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

2021年11月 第38卷 第11期

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

Volume 38 Number 11
November 2021

中华医学会

CHINESE MEDICAL ASSOCIATION

ISSN 1007-5232
11>
9 771007 523212

中华消化内镜杂志 二〇二一年十一月 第三十八卷 第十一期 中华医学会
cma cma

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 BLI

新定义 新选择

NEW DEFINITION NEW CHOICE

沪械广审(文)第221130-01509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.
中国(上海)自由贸易试验区银城中路68号2801室
Tel:021-5010 6000 Fax:021-5010 6750

⚠ 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20172222462

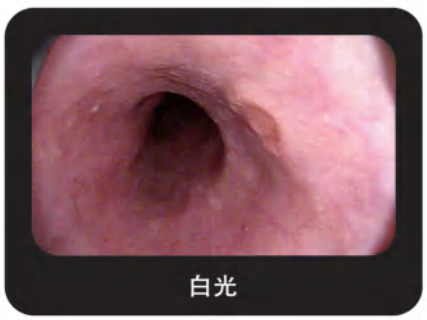
BL-7000:医用内窥镜用冷光源 国械注进20182060487

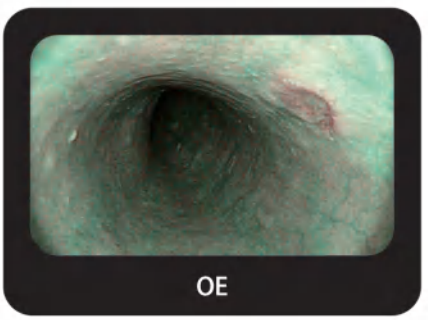
商标 FUJIFILM 和产品标识均为日本富士胶片株式会社持有。

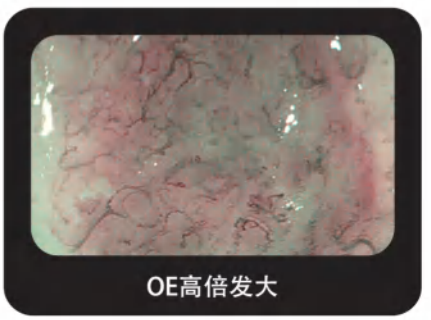
广告

PENTAX MEDICAL

EPK-i7000（OE）


白光


OE


OE高倍发大

OE–光学强调功能

支持病灶的诊断及其特征描述，血管形态可视化，协助治疗

- OE 光学技术
- 双滤光染色
- 独创滤波技术
- 前、后双处理

宾得医疗器械（上海）有限公司　地址：上海市富民路291号701室200031　电话：+86-21+61701555　传真：+86-21-61701655

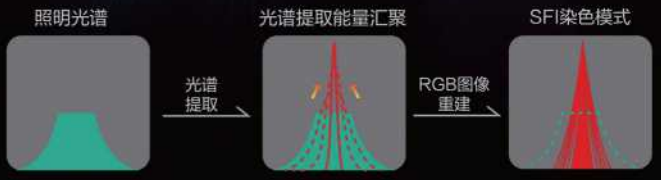
因产品改进造成规格与设计方面的变更，恕不另行通知。

SonoScape 开立

广告

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

深圳开立生物医疗科技股份有限公司
SONOSCAPE MEDICAL CORP.
地址：深圳市南山区科技中二路深圳软件园二期12栋2楼
电话：86-755-26722890

网站：www.sonoscape.com
邮箱：sonoscape@sonoscape.net
禁忌内容或者注意事项详见说明书
粤械广审（文）第231218-06842号

注册证编号
医用内窥镜图像处理器 粤械注准20182061081
医用内窥镜冷光源 粤械注准20192061100
电子上消化道内窥镜 国械注准20193060037
电子下消化道内窥镜 国械注准20193060046

中华消化内镜杂志®

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

月刊　　1996年8月改刊　　第38卷　第11期　2021年11月20日出版

微信:xhnjxw　　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.zhxhnjzz.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

