

中华医学会系列杂志

ISSN 1007-5232

CN 32-1463/R

中华消化内镜杂志®

ZHONGHUA XIAOHUA NEIJING ZAZHI

2023年3月 第40卷 第3期

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

Volume 40 Number 3
March 2023



中华医学会

CHINESE
MEDICAL
ASSOCIATION

ISSN 1007-5232



9 771007 523236

FUJIFILM

清晰诊疗 健康相伴

广告

New Generation Endoscope System

NEW

ELUXEO 7000

新一代内窥镜系统



LCI: 联动成像技术
BLI: 蓝光成像技术

新定义
新选择

NEW DEFINITION NEW CHOICE



沪械广审(文)第231206-44262号

富士胶片株式会社
FUJIFILM Corporation
东京都港区西麻布二丁目26番30号

富士胶片(中国)投资有限公司
FUJIFILM (China) Investment Co., Ltd.
上海市浦东新区平家桥路100弄6号晶耀前滩T7, 6楼
Tel: 021-5010 6000 Fax: 021-5010 6700

⚠ 禁忌内容或注意事项详见说明书。

ELUXEO7000为VP-7000与BL-7000的统称

VP-7000: 电子图像处理器 国械注进 20172062462

BL-7000: 医用内窥镜用冷光源 国械注进20182060487

商标 FUJIFILM 和产品标识均为日本富士胶片株式会社持有。

中华消化内镜杂志[®]

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

月刊 1996年8月改刊 第40卷 第3期 2023年3月20日出版



微信: xhnjsw



新浪微博

主管

中国科学技术协会

主办

中华医学会

100710,北京市东四西大街42号

编辑

中华消化内镜杂志编辑委员会

210003,南京市紫竹林3号

电话:(025)83472831,83478997

传真:(025)83472821

Email:xhnj@xhnj.com

http://www.zhxnjzz.com

http://www.medjournals.cn

总编辑

张澍田

编辑部主任

唐涌进

出版

《中华医学杂志》社有限责任公司

100710,北京市东四西大街42号

电话(传真):(010)51322059

Email:office@cmaph.org

广告发布登记号

广登32010000093号

印刷

江苏省地质测绘院

发行

范围:公开

国内:南京报刊发行局

国外:中国国际图书贸易集团

有限公司

(北京399信箱,100044)

代号 M4676

订购

全国各地邮政局

邮发代号 28-105

邮购

中华消化内镜杂志编辑部

210003,南京市紫竹林3号

电话:(025)83472831

Email:xhnj@xhnj.com

定价

每期25.00元,全年300.00元

中国标准连续出版物号

ISSN 1007-5232

CN 32-1463/R

2023年版版权归中华医学会所有

未经授权,不得转载、摘编本刊文章,不得使用本刊的版式设计

除非特别声明,本刊刊出的所有文章不代表中华医学会和本刊编委会的观点

本刊如有印装质量问题,请向本刊编辑部调换

目次

述评

- 我国消化内镜领域行业现状及展望 169
邹文斌 毛霄彤 侯丽 刘燕 李兆申

菁英论坛

- 消化内镜手术机器人发展现状及展望 173
李清敏 左秀丽 季锐
人工智能在胃肠镜质量控制方面的应用 178
贾轩 徐丽怡 蔡杨珂 蔡建庭

论著

- 消化内镜微创手术机器人系统的研发及其辅助离体猪胃内镜
黏膜下剥离术的可行性评估 182
杨笑笑 高沪昕 付士宸 陈剑箫 侯诚 周智峰 季锐 刘会聪
任洪亮 孙立宁 杨嘉林 杨晓云 李延青 左秀丽
基于数据增强和混合神经网络的人工智能技术在上消化道
内镜检查部位识别中的应用 189
王士旭 柯岩 楚江涛 贺舜 张月明 窦利州 刘勇 刘旭东
刘雨蒙 伍海锐 苏飞雄 彭烽 王美玲 张凤英 王琳 张玮
王贵齐
三维成像装置在结肠镜检查中的可行性研究 196
马宗慧 张倩 邢洁 李鹏 张澍田 孙秀静
一种新型网篮在无射线内镜胆总管结石取石术中的应用研究
(含视频) 201
冯亚东 李媛媛 梁燕 刘洋 张有玉 张炯 张胤秋 施瑞华
消化内镜人工智能辅助诊疗设备的成本效益分析 206
李佳 吴练练 杜代如 刘军 王青 骆孜 于红刚
农村上消化道癌早诊早治项目地区内镜清洗消毒人员现状分析 212
李纪宾 魏文强 刘玉琴 王家林 贾尚春 张韶凯 乔良
杜灵彬 周金意 张永贞 张立玮 王贵齐
内镜全层切除术与透明帽辅助内镜全层切除术治疗老年患者
胃小间质瘤的疗效比较 218
杨金萍 任喜梅 倪牧含 金祥雨 徐桂芳

PENTAX
MEDICAL



广阔“视”界 大有可为

ENDOSU10

超声电子上消化道内窥镜：国械注进 20213060225
超声电子上消化道内窥镜：国械注进 20213060226
超声电子上消化道内窥镜：国械注进 20213060227
沪械广审(文)第 260623-25522 号
生产商：豪雅株式会社
生产商地址：东京都新宿区西新宿六丁目 10 番 1 号
禁忌内容或注意事项详见说明书

