提出了各种ESD辅助技术,包括经皮穿刺牵引^[10]、橡皮筋牵引^[11]和弹性医疗环牵引法^[12]等,但牵拉的方向较难以掌控,不能灵活调节拉力大小。借助特殊研制的内镜操作平台,如:主-从内镜系统(MASTER)^[13]、双通道内镜^[14]等,都有良好的应用前景,但相应设备尚需进一步完善和优化。磁锚定技术(magnetic anchor technique, MAT)辅助ESD首先由日本学者KOBAYASHI^[15]于2004年提出,该方法所用设备简单,成本低,操作易于掌握,最大的优势在于:通过调整锚定磁体(anchor magnet, AM),能灵活调节靶磁体(target magnet, TM)对黏膜的牵拉力大小和牵拉方向。但MAT辅助ESD在国内研究较少,笔者团队在前期磁外科研究的基础上,

设计了辅助ESD操作的磁锚定装置,并在离体犬胃上对其操作的可行性进行了验证。现报道如下:

1 材料与方法

1.1 材料

用于ESD的磁锚定装置包括AM和TM两部分。AM为直径50 mm、高140 mm的圆柱状磁体,外套有5 mm厚的U形树脂壳。TM包括坡莫合金外壳和磁核两部分,磁核为直径4.5 mm、高5.5 mm的圆柱体,坡莫合金外壳壁厚1 mm,呈U形,外壳底端带有尾挂结构,尾挂结构上有1 mm的穿线孔,磁核能够紧配装入到坡莫合金外壳里面。AM和TM均采用N48烧结型钕铁硼材料,委托陕西金山电气有限责任公司加工而成,表面电镀镍,轴向饱和充磁。AM表面场强0.65 T, TM表面场强0.28 T。AM及TM见图1。其他材料包括:软组织夹(又称和谐夹)(南京微创医疗器械有限公司)和胃镜系统(西安西川医疗器械有限公司)。离体胃来自于本团队其他实验结束后被处以安乐死的Beagle犬。本实验经西安交通大学动物实验伦理委员会批准(批准号NO.XJTULAC2019-1006),实验符合实验动物伦理要求。

1.2 操作方法

内镜下操作由本文通信作者主刀完成。将离体Beagle犬胃置于操作台上,丝线结扎胃出口远端,经食管残端进胃镜并注入气体,使胃腔适度膨胀,检查犬胃完整性,观察胃黏膜情况。电刀经胃镜活检孔进入胃腔,在胃后壁靠近大弯侧假定并标记欲剥离的胃黏膜边界,病灶大小约15 mm×20 mm。将软组织夹(和谐夹)经胃镜活检孔插入,自胃镜头端伸出,打开软组织夹,丝线穿过TM尾挂结构的穿线孔,将其栓绑固定于软组织夹头端,并使其不影响软组织夹的

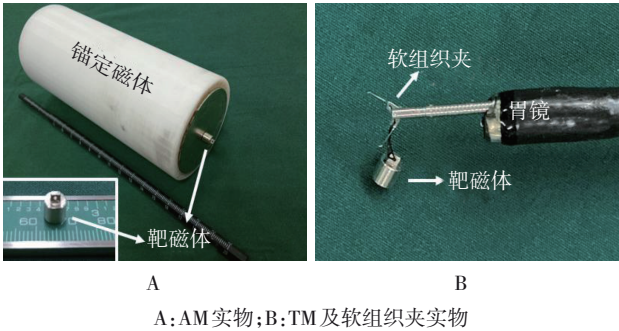


图 1 AM与TM实物图

Fig.1 Physical drawing of anchor magnet and target magnet

闭合。胃镜带着软组织夹及TM，经离体胃的食管残端进入胃腔内，注气使胃腔适度膨胀。胃镜下寻找预标记的病变黏膜，调整软组织夹的位置和方向，张开夹头，并将软组织夹钳夹于拟剥离的胃病变黏膜边缘。扣动软组织夹操作手柄，释放软组织夹，退出软组织夹控制部分，此时TM和软组织夹被留置在胃病变黏膜上。AM缓慢靠近离体胃，从胃镜下观察，可见TM被缓慢吸起，同时带动软组织夹牵拉起被钳夹的病变黏膜边缘，通过调整AM的位置和方