2021年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

专家论坛

三维可视化技术在消化内镜的应用进展 …… 857
陈柳香　胡兵

菁英论坛

消化内镜机器人的研究进展 …… 861
童越　袁杭　侯丹　姜泊

论　著

经内镜逆行胰胆管造影术治疗成年胰腺分裂伴慢性胰腺炎的长期随访研究 …… 866
崔光星　吕文　杨建锋　黄海涛　金杭斌　楼奇峰　王晖　张筱凤

经内镜逆行胰胆管造影术在胰胆管合流异常诊治中的价值分析 …… 871
李柯　薛魁金　常虹　姚炜　张耀朋　闫秀娥　黄永辉

定期反馈对结直肠癌机会性筛查中腺瘤检出率的影响 …… 876
王亚丹　孙春萍　吴静　刘揆亮　蔺武　魏南　王沧海　姜国俊　郭春梅　宿慧　刘红　李莉　林琳　孟明明

人源性纤维蛋白胶对食管病变内镜黏膜剥离术后并发症的防治效果分析 …… 882
刘洋　雷思雨　魏宁　仲之恒　施瑞华

内镜黏膜下剥离术治疗老年患者贲门早期癌的疗效分析 …… 888
范婷　姜经纬　曹守莉　许真真　倪牧含　吕瑛　凌亭生　张晓琦　王雷　邹晓平　徐桂芳

早期未分化型胃癌与胃黏膜相关淋巴组织淋巴瘤的内镜下特征差异 …… 894
吴晓婉　庄谦　王晶　陈达凡　董志霞　钱月琴　陆伦根　宛新建　周慧

蔓状隆起型胃底静脉曲张内镜下套扎与组织胶注射治疗的对比分析 …… 901
项艺　王曦　梅雪灿　吴雯玥　张辅民　王泽学　韩怡　王凯　孔德润

留置金属夹预防结肠小息肉内镜黏膜切除术后迟发性出血的价值研究 …… 907
郭雨栋　唐秀芬

广告

erbe

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

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

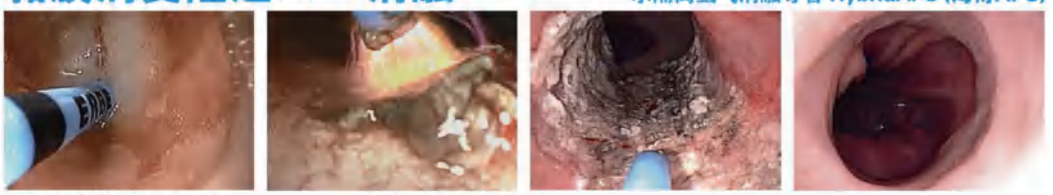
黏膜隆起ESD剥离

一次性使用高频及水刀用手柄 HybridKnife（海博刀）

ESD:内镜粘膜下剥离术

黏膜病变隆起APC消融

水隔离氩气消融导管 HybridAPC（海博APC）



APC:氩等离子体凝固术

禁忌内容及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仪器公司

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用手柄）
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

短篇论著

内镜经胃保胆取石术联合经内镜逆行胰胆管造影治疗胆囊结石合并胆总管结石的可行性探索(含视频) …… 912
朱亮　蔡明琰　徐晓玥　蔡贤黎　王萍　李全林　朱博群　秦文政　陈巍峰　张轶群　钟芸诗　姚礼庆　周平红
内镜下纵行切开联合博来霉素局部注射治疗复杂性食管良性狭窄的初步临床观察 …… 916
张同真　宁守斌　孙涛　肖年军　银新　郭锐　张静
新型消化道瘘封堵器在胸腔胃气管瘘中的临床应用初探(含视频) …… 921
李璐蓉　王继旺　朱昌　桑怀鸣　王云　张伟锋　李君兰　张国新
经内镜逆行胰胆管造影联合 SpyGlass 在胆管内乳头状黏液性肿瘤诊断中的应用 …… 925
丁聪　杨建锋　金杭斌　周益峰　顾页　沈红璋　张筱凤

病例报道

球囊辅助内镜下硬化治疗食管静脉曲张二例(含视频) …… 929
梅雪灿　王曦　韩怡　王凯　孔德润
以急性重症胰腺炎为主要表现的肝内胆管细胞癌所致胆道出血一例 …… 931
陈梦捷　郑汝桦　王雷　姚玉玲　刘明东　张妮娜　窦晓坛　邹晓平
经内镜逆行胰胆管造影诊治肝移植术后胆总管十二指肠瘘一例 …… 934
纪晓丹　郝立校　吕婵　李兴佳　龚彪