广告

短篇论著

- 内镜下三种微创方案治疗内痔的疗效及安全性评价 224
肖梅 王慧群 贾勇 郑帮海 许朝 王松 张开光 张明黎 余跃 吴正祥

病例报道

- 经腹体外牵引装置辅助内镜下阑尾切除 1 例 229
陈章涵 齐志鹏 贺东黎 时强 李冰 徐恩盼 刘婧依 周平红 钟芸诗
- 幽门螺杆菌阳性的帽状息肉病 1 例 231
吴传楠 陈光侠 张海涵 李振涛 刘霞 刘世育

综 述

- 内镜下肠道息肉大小测量方法的研究现状与进展 234
魏云蕾 刘枫
- 内镜下切除术后食管狭窄的防治新进展 237
王智杰 郑海峡 李诗钰 李兆中
- 胶囊内镜全小肠检查完成率影响因素的研究进展 243
吴向玲 王芬
- 胆道支架治疗远端恶性胆道梗阻相关并发症的防治 248
马天翼 万超 白成

读者·作者·编者

- 《中华消化内镜杂志》对来稿中统计学处理的有关要求 172
- 发表学术论文“五不准” 200
- 中华医学会系列杂志论文作者署名规范 228
- 《中华消化内镜杂志》2023 年可直接使用英文缩写的常用词汇 233

- 插页目次 205

本刊稿约见第 40 卷第 1 期第 82 页

本期责任编辑 顾文景 唐涌进

本刊编辑部工作人员联系方式

唐涌进, Email: tang@xhnj.com

周 昊, Email: zhou@xhnj.com

顾文景, Email: gwj@xhnj.com

本刊投稿方式

登录《中华消化内镜杂志》官方网站 <http://www.zhxnjz.com> 进行在线投稿。

朱 悦, Email: zhuyue@xhnj.com

钱 程, Email: qian@xhnj.com

许文立, Email: xwl@xhnj.com



唐涌进



周 昊



顾文景



朱 悦



钱 程



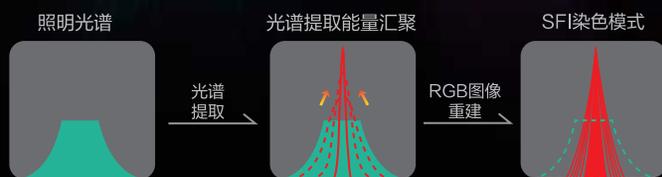
许文立

(扫码添加编辑企业微信)



多光谱技术 聚谱成像

VLS-55系列四波长LED光源，助力消化道早期疾病诊断



白光图像



白光图像



白光图像



SFI图像



SFI图像



SFI图像

消化内镜手术机器人发展现状及展望

李清敏 左秀丽 季锐

山东大学齐鲁医院消化内科, 济南 250012

李清敏现在高密市人民医院内科, 高密 261500

通信作者: 季锐, Email: qjirui@163.com

【提要】 随着消化内镜微创治疗技术的迅速发展, 内镜黏膜下剥离术已成为胃肠道早期癌的标准治疗方式, 但由于操作难度大、学习曲线长、术中出血及穿孔风险相对较高, 限制了其在全球范围内的推广。目前出现的多种牵引技术仍存在不同程度的不足, 为此, 消化内镜手术机器人应运而生。根据内镜搭载平台的可获得性, 消化内镜手术机器人分为专用型内镜机器人和普通内镜整合型机器人。在内镜黏膜下剥离术中, 已有多项研究显示出消化内镜手术机器人较普通内镜的优势。本文就目前常见的消化内镜手术机器人的结构特点及临床操作性能进行介绍, 以为消化内镜手术机器人的发展及临床应用提供参考。

【关键词】 内窥镜检查, 消化系统; 内镜黏膜下剥离术; 手术机器人

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFB1307705); 山东省自然科学基金肿瘤防治联合基金(ZR2020LZL003)

Current status and future prospects of endoscopic robots

Li Qingmin, Zuo Xiuli, Ji Rui

Department of Gastroenterology, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China

Li Qingmin is working at the Department of Internal Medicine, Gaomi People's Hospital, Gaomi 261500, China

Corresponding author: Ji Rui, Email: qjirui@163.com

内镜黏膜下剥离术(endoscopic submucosal dissection, ESD)与内镜黏膜切除术(endoscopic mucosal resection, EMR)相比, 具有更高的完整切除率和更低的原位复发率^[1], 与外科手术相比, 具有更小的创伤性、更低的手术相关死亡率以及更低的医疗成本^[2], 目前已成为消化道早期癌的标准治疗方式。然而, ESD对内镜操作技术要求高, 学习曲线长, 术中多缺乏有效牵引, 黏膜下剥离视野受限, 在现有设备条件下术中难以形成类似外科腹腔镜手术中的操作三角(triangulation)^[3], 导致手术出血及穿孔风险较高^[2], 因此在部分西方国家中的应用并不广泛, 也在一定程度上限制了其在我国基层医院的推广应用^[4]。临床医师尝试了多种牵引方法来解决这些困难, 包括体位牵引、重物牵引、止血夹联合弹力圈牵引、S-O金属夹牵引、磁力牵引、经皮牵引等^[5-7], 它们在ESD过程中可在一定程度上改善手术剥离视野, 但这些方法在牵引力方向控制、黏膜下层张力调整、

牵引区组织重新抓取等方面仍存在局限性, 且其中部分方法为有创性操作, 限制了其在ESD中更广泛的应用。因此, 多种消化内镜手术机器人被开发出来用于解决上述问题。

手术机器人是集医学、人体工程学、计算机科学、机械学等多学科于一体的医疗器械产品, 可从视觉、听觉、触觉等多维度为医师手术操作提供支持, 被用于超出人类能力范围的微创手术领域。传统外科手术机器人按临床操控方式可分为被动支撑型、主动驱动型、协同操作型、主从遥控型等。其中主从遥控型为目前最常见的机器人类型, 即主端由手术医师控制, 从端由机械臂控制, 主端通过从端上的视频成像系统获得术中视野图像。