向，可改变TM的牵拉方向和牵拉力大小，满足ESD手术操作需要。按预先标记的边界完整剥离胃黏膜，检查术野无穿孔后，取出黏膜标本及TM，退出胃镜，术毕。

2 结果

利用自行设计加工的磁锚定装置，顺利完成了6个离体Beagle犬胃ESD术。术中利用胃镜活检孔，可将TM和软组织夹顺利送入胃腔内。6个离体胃ESD术中，软组织夹均一次性钳夹在预剥离的胃黏膜边缘。其中，5个手术均使用一个TM就成功完成了黏膜剥离，另1个手术中，因软组织夹钳夹的黏膜太少，在AM牵拉过程中出现滑脱，遂立即取出滑脱的TM及软组织夹，重新置入一枚带有TM的软组织夹，妥善钳夹后，也顺利完成手术。操作时间19~40 min，平均 (29.00 ± 8.34) min。术中AM与TM之间的吸力能够提供良好的剥离面术野，维持足够的组织张力，极大地方便了胃黏膜的剥离。通过移动AM，可灵活改变TM的牵拉方向，充分显露术野。术中未出现黏膜组织撕伤。手术过程详见图2。

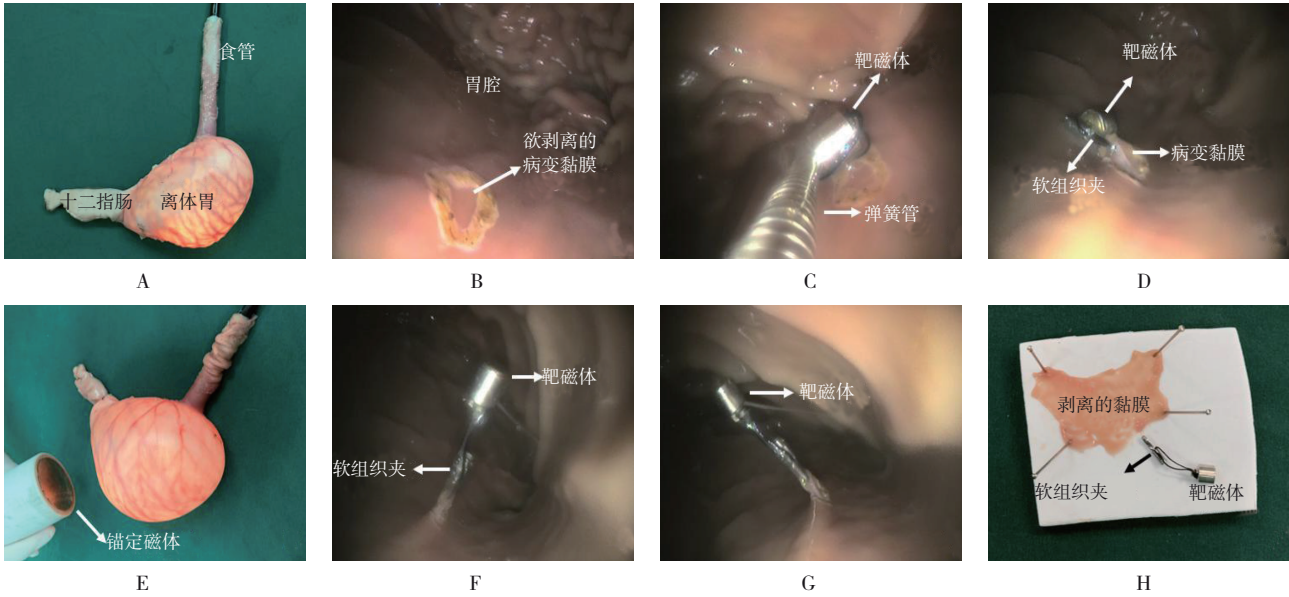


图 2 MAT辅助ESD操作过程

Fig.2 Magnetic anchoring technology assists ESD operation process

3 讨论

磁外科是利用磁体间特殊的“非接触性”磁力,借助特殊设计的磁性装置来实现空腔脏器吻合重建、组织器官牵拉暴露等功能的新兴外科技术,磁外科在经历了实验验证阶段、自由探索阶段后,已进入学科建设阶段,并初步形成了以磁压榨技术、MAT、磁导航技术、磁悬浮技术、磁示踪技术、磁驱动技术为主的临床应用体系^[16]。磁外科相关技术的研究和应用涉及血管吻合^[17]、消化道吻合^[18]、狭窄胆道疏通^[19]、直肠阴道瘘闭合修补^[20]、磁力血流阻断^[21]、先天性肛门闭锁再通^[22]、磁导航空肠营养管快速置入^[23]和气管食管瘘动物模型制备^[24]等诸多领域。MAT作为磁外科的核心临床技术之一,在外科手术中能够辅助腔镜手术^[25-26],从而达到更微创的手术效果。

