

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.19.001  
文章编号: 1005-8982 (2022) 19-0001-06

专家述评

## 超声内镜技术在超级微创切除术中的应用价值与机遇

李金平, 柴宁莉, 令狐恩强

(解放军总医院第一医学中心 消化内科医学部, 北京 100853)

**摘要:** “超级微创”(SMIS)理念作为一种全新的医学理念,可以在保留器官结构和功能完整的基础上治愈疾病,是未来治疗学的发展目标,目前已经在消化内镜领域广泛应用。对疾病的发展认识的提高是SMIS实施的前提。超声内镜(EUS)作为兼容了内镜与超声探查两类功能的检查方法,可以对消化道病变进行定位及定性诊断,尤其对早期病变的分析为进一步的精准治疗提供了依据。该文深入分析EUS在消化道疾病SMIS术前诊断中的价值,以期为未来的内镜治疗提供帮助。

**关键词:** 超级微创理念; 超声内镜; 消化道疾病

**中图分类号:** R57

**文献标识码:** A

## Application value and opportunity of endoscopic ultrasonography in super minimally invasive resection

Jin-ping Li, Ning-li Chai, En-qiang Linghu

(Department of Gastroenterology, The First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

**Abstract:** As a new medical concept, super minimally invasive surgery (SMIS) can cure diseases on the basis of preserving the integrity of organ structure and function. It is the development goal of future therapeutics and has been widely used in the field of digestive endoscopy. The improvement of the understanding of the development of diseases is the prerequisite for the implementation of SMIS. As an examination method compatible with the functions of endoscopy and ultrasound exploration, endoscopic ultrasonography (EUS) can localize and qualitatively diagnose gastrointestinal lesions, especially the analysis of early lesions, which provides a basis for further accurate treatment. In this paper, the value of EUS in the preoperative diagnosis of SMIS on digestive tract diseases was analyzed in depth, hoping to provide help for endoscopic treatment in the future.

**Keywords:** super minimally invasive surgery; endoscopic ultrasound; gastrointestinal diseases

“超级微创”(super minimally invasive surgery, SMIS)理念于2016年由令狐恩强教授提出<sup>[1]</sup>,是指对需要手术干预的疾病或长期药物治疗不理想的疾病,在保留人体器官结构完整性的基础上,切除病变或祛除病患,达到治愈疾病目的的手术。不同于传统外科和微创外科,其总体原则是基于保持人体

解剖结构不变的情况下祛除疾病,实现了最佳的预后(病变的治愈性切除、器官组织学和功能完整性的保留),进而最大程度保持患者生活质量和生存时间不受影响,其术式包括切除术、切开术、引流术、抗反流术、闭合术、皮肤移植术等,而超级微创切除术是其最重要的术式。超声内镜(endoscopic

收稿日期: 2022-08-10

[通信作者] 令狐恩强, E-mail: linghuengiang@vip.sina.com

ultrasound, EUS)集成了超声波与内镜两种功能,利用高频超声探头通过内镜全面观察消化道管腔情况,继而明确病变位置与结构,并对病变部位进行超声扫描,从而获取浸润范围与病变起源等一系列信息,同时生成周边组织的图像<sup>[2]</sup>。EUS在超级微创的内镜手术4大通道(消化道单通道、多腔隙双通道、隧道技术通道、穿刺通道)<sup>[3]</sup>中均得以个体化、合理化的应用,尤其在消化道上皮源性病变和非上皮源性病变治疗中体现了其应用价值。目前并没有文献对消化内镜超级微创切除术中EUS的应用进行全面梳理,该文拟介绍常见消化道疾病辅助EUS诊断的具体情况。