消化内镜手术机器人大多数属于主从遥控型, 但由于消化内镜手术经狭窄腔道进行, 手术视野不易显露, 且载体为柔性内镜, 因此其设计特点与达芬奇等腹腔镜手术机器人有所不同。我们根据内镜搭载平台的可获得性, 将消化

DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20211206-00684

收稿日期 2021-12-06 本文编辑 朱悦

引用本文: 李清敏, 左秀丽, 季锐. 消化内镜手术机器人发展现状及展望[J]. 中华消化内镜杂志, 2023, 40(3): 173-177. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20211206-00684.



内镜手术机器人分为专用型内镜机器人(需专用设计生产的内镜机器人)和普通内镜整合型机器人(可与普通内镜组装使用的内镜机器人)(表 1)。

表 1 目前常见的消化内镜手术机器人汇总

机器人名称	国家	分类	研究进展
STRAS 系统	法国	专用型消化内镜机器人	活体动物实验
仿生柔性机器人系统	中国	专用型消化内镜机器人	离体动物实验
Flex 系统	美国	专用型消化内镜机器人	离体动物实验
MASTER 系统	新加坡	普通消化内镜整合型机器人	临床试验
TASER 系统	英国	普通消化内镜整合型机器人	临床试验
PETH 系统	韩国	普通消化内镜整合型机器人	离体动物实验
REXTER 系统	韩国	普通消化内镜整合型机器人	离体动物实验
EndoPicasso 系统	中国	普通消化内镜整合型机器人	活体动物实验

本文介绍目前常见的消化内镜手术机器人的结构特点及临床操作性能,以期为消化内镜机器人的发展及临床应用提供参考。

一、专用型消化内镜机器人

(一)STRAS(subperichondrial transeptal)系统

该系统的第一代(STRAS V₁)是由法国研究人员基于 Anubiscope 平台在 2013 年报道的一种柔性消化内镜机器人^[8]。2017 年 Zorn 等^[9]在第 1 代基础上改进为 STRAS V₂。该系统内镜模块主要包括 1 条主镜和 2 个操作臂。主镜的远端同标准内镜配置类似,包括摄像头、照明系统和气水通道;2 个柔性操作臂由主镜头端两侧的专用通道伸出,外缘有流线型保护壳,可避免进镜过程中损伤周围组织。2 个操作臂伸出后可向内弯曲形成环形,构成手术需要的操作三角,各系统协同,共可提供 10 个自由度的精细操作(图 1)。该团队进行的 12 只动物 ESD 实验结果表明,STRAS V₂ 系统的平均剥离时间为 34.25 min(4~93 min),剥离速度 [(64.44±34.88) mm²/min] 明显高于传统内镜 [(35.95±18.93) mm²/min],且上述实验过程中 STRAS V₂ 系统组出现了上升式学习曲线,但尚未观察到峰值,手术穿孔率(1/12)与使用标准内镜(8/16)相比显著降低^[9-10]。

该系统相较传统消化内镜在进行 ESD 时可实现操作三角,灵活性好,安全性高,且组装简便快捷,两人合作安装仅需约 10 min^[9];在准备阶段中的内镜固定需由一名助手辅助放置于托架上,之后的手术操作由单人即可完成;操作过程中可提供 3 个末端执行器,实现抓取、切割和创面缝合功能,可有效节约手术时间,充分满足手术所需的灵巧性及精确性。但是该系统也存在不少局限性:第一,虽然该系统各结构可拆分重复使用,但需要完全重新生产特殊的内镜,无法与传统内镜灵活组装,使得制造成本较高;第二,该系统原型机柔性部分的长度为 65 cm,经肛仅能到达降结肠或经

口到达近端胃,无法完成更远部位病变的切除;第三,该系统目前应用仅为临床前试验阶段,尚无临床研究数据。

(二)仿生柔性机器人(A Bio-inspired Flexible Robot)系统

仿生柔性机器人系统由中国香港 Yeung 等^[11]在 2014 年设计发明,其主系统为美国 USGI 医疗公司的“Transport”内镜平台及 2 条仿人手腕的机械臂。“Transport”内镜平台具有 2 个自由度,可使末端固定在任何方向;具有 4 条工作通道,其中 2 条直径为 6 mm,供手术所需的机械臂通过,另两条直径为 4 mm,允许手术所需的视频光源通过(图 2)。该团队在离体猪胃组织上进行的一项实验研究显示,参加实验的 2 名内镜医师可顺利切除 75%~85% 的标记黏膜病变,并均在 30 min 内完成^[12]。

该系统与 STRAS 系统相比,首先,机械臂均位于“Transport”内镜平台套管内,可有效防止进镜过程中的组织损伤;其次,执行器末端可被套管有效固定,增加机械臂稳定性,从而提高手术安全性。但该系统无法用于常规胃肠道检查,应用该系统进行 ESD 前需先使用普通内镜进行检查,发现病变后再更换该机器人系统进行病变切除;且受通道内径限制,该系统所用的视频内镜较小,无法观察到机器人手臂以外的视野,影响手术医师对病变及其周围环境的整体认知,增加手术风险。目前该系统仅有益于体外动物的观察实验操作数据,缺乏对照试验研究,实用性尚有待于证实。

(三)Flex 手术机器人系统(Medrobotics Flex System)