本研究在国内首次对MAT辅助胃ESD术的可行性进行了初步探索。用于ESD的磁锚定装置核心包括AM和TM两部分。其中,AM可视为“主动施力”部分,由于其位于体外,磁体的大小受制约的因素较少,在设计加工时可考虑适当做大,形状上以圆柱体为最佳;TM可视为“被动受力”部分,其位于消化道腔内,尺寸受限因素较多,所以TM的结构设计还需要考虑能与现有的内镜下操作器械适配。本实验中TM的设计,采用坡莫合金壳紧配圆柱体磁核的设计方案,具有以下优点:①坡莫合金是高导磁材料,圆柱体磁核紧配U形坡莫合金壳,能够将磁力线汇聚于TM工作面,减少非工作面(侧面和牵拉面)的磁力线,可最大程度上减少TM对内镜下操作器械的磁力干扰;②坡莫合金壳的尾挂结构便于TM与黏膜钳夹装置的连接,本实验中使用临床常用的软组织夹作为黏膜钳夹装置,两者之间通过丝线栓绑即可。

根据Beagle犬离体胃模拟实验,MAT辅助ESD还需注意:①本实验中有1例出现软组织夹撕脱,分析原因有两点:第一,软组织夹钳夹组织过少,导致夹持不牢固;第二,锚定牵拉力量过大,导致组织撕裂,在实际应用时应注意控制合适的牵拉力大小,该牵拉力量化较为困难,即使可以量化,在实际操作中也难以精准掌控,笔者认为,AM应缓慢靠近胃体,使TM逐渐缓慢受力,同时操作者在胃镜下密切观察TM对黏膜的牵拉张力状况,牵拉力以满足视野显露和镜下操作需要即可,不宜过大,以避免黏膜撕伤或TM滑脱;②消化道空间有限,TM在满足牵拉力的条

件下,体积应尽可能小,以减少对视野的影响;③TM与软组织夹之间栓绑的丝线长度要适中,丝线过短,会使TM与AM之间距离太大,磁力就会变小;丝线过长,可能会导致TM接触到旁侧或对侧胃黏膜,有限的胃腔无法使软组织夹处于紧绷状态,从而降低牵拉效果;④术中根据术野显露需要,灵活移动AM,改变TM的牵拉方向,以利于内镜下操作。

综上所述,MAT可用于胃ESD,能够为黏膜剥离面提供足够的组织张力,并充分显露剥离面术野,此技术操作简单,具有极大的临床应用潜力。

参考文献:

- [1] BRAY F, FERLAY J, SOERJOMATARAM I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] 郑荣寿,孙可欣,张思维,等. 2015年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(1): 19-28.
- [2] ZHENG R S, SUN K X, ZHANG S W, et al. Report of cancer epidemiology in China, 2015[J]. Chinese Journal of Oncology, 2019, 41(1): 19-28. Chinese
- [3] 常莹. 提高胃肠道早癌的筛查意识[J]. 医学新知, 2019, 29(5): 477.
- [3] CHANG Y. Improve the screening consciousness of early gastrointestinal cancer[J]. New Medicine, 2019, 29(5): 477. Chinese
- [4] 程时丹,陈丽娜,吴巍,等. 形似良性病变的早期胃癌的临床研究[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2008, 17(3): 197-200.
- [4] CHENG S D, CHEN L N, WU W, et al. The clinical research of early gastric cancer with benign appearance[J]. Journal of Gastroenterology and Hepatology, 2008, 17(3): 197-200. Chinese
- [5] BO T, PEIWU Y, FENG Q, et al. Laparoscopy-assisted vs. open total gastrectomy for advanced gastric cancer: long-term outcomes and technical aspects of a case-control study[J]. J Gastrointest Surg, 2013, 17(7): 1202-1208.
- [6] ODA I, OYAMA T, ABE S, et al. Preliminary results of multicenter questionnaire study on long-term outcomes of curative endoscopic submucosal dissection for early gastric cancer[J]. Dig Endosc, 2014, 26(2): 214-219.
- [7] CHOI M K, KIM G H, PARK D Y, et al. Long-term outcomes of endoscopic submucosal dissection for early gastric cancer: a single-center experience[J]. Surg Endosc, 2013, 27(11): 4250-4258.
- [8] 郭俊峰,孙秀静,张倩,等. 内镜黏膜下剥离术与外科手术在早期胃癌中的诊疗效果评价[J]. 中华消化内镜杂志, 2019, 36(11): 811-814.
- [8] GUO J F, SUN X J, ZHANG Q, et al. Evaluation of endoscopic submucosal dissection and surgery in the diagnosis and treatment of early gastric cancer[J]. Chinese Journal of Digestive Endoscopy, 2019, 36(11): 811-814. Chinese
- [9] TSUJI Y, FUJISHIRO M, KODASHIMA S, et al. Desirable