## 1 EUS在消化道单腔通道超级微创手术中的应用

消化道单腔通道术式是指只通过消化道自然腔道(口、肛门、十二指肠乳头、阑尾管等)进行相关手术,包括内镜下黏膜切除术(endoscopic mucosal resection, EMR)、内镜黏膜下剥离术(endoscopic submucosal dissection, ESD)等,使更多的消化道早癌及癌前病变可以经内镜下超级微创治疗,保留完整器官,减少外科手术术后并发症等,提高患者生活质量。然而,针对病灶行相应手术前,应尽可能准确地明确病灶的性质、大小、良恶性,以及评估病灶转移情况。EUS技术的不断进步,成为了评估病灶的理想手段,在上消化道占位性病变(食管癌、胃癌、结直肠癌)的诊治中越来越有优势,尤其是对恶性肿瘤所侵及管壁层次的分析,更使得消化道早癌早诊早治事半功倍。

### 1.1 食管癌

食管癌是消化道常见的恶性肿瘤,2020年中国新发食管癌患者为32.4万例,占全球食管癌发病的53.70%,死亡患者为30.1万例,占全球死亡的55.35%<sup>[4]</sup>。食管癌总体预后较差,但不同分期患者的预后差异较大,早期食管癌患者手术切除有效,经治疗后5年生存率为95%,ESD治疗早期食管鳞癌的整体切除率接近100%,复发率为2.9%<sup>[5]</sup>;来自美国国家癌症数据库的纳入3963例患者的研究显示, $T_{1a}$ 和 $T_{1b}$ 期病变的淋巴结转移风险分别为5.0%和16.6%<sup>[6]</sup>。

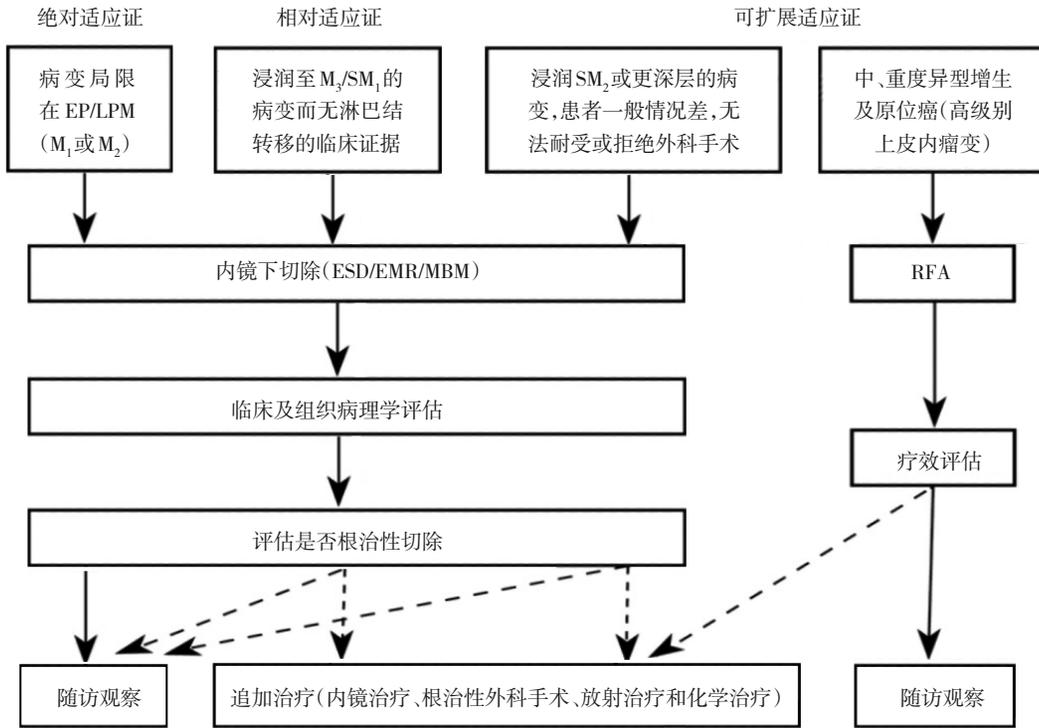
EUS可将食管管壁展现为规律的五层结构,在食管下段近贲门处,因管壁肌层较厚,食管纵行肌与