Flex 手术机器人系统起源于美国卡耐基梅隆大学 Amir 等人设计的应用于心脏外科微创手术的一种蛇形手术机器人系统,之后改进为 Medrobotics Flex 系统,应用于头颈部手术,主要适用于口咽、下咽和喉的经口微创外科手术。第 3 次系统改进后增加了注气系统,应用范围随之也扩大到消化道,于 2017 年获得美国食品药品监督管理局(FDA)批准应用于消化系统 ESD^[13-14]。该系统的内镜模块包含 1 条主镜和 2 个直径 4 mm 的外挂通道,柔性操作臂通过外挂通道到达操作部位,机械臂可以活动近 180°^[13](图 3),并可在 3D 高清可视化下进行抓取、切割和缝合^[15]。2019 年在无 ESD 经验的医师中进行的一项随机对照研究初步显示了 Flex 手术机器人系统较传统 ESD 的优势:机器人组完全切除率达到了 100%,常规 ESD 组为 50%($P<0.001$);传统 ESD 组较机器人组穿孔率有上升趋势(60% 比 30%),但差异无统计学意义($P=0.18$),不除外与样本量少有关;Flex 组总手术时间显著减少 [(34.1±19.14) min 比 (88.6±31.40) min, $P=0.001$],黏膜切开时间也有加快的趋势 [(6.3±2.72) min 比 (9.2±3.42) min, $P=0.06$],黏膜下剥离时间明显缩短 [(27.8±18.38) min 比 (79.4±30.70) min, $P=0.002$];Flex 的优势也体现在操作者主观满意度评分上,表现为身体疲劳度、时间需求以及挫败感的减少^[15]。

该系统相较 STRAS,同样为需重新生产的特殊内镜,但

与 STRAS 不同的是, Flex 仅由一名操作者即可控制完成操作,且 Flex 的机械臂更靠外侧,未设置保护壳,从专用外化套管中伸出,其活动不再受末端壳的限制,灵活度更高。但 Flex 系统仍存在局限性。首先,它仍然需要使用特制直肠端口进行适当的密封,以维持充气,且机器人内窥镜的工作长度相对较短,仅允许切除距离肛门边缘 25 cm 及以内的病变;其次,该系统虽已获得 FDA 批准,但目前暂无活体动物及临床研究数据。

二、普通消化内镜整合型机器人

(一) 主从式腔道内窥镜机器人 (Master and Slave Transluminal Endoscopic Robot, MASTER) 系统

MASTER 是 2008 年由新加坡 Phee 等^[16]设计发明的一种消化内镜机器人系统,其主系统安装在双通道治疗内镜上。由于第 1 代 MASTER 从属机械臂为多关节铰链式,自由度受限,为增加灵活度,仿人体前臂改进的二代 MASTER 操作臂由串联式改为并联式,自由度显著增加。其末端执行器包括一个“L”型钩刀和一个抓钳(图 4),抓钳臂负责提起病变组织,辅助暴露手术视野,钩刀操作臂完成黏膜下病变剥离。该系统需 2 名操作人员操作,一名内镜医师负责在操作台通过手柄控制机械臂,另一名助手医师负责抓持内镜。Ho 等^[17]于 2010 年进行的一项动物实验显示,MASTER 可有效提高 ESD 的可行性和安全性。Phee 等^[18]在 2012 年进行的一项多中心前瞻性研究显示,MASTER 可有效提高复杂内镜手术的可行性和安全性。该研究纳入了 3 例来自印度中心、2 例来自香港中心的早期胃癌患者,结果显示,研究中所有患者成功完成 MASTER 辅助下 ESD,平均黏膜下剥离时间为 18.6 min;术中仅出现 1 例出血,经止血治疗于术后第 3 天好转出院;病变切缘均阴性;术后为期 30 d 的随访均未观察到任何并发症,内镜复查未发现残留或复发的肿瘤。

首先,MASTER 与前文中提及的 3 种内镜机器人系统不同,它可与普通内镜组装使用,无需重新生产新型内镜;其次,MASTER 二代系统在柔性内镜检查中模仿人手臂改进了机械臂,提高了术中操作的自由度,能更加充分地暴露手术视野,有效降低出血、穿孔等常见并发症的发生率。但该系统也存在部分局限性,术中需要机械臂提拉、切割功能以外的操作时,需从患者身上取出机器人镜身,更换普通内镜进行操作。

(二) 经肛门内镜黏膜下切除 (Trans-Anal Submucosal Endoscopic Resection, TASER) 系统

TASER 技术起源于经肛门内镜微创手术 (trans-anal endoscopic micro-surgery, TEMS), 于 2013 年由英国 Saunders 等^[19]报道,并应用于临床^[20]。该系统由 GelPoint 平台、1 条治疗内镜 (GIFH260)、2 个腹腔镜器械组成(图 5)。平台提供 3 个密封的直肠入口,内镜提供手术视野、气体注入和切除或止血设备,腹腔镜器械负责进行组织回收、缝合、夹闭或切割。Tsiomoulos 等^[21]进行的一项单中心观察队

列研究中,该平台应用于 17 例常规内镜治疗失败的复杂直肠息肉样病变患者(平均直径 88 mm),16 例(94%)患者完全切除,平均切除时间为 185 min(65~480 min),术后均无明显穿孔,仅有 1 例患者术后有轻微出血。

该系统组装简单,设备轻巧,易于移动,实用性强。根据上述试验研究结果,TASER 在未来有可能成为普通内镜下难以治疗的复杂直肠息肉的新型治疗方式^[21];但该系统目前的应用仅限于直肠,一定程度上限制了它的应用及推广。