综　　述

磁环下括约肌增强术治疗难治性胃食管反流病的研究进展 …… 936
庄茜钧　肖英莲
经内镜逆行胰胆管造影术教育与培训研究进展 …… 941
顾伦　柏愚
消化道内镜黏膜下剥离术并发出血的研究进展 …… 944
张健　王雅丽　张明远　杨蓉蓉

读者·作者·编者

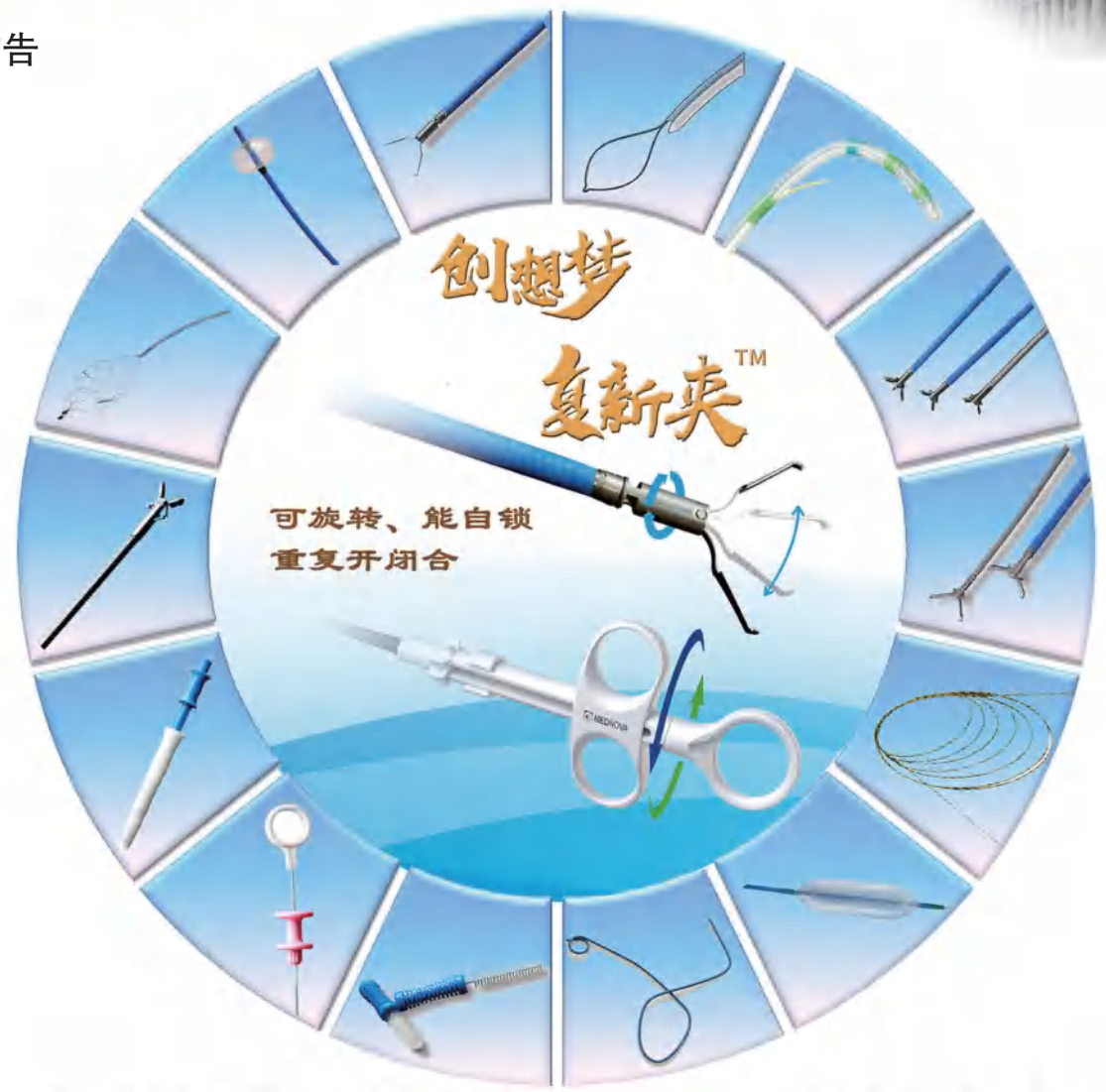
《中华消化内镜杂志》2021 年可直接使用英文缩写的常用词汇 …… 875
中华医学会系列杂志论文作者署名规范 …… 900
《中华消化内镜杂志》2022 年征订启事 …… 906
发表学术论文“五不准” …… 911
插页目次 …… 881