环形肌之间的界面可在分辨率较好的EUS下显示为高回声,因此食管下段可显示为七层结构。EUS可以准确判断原发灶的浸润层次和淋巴结转移情况,而根据早期食管癌的绝对适应证和相对适应证<sup>[7]</sup>(见图1),鉴别黏膜层及黏膜下层浸润尤为重要。目前,EUS被推荐为食管鳞癌浸润深度的诊断方法之一,但对巴雷特食管相关食管腺癌并不推荐,也许与其结构特殊有关。有Meta分析结果表明,EUS对上皮或固有层癌的诊断具有高特异性和极高的阳性似然比(17.6)<sup>[8]</sup>,能够可靠地确认黏膜层癌。一项涵盖44项研究的荟萃分析表明,EUS的总体T分期准确率为79%,对 $T_{1a}$ 期病变的敏感性和特异性分别为84%和91%。而在 $T_{1b}$ 中,敏感性和特异性分别为83%和89%,因此,EUS能够准确区分 $T_{1a}$ 和 $T_{1b}$ 病变。与光学内镜检查相比,EUS的敏感性和特异性与放大内镜相似,但EUS的过度诊断比例偏高<sup>[9]</sup>,在确定手术适应证时要综合评估。目前国内相关指南也推荐采用超声内镜进行早期食管癌的术前分期<sup>[10]</sup>。虽然大量研究已经证实了EUS在食管癌术前分期中的有效性,但手术后分期仍是最准确的分期方式,在诊断和术后分期中起主导作用,对后续治疗更有指导意义。

### 1.2 胃癌

我国胃癌发病率居恶性肿瘤发病率的第4位,死亡率为第3位<sup>[11]</sup>。我国胃癌5年生存率(35.1%)较同为东亚地区的日本(80.1%)和韩国(75.4%)偏低。早期胃癌指癌组织仅局限于黏膜层及黏膜下层,不论是否有区域性淋巴结转移。内镜下超级微创治疗创伤小、并发症少。早期胃癌应根据规范化切除<sup>[12]</sup>的绝对适应证进行ESD治疗(见图2)。

准确的术前诊断和选择合适的适应证是提高胃癌治疗效果的重要前提。目前普遍认为EUS对肿瘤浸润深度的评估是较准确的,2020年日本胃癌筛查指南<sup>[13]</sup>建议以EUS协助判断白光胃镜难以评判的早期胃癌浸润深度。有包括12项研究共2047例患者的Meta分析显示,EUS在术前 $T_1$ 和N分期方面优于多排CT<sup>[14]</sup>,多排CT对M期更具特异性,但敏感性无显著差异。联合应用EUS与多排CT比单独应用EUS无显著优势,两种方法评估N期的效率相似,从成像原理来看,EUS诊断病变周围淋巴结更敏感,而CT对远处淋巴结转移更有优势。在早期胃癌的诊断方面,早期的研究曾认为EUS对早期胃癌浸润深



EP为上皮内; LPM为黏膜固有层; M<sub>1</sub>为病变局限在上皮层; M<sub>2</sub>为病变局限在黏膜固有层; M<sub>3</sub>为病变浸润黏膜肌层; SM<sub>1</sub>为病变浸润黏膜下层上1/3; SM<sub>2</sub>为病变浸润黏膜下层中1/3; ESD为内镜黏膜下剥离术; EMR为内镜下黏膜切除术; MBM为多环套扎黏膜切除术; RFA为射频消融术。虚线箭头代表应权衡风险酌情选择。

图1 早期食管癌内镜诊疗流程

浸润深度	溃疡	分化型	未分化型	
cT <sub>1</sub> a(M)	UL(-)	*	≤ 2 cm	> 2 cm
	UL(+)	≤ 3 cm	> 3 cm	
cT <sub>1</sub> b(SM)				

绝对适应证   
  扩大适应证   
  非适应证

cT<sub>1</sub>a(M):术前诊断为黏膜内癌; cT<sub>1</sub>b(SM):术前诊断为黏膜下癌; UL:溃疡形成(瘢痕); \*:不再限定病变大小。