(三) 便携式内镜机器人 (Portable Endoscopic Tool Handler, PETH) 系统

PETH 系统于 2019 年由韩国 Hwang 等^[5]设计提出。PETH 主系统由普通内镜与 1 条或 2 条机械臂构成,机械臂为外挂式,可以实现两个独立的每个方向超过 100°的弯曲,使机械臂末端能够到达内镜可视范围内的任何点,实现多方向牵引和抓取(图 6)。每个机械臂的运动都由操作主手控制,主手操作方向与机械臂运动方向同步。该团队进行的一项在离体猪胃模型上的体外实验证实,PETH 在牵引、张力控制和抓取方面均具有明显优势;同时该实验数据显示,PETH-ESD 的黏膜下剥离时间及总手术时间均明显短于传统 ESD(前者 $P=0.003$,后者 $P=0.011$);传统剥离中视野不佳的时间比率为 20%,PETH 组为 0%,充分显示出 PETH 对手术视野暴露的优势;PETH-ESD 的解剖速度明显比传统 ESD 快 2.5 倍以上 ($P<0.001$);PETH-ESD 中病例均实现整块切除且无穿孔发生^[5]。

PETH 系统与传统内镜相比,具有与 MASTER 类似的优点。PETH 与 MASTER 相比,也存在诸多优势:其一,PETH 可与普通单通道内镜组装使用,且组装更容易,仅需约 5 min,而 MASTER 机械臂与内镜的组装需 2 h^[5,18];其二,PETH 可以根据内镜手术类型,灵活调整连接到标准内镜上的机械臂数量和方向;其三,PETH 机械臂的转动角度与控制其运动的拇指棒主手的倾斜度成正比,增加了内镜医师对机械臂的操控性及操作灵活性;其四,PETH 开发了图形模拟器,可显示机器人臂在胃肠道中的位置,这对辅助完成机器人臂在内镜视野之外的操作非常有帮助。

但 PETH 系统由于附加机械臂,使得内镜直径增大,约为 15 mm,而传统内镜直径为 9~13 mm,降低了患者内镜下治疗的耐受性。Hwang 等^[5]进行的离体实验数据显示,与传统 ESD 相比,在 PETH-ESD 中,标本的切除面积较大 ($P=0.022$);切除标本的总黏膜下厚度稍大(总厚度 $P=0.448$,黏膜下厚度 $P=0.118$)。笔者认为,这可能与手术医师操纵机械臂时缺乏压力感受有关,换言之,可能与机械臂尖端缺乏压力监测有关。另外,该系统目前仅有体外猪胃模型研究数据,进入临床使用支持证据尚不足。

(四) 基于旋转关节的辅助内镜机器人 (Revolute Joint-Based Auxiliary Transluminal Endoscopic Robot, REXTER) 系统

REXTER 是一种基于旋转关节的、可拆卸的辅助内镜机器人系统,2019 年由韩国 Kim 等^[22]设计发明。该系统机

械臂呈串联式安装在通用内镜(GIF-2T240)上(图7)。该系统的机械臂有2个连杆(每个连杆15 mm),并有4个自由度来完成手术所需的复杂操作。Kim等^[22]进行的一项体外实验证实,ESD操作经验丰富组中,使用传统方法及机器人辅助方法的平均手术时间差异无统计学意义,ESD操作新手组亦如此;但两组参加实验人员均显示,使用机器人辅助的方法,操作时间均随着实验的进行而缩短,且在ESD操作新手组中,手术穿孔率明显降低(1/10比6/10),手术安全性明显提高。

REXTER与TASER、PETH类似,均可根据手术需要,灵活地与普通内镜进行组装或拆卸,系统组装简单,使用便捷。但与MASTER、TASER及PETH相比,该系统存在一定的不足,其仅能在术中进行组织牵拉,无法实现切开、缝合、术中止血等操作,不利于术中并发症的处理。且该系统目前仅在离体动物模型中显示出ESD操作经验丰富者与ESD操作新手在手术安全性和效率方面的差异,仍需更多的实验数据支持该系统的临床推广。

三、国内消化内镜手术机器人

目前我国消化内镜手术机器人的发展尚处于起步阶段。2002年王党校等^[23]设计出一款用于纤维内镜的机器人系统,但该系统主要用于控制胃镜手柄,较难应用于ESD等治疗操作。2016年杨云生教授团队自主研发出软式内镜机器人YunSRobot系统,该系统可与普通消化内镜整合使用,且为主从式操控型,内镜医师通过主端手柄实现对从端镜

体输送机械臂及镜体操作机械臂的控制^[24]。2018年进行的一项研究显示,YunSRobot系统可在视野清晰度符合操作要求的前提下实现对人体胃镜检查的全部操作,虽然操作时间较普通内镜有所延长,但数据显示出机器人系统良好的学习曲线,且由于样本量较小,尚未观察到峰值^[25]。2018年,山东大学齐鲁医院李延青教授团队联合深圳罗伯医疗公司(ROBO Medical)研发的EndoPicasso机器人系统(图8)首次在第三届世界医疗机器人大会上亮相,其同样为可与普通消化内镜整合使用的主从式操控型系统,该系统为外挂式机械臂,可与普通内镜整合使用,手术柔性臂直径为2.5 mm,具有4个自由度,目前已完成离体和活体动物ESD实验,均显示其可以显著缩短剥离时间,减少肌层损伤等并发症。