- training of endoscopic submucosal dissection: further spread worldwide[J]. *Ann Transl Med*, 2014, 2(3): 27.
- [10] KONDO H, GOTODA T, ONO H, et al. Percutaneous traction-assisted EMR by using an insulation-tipped electrosurgical knife for early stage gastric cancer[J]. *Gastrointest Endosc*, 2004, 59(2): 284-288.
- [11] PARRA-BLANCO A, NICOLAS D, ARNAU M R, et al. Gastric endoscopic submucosal dissection assisted by a new traction method: the clip-band technique. A feasibility study in a porcine model (with video)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2011, 74(5): 1137-1141.
- [12] MATSUMOTO K, NAGAHARA A, UHEYAMA H, et al. Development and clinical usability of a new traction device "medical ring" for endoscopic submucosal dissection of early gastric cancer[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(9): 3444-3451.
- [13] HO K Y, PHEE S J, SHABBIR A, et al. Endoscopic submucosal dissection of gastric lesions by using a Master and Slave Transluminal Endoscopic Robot (MASTER) [J]. *Gastrointest Endosc*, 2010, 72(3): 593-599.
- [14] FUJII L, ONKENDI E O, BINGENER-CASEY J, et al. Dual-scope endoscopic deep dissection of proximal gastric tumors (with video)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2013, 78(2): 365-369.
- [15] KOBAYASHI T, GOTOHDA T, TAMAKAWA K, et al. Magnetic anchor for more effective endoscopic mucosal resection[J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2004, 34(3): 118-123.
- [16] 严小鹏, 商澎, 史爱华, 等. 磁外科学体系的探索与建立[J]. *科学通报*, 2019, 64(8): 815-826.
- [16] YAN X P, SHANG P, SHI A H, et al. Exploration and establishment of magnetic surgery system[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2019, 64(8): 815-826. Chinese
- [17] WANG H H, MA J, WANG S P, et al. Magnetic anastomosis rings to create portacaval shunt in a canine model of portal hypertension[J]. *J Gastrointest Surg*, 2019, 23(11): 2184-2192.
- [18] 严小鹏, 任冯刚, 杨恒, 等. 基于磁压榨技术的内镜下胃十二指肠旁路吻合装置的设计[J]. *中华消化内镜杂志*, 2015, 32(8): 567-568.
- [18] YAN X P, REN F G, YANG H, et al. Design of endoscopic gastroduodenal bypass anastomosis device based on magnetic compression technique[J]. *Chinese Journal of Digestive Endoscopy*, 2015, 32(8): 567-568. Chinese
- [19] 严小鹏, 史爱华, 王善佩, 等. 磁压榨技术治疗复杂性胆道狭窄的临床应用探索[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2019, 25(3): 237-240.
- [19] YAN X P, SHI A H, WANG S P, et al. Clinical application exploration of magnetic compression technology in the treatment of complex biliary strictures[J]. *Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery*, 2019, 25(3): 237-240. Chinese
- [20] 付珊, 马佳, 赵广宾, 等. 磁压榨直肠阴道瘘闭合修补装置的改良设计[J]. *中国医疗设备*, 2018, 33(4): 46-49.
- [20] FU S, MA J, ZHAO G B, et al. Improved design of rectovaginal fistula repair device based on magnetic compression technique[J]. *China Medical Devices*, 2018, 33(4): 46-49. Chinese
- [21] 严小鹏, 吕毅, 马锋, 等. 磁性压迫腹部大血管血流阻断系统的研制[J]. *中国医疗器械杂志*, 2014, 38(2): 107-109.
- [21] YAN X P, LÜ Y, MA F, et al. The development of the system of blood flow block by using magnetic compression abdominal large vascular[J]. *Chinese Journal of Medical Instrumentation*, 2014, 38(2): 107-109. Chinese
- [22] 单丽宇, 雷蕾, 邓博, 等. 基于磁压榨技术的先天性肛门闭锁再通吻合装置的设计[J]. *中国医疗设备*, 2019, 34(3): 12-14.
- [22] SHAN L Y, LEI L, DENG B, et al. Design of congenital anal atresia recanalization anastomosis device based on magnetic compression technology[J]. *China Medical Devices*, 2019, 34(3): 12-14. Chinese
- [23] 严小鹏, 刘雯雁, 马佳, 等. 基于磁导航技术的磁性空肠营养管设计[J]. *现代仪器与医疗*, 2015, 21(3): 1-3.
- [23] YAN X P, LIU W Y, MA J, et al. The design of magnetic jejunum nutrition tube based on magnetic navigation techniques[J]. *Modern Instruments & Medical Treatment*, 2015, 21(3): 1-3. Chinese
- [24] 高慧敏, 邱明龙, 张昶超, 等. 磁压榨超微创技术建立兔获得性气管食管瘘动物模型[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2019, 37(2): 223-227.
- [24] GAO H M, QIU M L, ZHANG Y C, et al. Establishment of acquired tracheoesophageal fistula by ultra-minimally invasive magnetic compression technique in rabbits[J]. *Chinese Journal of Clinical Anatomy*, 2019, 37(2): 223-227. Chinese
- [25] 白纪刚, 齐怡, 李宇, 等. 磁锚定技术在腹腔镜胆囊肿切除术中的临床应用[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2019, 24(10): 782-785.
- [25] BAI J G, LIN Y, LI Y, et al. Clinical application of magnetic anchor technique in laparoscopic cholecystectomy[J]. *Journal of Laparoscopic Surgery*, 2019, 24(10): 782-785. Chinese
- [26] 严小鹏, 李益行, 付军科, 等. 磁锚定技术辅助胸腔镜肺楔形切除术三例[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2020, 27(2): 228-229.
- [26] YAN X P, LI Y X, FU J K, et al. Three cases of thoracoscope wedge resection assisted by magnetic anchor technique[J]. *Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2019, 27(2): 228-229. Chinese

(吴静 编辑)

本文引用格式:

番敏, 张玟, 刘欢毅, 等. 磁锚定技术辅助内镜下胃黏膜剥离术的实验研究[J]. *中国内镜杂志*, 2020, 26(9): 6-10.

PAN M, ZHANG W, LIU H Y, et al. Experimental study on magnetic anchoring technique for endoscopic gastric mucosal dissection[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2020, 26(9): 6-10. Chinese