图2 早期胃癌内镜下切除适应证

度的分期准确性相对较低<sup>[15]</sup>,而近期的研究<sup>[16]</sup>显示,随着技术的进步和对早期癌症认识的提高,EUS有利于早期胃癌的浸润深度诊断,其敏感性、特异性、阳性似然比、阴性似然比、诊断优势比分别为0.87、0.67、2.90、0.17和18.25。EUS对黏膜/黏膜下层浅层(M/SM<sub>1</sub>)和黏膜下层(SM)的总体过度判断率分别为13.31%和32.8%,而对黏膜下层(SM)的总体低估率为29.7%。微探头超声内镜采用高频探头,可以更清晰地显示消化道管壁结构,对预测早期胃癌浸润深度有较大的价值<sup>[17]</sup>,其总体诊断敏感性为86%,特

异性为73%,曲线下面积为0.84,总血小板与淋巴细胞的比值为3.13,总中性粒细胞与淋巴细胞的比值为0.19,诊断评分为2.78,诊断优势比为16.1。在新辅助化疗治疗后的评估中,EUS与腹部增强CT的诊断价值无显著差异<sup>[18]</sup>。与病理分期相比,EUS诊断T<sub>1</sub>期胃癌更容易出现判断过浅,而T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>期更容易出现判断过度,病灶的位置也影响T分期的准确性,胃体、胃窦的诊断准确性高于贲门、胃底<sup>[19]</sup>。

### 1.3 结肠癌

2015年我国新发结直肠癌38.8万例,发病率为0.0282%,占全部恶性肿瘤的9.9%<sup>[20]</sup>。结直肠早期癌指病变局限于黏膜固有层以内或穿透结直肠黏膜肌层浸润至黏膜下层,但未累及固有肌层,上皮重度不典型增生及黏膜内癌均定位为高级别上皮内瘤变,如排除淋巴结转移,其进行内镜下治疗的效果好,而晚期结直肠癌患者5年生存率仅为14%<sup>[21]</sup>。

EUS可明确结直肠癌的进展情况,对其侵犯的具体深度与周边脏器受影响程度予以判断,针对结直肠癌的分期诊断准确率相对较高,故相关共识均推荐EUS作为术前评估的手段。2019年一项

纳入 2 197 个病变的分析显示<sup>[22]</sup>,对轻度黏膜下浸润的早期结直肠癌, EUS 的敏感性为 90.2%, 特异性为 87.7%, 阳性似然比为 7.314, 阴性似然比 0.112, EUS 的特异性明显高于 NBI-ME, 而 ME-NBI 的敏感性高于 EUS。与术后病理学评估相比, EUS 对直肠 T<sub>1</sub> ~ T<sub>2</sub>N<sub>0</sub> 病变的分期具有高度的准确性, 且不容易出现低估<sup>[23]</sup>。在进展期结直肠癌中, EUS 能够提供准确信息<sup>[24]</sup>, 肿瘤位置、组织学类型和 EUS 特征性图像是预测 T<sub>3</sub>/T<sub>4a</sub> 期浸润深度的重要标志。关于直肠癌术前分期效率, 国内学者的研究发现, EUS 是直肠癌分期的可靠手段<sup>[25]</sup>, EUS 对 T 期和 N 期的总准确率分别为 90.8% 和 76.7%, 对 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 和 T<sub>4</sub> 分期的准确率分别为 96.8%、92.1%、84.1% 和 88.9%, 对 N<sub>0</sub>、N<sub>1</sub> 和 N<sub>2</sub> 分期的准确度分别为 71.9%、64.9% 和 93.0%。在与 MRI 相比较时, EUS 和 MRI 对非转移性直肠癌的分期的准确性均较高<sup>[26]</sup>, EUS 在总体 T、总体 N、T<sub>1</sub> 和 T<sub>3</sub> 分期方面优于 MRI, MRI 在 T<sub>2</sub> 分期上优于 EUS。结直肠侧向发育型肿瘤(LST)是一种特殊类型的结肠病变, 一项前瞻性研究综合分析了 LST 的不同形态、EUS 和 BLI 表现以及组织病理学特征之间的相关性, 认为 EUS 可为 LST 的术前评估提供病理特征线索, 有助于指导 LST 的治疗<sup>[27]</sup>。