四、小结

随着我国消化道早期癌检出率逐年提高,未来对ESD的需求将进一步增加。目前上述的诸多实验研究数据均表明,消化内镜机器人技术的引入,能够大幅提升ESD手术操作的精确度与稳定性,降低操作难度,改善学习曲线,提高手术质量,引领微创内镜手术技术的变革。未来在物联网技术、智能医疗、基于人工智能的视频分析、远程监测技术^[26]的综合应用下,人机交互反馈信息得以丰富,内镜医师对手术机器人的操作精度和临场感将会进一步提升,从而加速ESD技术在世界范围内的推广应用并造福广大患者。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

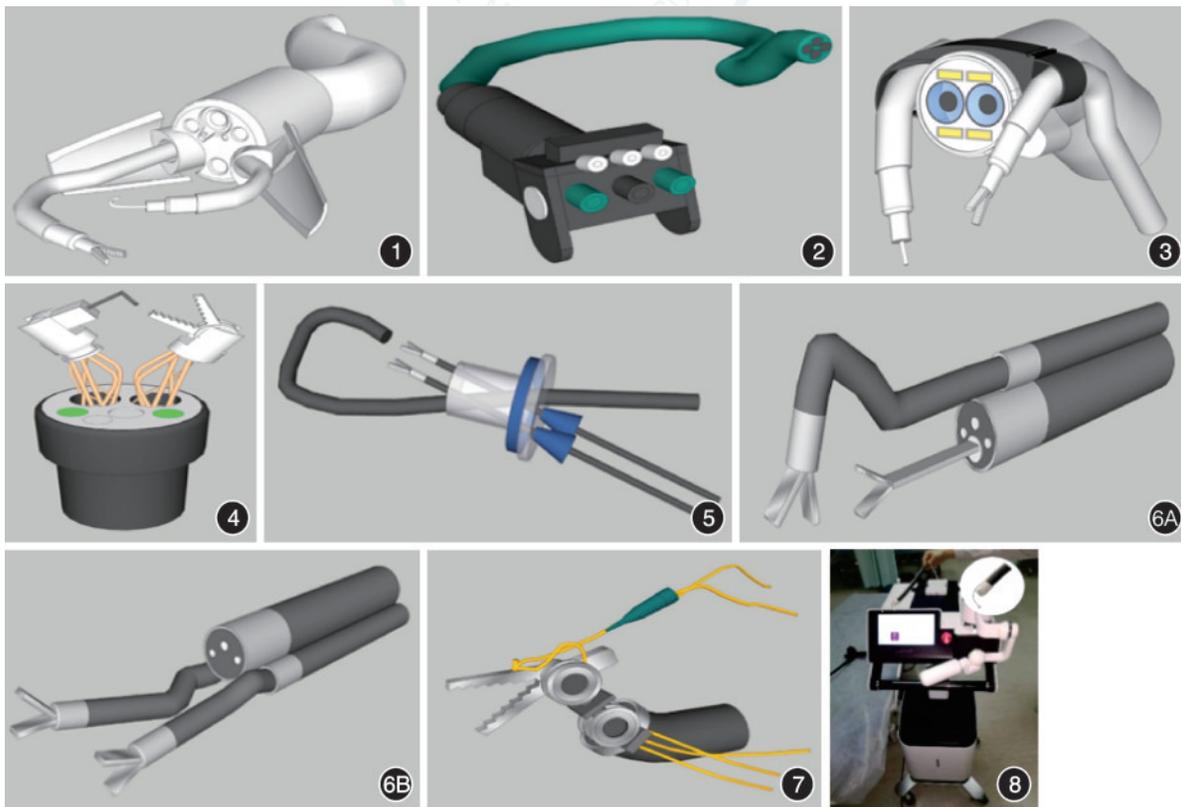


图1 STRAS机器人系统模型图 图2 仿生柔性机器人系统模型图 图3 Flex手术机器人系统模型图 图4 主从式腔道内镜镜机器人(MASTER)系统模型图 图5 经肛内镜黏膜下切除(TASER)系统模型图 图6 便携式内镜机器人(PETH)系统模型图 6A:单臂;6B:双臂 图7 基于旋转关节的辅助内镜机器人(REXTER)系统模型图 图8 EndoPicasso机器人系统实物图

参 考 文 献

- [1] Nishizawa T, Yahagi N. Endoscopic mucosal resection and endoscopic submucosal dissection: technique and new directions[J]. *Curr Opin Gastroenterol*, 2017, 33(5): 315-319. DOI: 10.1097/MOG.0000000000000388.
- [2] 张波, 令狐恩强, 柴宁莉, 等. 内镜黏膜下剥离术治疗胃黏膜病变术后复发相关因素分析[J]. *中华消化内镜杂志*, 2018, 35(1): 32-36. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 1007-5232.2018.01.006.
- [3] Kaan HL, Ho KY. Robot-assisted endoscopic resection: current status and future directions[J]. *Gut Liver*, 2020, 14(2): 150-152. DOI: 10.5009/gnl19047.
- [4] Draganov PV, Aihara H, Karasik MS, et al. Endoscopic submucosal dissection in North America: a large prospective multicenter study[J]. *Gastroenterology*, 2021, 160(7): 2317-2327.e2. DOI: 10.1053/j.gastro.2021.02.036.
- [5] Hwang M, Lee SW, Park KC, et al. Evaluation of a robotic arm-assisted endoscope to facilitate endoscopic submucosal dissection (with video)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2020, 91(3): 699-706. DOI: 10.1016/j.gie.2019.11.014.
- [6] 吴文明, 魏志, 孙自勤. 内镜下黏膜剥离术相关辅助牵引技术研究进展[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2016, 19(1): 109-112. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2016.01.030.
- [7] 万新月, 于红刚. 新型磁力锚导引系统在内镜黏膜下剥离术中应用的动物实验研究(含视频)[J]. *中华消化内镜杂志*, 2017, 34(12): 897-899. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 1007-5232.2017.12.011.
- [8] Sestini L, Rosa B, De Momi ED, et al. A kinematic bottleneck approach for pose regression of flexible surgical instruments directly from images[J]. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2021, 6:2938-2945. DOI:10.1109/lra.2021.3062308.
- [9] Zorn L, Nageotte F, Zanne P, et al. A novel telemanipulated robotic assistant for surgical endoscopy: preclinical application to ESD[J]. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2018, 65(4): 797-808. DOI: 10.1109/TBME.2017.2720739.
- [10] Diana M, Chung H, Liu KH, et al. Endoluminal surgical triangulation: overcoming challenges of colonic endoscopic submucosal dissections using a novel flexible endoscopic surgical platform: feasibility study in a porcine model[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(11): 4130-4135. DOI: 10.1007/s00464-013-3049-6.
- [11] Yeung BP, Chiu PW. Application of robotics in gastrointestinal endoscopy: a review[J]. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(5):1811-1825. DOI: 10.3748/wjg.v22.i5.1811.
- [12] Lau KC, Hu Y, Leung YY, et al. Design and development of a task specific robot for endoscopic submucosal dissection of early gastrointestinal cancers[C]// Lau KC. 2014 International Symposium on Optomechatronic Technologies. USA, WA, Seattle: IEEE, 2014, 210-214. DOI:10.1109/isot.2014.57.
- [13] Peters BS, Armijo PR, Krause C, et al. Review of emerging surgical robotic technology[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(4): 1636-1655. DOI: 10.1007/s00464-018-6079-2.
- [14] Johnson PJ, Rivera Serrano CM, Castro M, et al. Demonstration of transoral surgery in cadaveric specimens with the medrobotics flex system[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123(5):1168-1172. DOI: 10.1002/lary.23512.
- [15] Turiani Hourneaux de Moura D, Aihara H, Jirapinyo P, et al. Robot-assisted endoscopic submucosal dissection versus conventional ESD for colorectal lesions: outcomes of a randomized pilot study in endoscopists without prior ESD experience (with video)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2019, 90(2): 290-298. DOI: 10.1016/j.gie.2019.03.016.
- [16] Phee SJ, Low SC, Sun ZL, et al. Robotic system for no-scar gastrointestinal surgery[J]. *Int J Med Robot*, 2008, 4(1):15-22. DOI: 10.1002/rcs.179.
- [17] Ho KY, Phee SJ, 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. DOI: 10.1016/j.gie.2010.04.009.
- [18] Phee SJ, Reddy N, Chiu PW, et al. Robot-assisted endoscopic submucosal dissection is effective in treating patients with early-stage gastric neoplasia[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2012, 10(10):1117-1121. DOI: 10.1016/j.cgh.2012.05.019.
- [19] Saunders BP, Tsiamoulos ZP, Thomas H, et al. Rectal endoscopic submucosal dissection made easy: a solution to the retraction problem[J]. *Gastroenterology*, 2013, 145(5):939-941. DOI: 10.1053/j.gastro.2013.08.057.
- [20] Saito Y, Sumiyama K, Chiu PW. Robot assisted tumor resection devices[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2017, 14(8): 657-662. DOI: 10.1080/17434440.2017.1358087.
- [21] Tsiamoulos ZP, Warusavitarne J, Faiz O, et al. A new instrumental platform for Trans-Anal Submucosal Endoscopic Resection (TASER) [J]. *Gut*, 2015, 64(12): 1844-1846. DOI: 10.1136/gutjnl-2015-309643.
- [22] Kim BG, Choi HS, Park SH, et al. A pilot study of endoscopic submucosal dissection using an endoscopic assistive robot in a porcine stomach model[J]. *Gut Liver*, 2019, 13(4): 402-408. DOI: 10.5009/gnl18370.
- [23] 王党校, 张玉茹, 王永光, 等. 机器人辅助内镜手术系统的设计与开发[J]. *机器人*, 2002, 24(4):335-341. DOI: 10.3321/j.issn:1002-0446.2002.04.010.
- [24] 李言民, 郝思文, 杨臻达, 等. 主从式胃镜介入机器人系统[J]. *机器人*, 2016, 38(1): 107-114. DOI: 10.13973/j.cnki.robot.2016.0107.
- [25] 彭丽华, 刘浩, 杨云生, 等. 软式内镜操控机器人 YunSRobot 在人体胃镜检查中的初步应用[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(48): 3963-3968. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0376-2491.2018.48.012.
- [26] Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare[J]. *Nat Biomed Eng*, 2018, 2(10): 719-731. DOI: 10.1038/s41551-018-0305-z.