实时弹性成像技术常在 EUS 检查中协助判别病变的恶性程度, 有研究认为单独应用超声弹性成像、放大染色内镜和 EUS 在诊断结肠癌侵袭深度方面的效果相似<sup>[28]</sup>, 都是确定结肠癌侵袭深度有价值的方法, 也有报道在 EUS 检查中应用实时弹性成像技术虽然比单独应用 EUS 具有更高的敏感性和特异性<sup>[29]</sup>, 但差异无统计学意义。与 MRI、CT 等影像学检查不同, 超声检查的主观性较强, 美国的一项研究分析了不同年资检查者采用 EUS 进行直肠癌分期一致性, 结果显示不同检查者对 T 分期一致性很高( $\kappa=0.61$ )<sup>[30]</sup>, 经验丰富的检查者 N 分期更准确。在临床中 EUS 有线阵和环扫两种方式, 二者工作的原理是相同的, 只是成像的切面不同, 但在估计直肠息肉侵袭的深度时, 线阵 EUS 对黏膜下深层侵犯的诊断准确率显著高于环扫 EUS (0.936 VS 0.655)<sup>[31]</sup>。

## 2 EUS 在经隧道技术通道超级微创手术中的应用

消化内镜隧道技术 (digestive endoscopic tunnel

technique, DETT) 是通过内镜在消化道黏膜下建立一条位于消化道黏膜肌层与固有肌层之间的通道, 通过该通道进行黏膜层侧、固有肌层侧及穿过固有肌层到消化管腔外的诊疗技术<sup>[32]</sup>。该技术英文版共识意见在 2019 年发表, 在该技术临床实践 10 年之后, 指导性意见包含了内镜黏膜下隧道式剥离术、内镜全层切除术、经口内镜下肌切开术等手术的术前准备、术中操作、术后管理及并发症处理等方面。下面以消化道固有肌层肿瘤为例进行阐述。

消化道黏膜下肿块大多为间叶组织来源的肿瘤, 临床上常见的有间质瘤、平滑肌瘤、神经内分泌肿瘤、囊肿、颗粒细胞瘤、异位胰腺、脂肪瘤等<sup>[33-34]</sup>, 是消化道常见的疾病之一, 通常无明显临床表现, 多在健康体检或因其他伴随症状而行消化内镜检查时发现。内镜检查中约 0.3% ~ 4.0% 的患者可以发现黏膜下肿瘤<sup>[35]</sup>, 但无法明确肿瘤层次及性质, 而黏膜下肿瘤的大小、起源层次、凸出方向、边缘形态等因素影响着治疗方式的选择, EUS 是评估胃肠道黏膜下肿瘤的最准确的检查方式<sup>[36]</sup>, 有着高敏感性和特异性, 能够清晰地显示肿瘤起源部位, 并可确定肿瘤的大小、回声、生长方向、外周、边界等, 使得内镜下超级微创手术切除病变成为可能。与其他成像方式 (CT、MRI) 相比更能发现微小的病变, 准确区分胃肠道的外源性压迫和壁内生长。EUS 还能够测量病变大小并评估病变周边淋巴结侵袭情况<sup>[37]</sup>。独有的多普勒功能也可以辨别病变内部及周围的血流情况, 为手术治疗提供依据。EUS 引导的细针穿刺活检 FNA/FNB 可以进行组织学及细胞学诊断, 指导进一步的治疗<sup>[38]</sup>, 不同的穿刺方式及器械选择可能会影响后续的病理诊断结果<sup>[39]</sup>, 但总体需要进一步的前瞻性研究评估。EUS 也有一些技术限制, 低频 EUS 对黏膜层及黏膜肌层的分辨率及清晰度均欠佳, 环扫及纵轴超声内镜探头直接或通过水囊间接压迫病变, 可能会使病变图像失真, 这些问题可以通过将水注入内腔或使用更高频率 (20 ~ 30 MHz) 的微型探头解决。一些研究表明, 胃肠间质瘤 (gastrointestinal stromal tumor, GIST) 肿瘤直径大于 3 cm 和不规则的肿瘤边缘与恶变的可能性相关性最大<sup>[40]</sup>。目前虽然已经有量化评分甚至人工智能手段评估病变的良

恶性<sup>[41]</sup>, 但回声性质、囊性变、钙化与恶变的相关性尚未得到前瞻性研究的支持。目前而言, 对具有高危特征(直径较大、不规则边界、囊性间隙、溃疡、回声病灶、异质性)的GIST仍应采取积极的治疗手段。对需术前明确病变性质的病例, EUS-FNA可获取标本进行病理学检查, 其诊断GIST的特异性、阳性预测值甚至可达到100%<sup>[42]</sup>, 被推荐用于术前需明确性质的病例。

### 3 EUS在超级微创术前诊断待提高的区域

使用EUS检查方法在肿瘤T分期诊断时的不足包括: 受超声波穿透力限制, 对T<sub>3</sub>或T<sub>4</sub>期的肿瘤的层次鉴别有效率相对较低。在早期癌诊断方面, 非常精确地区分病变侵袭和病变周围炎症仍有困难, 肿瘤边缘的炎症反应可使肿瘤边界的EUS图像不清晰, 此时所产生的低回声表现导致T分期过高, 易误判为癌组织侵犯过深。在某些特殊位置如食管, 器官解剖结构的特殊性和消化道本身的蠕动导致超声探头无法对病灶进行稳定的垂直扫查, 有时难以获得清晰的病灶层次。另外, EUS检查时一般由医师对动态的声像图作出判断, 不同的医师、不同的设备、甚至不同状态的患者都可能使结论存在差异, 影响诊断的准确性。

### 4 结语

当前, 经消化道单通道和经隧道技术通道超级微创切除术已经广泛开展, 其适应证主要局限于黏膜层及黏膜下层病变, 而采取双镜联合或多镜联合的超级微创手术将突破这一局限, 主导未来消化道肿瘤治疗的发展方向, 如开展内镜下ESD联合腹腔镜淋巴结清扫, 以及内镜与腹腔镜联合切除巨大消化道间质瘤等, 这些都要求更精准的术前分期及淋巴结转移评估。随着技术的进步、超声图像质控体系的逐步建立、人工智能技术的广泛应用, EUS的不足将逐一得到克服, 作为重要的影像学手段, EUS必将在内镜下治疗领域发挥独特的优势。

#### 参考文献:

- [1] 令狐恩强. 手术发展史的新阶段——超级微创技术[J]. 中华胃肠内镜电子杂志, 2016, 3(3): 97-98.  
[2] 曾海龙, 夏铭, 张正坤, 等. 超声内镜弹性成像联合声速匹配技

术对上消化道肿瘤和胰腺疾病诊断价值研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2021, 28(22): 1754-1756.