爱尔博新一代电外科旗舰产品
高频手术系统
水刀



优势

- ※ 超大10.4寸彩色触摸屏
- ※ stepGUIDE引导设置，操作简便
- ※ 19种电切/凝模式
- ※ 支持无线通信，WLAN功能
- ※ 通用插座接口，支持更广泛的器械连接
- ※ 多处理器技术，支持2500万次/秒数据处理

黏膜隆起ESD剥离

一次性使用高频及水刀手柄 Hybridknife (海博刀)



黏膜病变隆起APC消融

水隔离氩气消融导管 HybridAPC (海博APC)



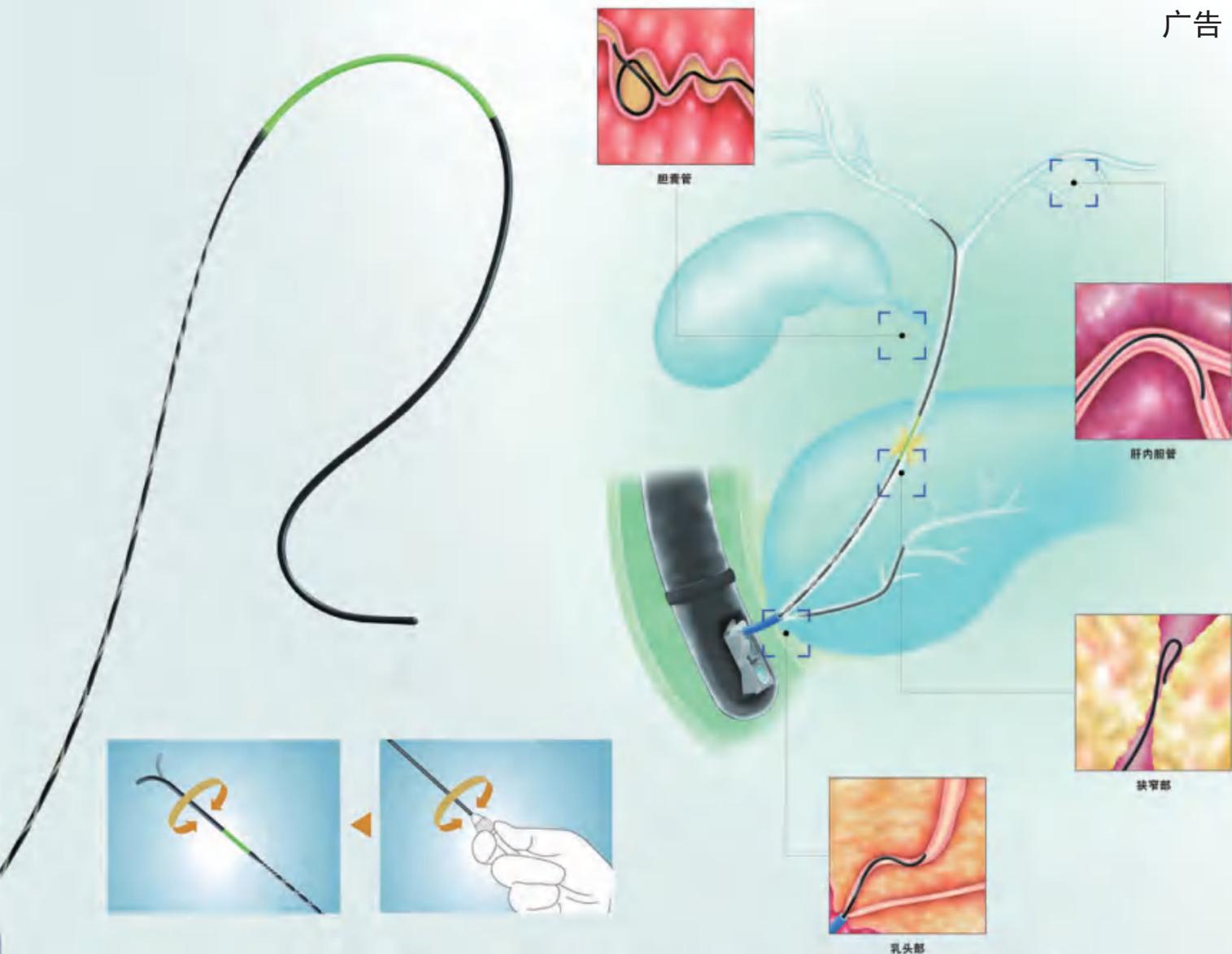
模块化设计理念：
 高频手术设备 VIO 3
 氩气控制器 APC 3
 水刀 ERBEJET 2

禁忌症或注意事项详见说明书

生产企业: Erbe Elektromedizin GmbH 德国爱尔博电子医疗器械公司
 产品注册证号及名称:
 [1] 国械注进 20193010023 (高频手术系统)
 [2] 国械注进 20173216803 (水刀)
 [3] 国械注进 20173252475 (水隔离氩气消融导管)
 [4] 国械注进 20173256650 (一次性使用高频及水刀手柄)
 沪械广审(文)第220911-08103号

爱尔博(上海)医疗器械有限公司

地址: 上海市延安西路2201号上海国际贸易中心3002室 邮编: 200336
 电话: 021-62758440 邮箱: info@erbechina.com
 传真: 021-62758874 技术服务热线: 400-108-1851



先端柔韧性及狭窄部突破性明显提升。

锥形先端可实现对各弯曲部的灵活插入。

出色的扭转传导性支持胆道狭窄部或弯曲部的精细操作。

一款应用范围广泛的高性能导丝，与奥林巴斯诊疗附件配套使用，用于ERCP*困难病例。

*ERCP：内镜下逆行性胰胆管造影术

一次性导丝 G-260系列

奥林巴斯(北京)销售服务有限公司

北京总部：
北京市朝阳区新源南路1-3号平安国际金融中心A座8层
代表电话：010-58199000

GE092SV V01-2009

本资料仅供医学专业人士阅读。
禁忌内容或注意事项详见说明书。
所有类比均基于本公司产品，特此说明。
规格、设计及附件如有变更，请以产品注册信息为准。
一次性导丝 国械注进20152023806
沪械广审(文)第250603-04454号

OLYMPUS