- [3] 令狐恩强. 消化内镜技术迈入超级微创手术新时代[J]. 中华医学信息导报, 2022, 37(10): 15.  
[4] International Agency for Research on Cancer. Global cancer observatory[EB/OL]. [2022-01-20]. <https://gco.iarc.fr>.  
[5] ZHANG Y Q, CHEN T, ZHANG C, et al. Endoscopic submucosal dissection for superficial proximal esophageal neoplasia is highly successful[J]. *Ann Surg*, 2017, 266(6): 995-999.  
[6] MERKOW R P, BILIMORIA K Y, KESWANI R N, et al. Treatment trends, risk of lymph node metastasis, and outcomes for localized esophageal cancer[J]. *J Natl Cancer Inst*, 2014, 106(7): dju133.  
[7] 中华医学会消化内镜学分会, 中国抗癌协会肿瘤内镜专业委员会. 中国早期食管癌筛查及内镜诊治专家共识意见精简版(2014年, 北京)[J]. *中华消化杂志*, 2015, 35(5): 294-299.  
[8] ISHIHARA R, MATSUURA N, HANAOKA N, et al. Endoscopic imaging modalities for diagnosing invasion depth of superficial esophageal squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Gastroenterol*, 2017, 17(1): 24.  
[9] INOUE T, ISHIHARA R, SHIBATA T, et al. Endoscopic imaging modalities for diagnosing the invasion depth of superficial esophageal squamous cell carcinoma: a systematic review[J]. *Esophagus*, 2022, 19(3): 375-383.  
[10] 赫捷, 陈万青, 李兆申, 等. 中国食管癌筛查与早诊早治指南(2022, 北京)[J]. *中华肿瘤杂志*, 2022, 44(6): 491-522.  
[11] 北京市科委重大项目《早期胃癌治疗规范研究》专家组. 早期胃癌内镜下规范化切除的专家共识意见(2018, 北京)[J]. *中华消化内镜杂志*, 2019, 36(6): 381-392.  
[12] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209-249.  
[13] YAO K S, UEDO N, KAMADA T, et al. Guidelines for endoscopic diagnosis of early gastric cancer[J]. *Dig Endosc*, 2020, 32(5): 663-698.  
[14] UNGUREANU B S, SACERDOTIANU V M, TURCU-STIOLICA A, et al. Endoscopic ultrasound vs. computed tomography for gastric cancer staging: a network meta-analysis[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(1): 134.  
[15] PEI Q S, WANG L, PAN J M, et al. Endoscopic ultrasonography for staging depth of invasion in early gastric cancer: a meta-analysis[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2015, 30(11): 1566-1573.  
[16] SHI D, XI X X. Factors affecting the accuracy of endoscopic ultrasonography in the diagnosis of early gastric cancer invasion depth: a meta-analysis[J]. *Gastroenterol Res Pract*, 2019, 2019: 8241381.  
[17] LUO M C, LI L F. Clinical utility of miniprobe endoscopic ultrasonography for prediction of invasion depth of early gastric cancer: a meta-analysis of diagnostic test from PRISMA guideline[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(6): e14430.

- [18] 王胤奎, 陕飞, 应项吉, 等. 腹部CT增强扫描与超声胃镜应用于胃癌新辅助化疗后分期准确性的比较[J]. 中华外科杂志, 2020, 58(8): 614-618.
- [19] ZHOU H, LI M. The value of gastric cancer staging by endoscopic ultrasonography features in the diagnosis of gastroenterology[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 6192190.
- [20] 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.
- [21] SIEGEL R L, MILLER K D, GODING SAUER A, et al. Colorectal cancer statistics, 2020[J]. *CA Cancer J Clin*, 2020, 70(3): 145-164.
- [22] CHAO G, YE F, LI T, et al. Estimation of invasion depth of early colorectal cancer using EUS and NBI-ME: a meta-analysis[J]. *Tech Coloproctol*, 2019, 23(9): 821-830.
- [23] TOMBAZZI C R, LOY P, BONDAR V, et al. Accuracy of endoscopic ultrasound in staging of early rectal cancer[J]. *Fed Pract*, 2019, 36(Suppl 5): S26-S29.
- [24] HAN C Q, TANG X L, YANG M, et al. How useful is endoscopic ultrasound in differentiating T3/T4a T stage of colorectal cancer: a prospective study[J]. *Front Oncol*, 2022, 11: 618512.
- [25] GAO Y, HU J L, ZHANG X X, et al. Accuracy of endoscopic ultrasound in rectal cancer and its use in transanal endoscopic microsurgery[J]. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2020, 29(2): 90-97.
- [26] CHAN B P H, PATEL R, MBUAGBAW L, et al. EUS versus magnetic resonance imaging in staging rectal adenocarcinoma: a diagnostic test accuracy meta-analysis[J]. *Gastrointest Endosc*, 2019, 90(2): 196-203.e1.
- [27] YUE W, LIU Y, HUANG J, et al. Colorectal laterally spreading tumours : subtype evaluation by EUS and BLI and outcome of ESD[J]. *Acta Gastroenterol Belg*, 2019, 82(1): 19-26.
- [28] ESAKI M, YAMAMURA T, NAKAMURA M, et al. Endoscopic ultrasound elastography as a novel diagnostic method for the assessment of hardness and depth of invasion in colorectal neoplasms[J]. *Digestion*, 2021, 102(5): 701-713.
- [29] CATINEAN A, BALAN G G, MEZEI A, et al. Endoscopic ultrasound elastography in the assessment of rectal tumors: how well does it work in clinical practice[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(7): 1180.
- [30] EL HAJJ I I, DEWITT J, SHERMAN S, et al. Prospective evaluation of the performance and interobserver variation in endoscopic ultrasound staging of rectal cancer[J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2018, 30(9): 1013-1018.
- [31] LAN Z X, SUN K Y, LUO Y C, et al. Linear-array EUS improves the accuracy of predicting deep submucosal invasion in non-pedunculated rectal polyps compared with radial EUS: a prospective observational study[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(4): 1734-1740.
- [32] LINGHU E Q. Therapeutics of digestive endoscopic tunnel technique[M]. Dordrecht: Springer, 2014.
- [33] 冶丽娜, 杨琴, 杨红伟. 电子胃镜和超声内镜应用于上消化道黏膜下病变的诊断价值对比[J]. 中国实用医药, 2021, 16(33): 50-52.
- [34] 龙先娥. 小探头超声内镜对消化道隆起性病变的诊治[J]. 吉林医学, 2021, 42(11): 2648-2650.
- [35] ALKHATIB A A, FAIGEL D O. Endoscopic ultrasonography-guided diagnosis of subepithelial tumors[J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2012, 22(2): 187-205.
- [36] KHOURY T, SBEIT W, LUDVIK N, et al. Concise review on the comparative efficacy of endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration vs core biopsy in pancreatic masses, upper and lower gastrointestinal submucosal tumors[J]. *World J Gastrointest Endosc*, 2018, 10(10): 267-273.
- [37] DIAS de CASTRO F, MAGALHÃES J, MONTEIRO S, et al. The role of endoscopic ultrasound in the diagnostic assessment of subepithelial lesions of the upper gastrointestinal tract[J]. *GE Port J Gastroenterol*, 2016, 23(6): 287-292.
- [38] ZHANG M M, ZHONG N, WANG X, et al. Endoscopic ultrasound-guided needle-based confocal laser endomicroscopy for diagnosis of gastric subepithelial tumors: a pilot study[J]. *Endoscopy*, 2019, 51(6): 560-565.
- [39] MUNIRAJ T, ASLANIAN H R. New developments in endoscopic ultrasound tissue acquisition[J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2017, 27(4): 585-599.
- [40] CHEN T H, HSU C M, CHU Y Y, et al. Association of endoscopic ultrasonographic parameters and gastrointestinal stromal tumors (GISTs): can endoscopic ultrasonography be used to screen gastric GISTs for potential malignancy? [J]. *Scand J Gastroenterol*, 2016, 51(3): 374-377.
- [41] YANG X T, WANG H, DONG Q, et al. An artificial intelligence system for distinguishing between gastrointestinal stromal tumors and leiomyomas using endoscopic ultrasonography[J]. *Endoscopy*, 2022, 54(3): 251-261.
- [42] VAL-BERNAL J F, YLLERA E, MORIS M, et al. Endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration cytology in the diagnosis of the gastrointestinal stromal tumor of the stomach[J]. *Diagn Cytopathol*, 2020, 48(9): 833-839.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 李金平, 柴宁莉, 令狐恩强. 超声内镜技术在超级微创切除术中的应用价值与机遇[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(19): 1-6.

Cite this article as: LI J P, CHAI N L, LINGHU E Q. Application value and opportunity of endoscopic ultrasonography in super minimally invasive resection[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(19): 1-6.