本刊稿约见第 38 卷第 1 期第 82 页、第 7 期第 586 页

本期责任编辑　钱程

MEDNOVA
创想医学

广告



提供消化内镜下耗材一站式解决方案

微信搜索“创想医学”关注公众号

产品注册证及名称：

- ◆国械注准20193020651 （一次性使用止血夹）
- ◆国械注准201930 10040（一次性使用三腔括约肌切开刀）
- ◆国械注准20183010565 （一次性使用热活检钳）
- ◆国械注准20173220746 （一次性使用电圈套器）
- ◆浙械注准20182020377 （消化内窥镜用一次性导丝）
- ◆浙械注准20182220309 （一次性取石网篮）
- ◆浙械注准20182660347 （一次性使用胆道引流管）
- ◆浙械注准20182220318 （一次性球囊扩张器）
- ◆浙械注准20172220309 （一次性使用内镜抓钳）
- ◆浙械注准20172220308 （一次性内镜用软管式活组织取样钳）
- ◆浙械注准20202020745 （一次性使用取石球囊）

创新成就梦想
Innovation Achieves Dreams

浙江创想医学科技有限公司
服务热线：0571-89167088　18058138688
邮　箱：postmaster@med-nova.com

浙械广审（文）第220321-04126号
禁忌内容及注意事项详见说明书

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

Monthly Renamed in August, 1996 Volume 38, Number 11 November 20, 2021

Responsible Institution
China Association for Science and Technology

Sponsor
Chinese Medical Association
42 Dongsi Xidajie, Bejing 100710, China

Editing
Editorial Board of Chinese Journal of Digestive Endoscopy
3 Zizhulin, Nanjing 210003, Jiangsu Province, China
Tel:0086-25-83472831,83478997
Fax:0086-25-83472821
Email:xhnj@xhnj.com
http://www.zhxhnjzz.com
http://www.medjournals.cn

Editor-in-Chief
Zhang Shutian(张澍田)

Managing Director
Tang Yongjin(唐涌进)

Publishing
Chinese Medical Journals Publishing House Co.,Ltd.
42 Dongsi Xidajie, Beijing 100710, China
Tel(Fax):0086-10-51322059
Email:office@cmaph.org

Printing
Jiangsu Geologic Surveying and Mapping Institute

Overseas Distributor
China International Book Trading Corporation
P.O. Box 399, Beijing 100044, China
Code No. M4676

Mail-Order
Distribution Editoral Office of Chinese Journal of Digestive Endoscopy
3 Zizhulin, Nanjing 210003, Jiangsu Province, China
Tel:0086-25-83472831
Email:xhnj@xhnj.com

CSSN
ISSN 1007-5232
CN 32-1463/R

Copyright © 2021 by the Chinese Medical Association

No content published by the journals of Chinese Medical Association may be reproduced or abridged without authorization. Please do not use or copy the layout and design of the journals without permission.

All articles published represent the opinions of the authors, and do not reflect the official policy of the Chinese Medical Association or the Editorial Board, unless this is clearly specified.

CONTENTS IN BRIEF

Forum for Experts

Application of three-dimensional visualization in digestive endoscopy ····· 857
Chen Liuxiang, Hu Bing

Forum for Elites

Research progress of digestive endoscopy robot ····· 861
Tong Yue, Yuan Hang, Hou Dan, Jiang Bo

Original Articles

Long-term outcomes of endoscopic retrograde cholangiopancreatography for pancreas divisum with chronic pancreatitis in adults ····· 866
Cui Guangxing, Lyu Wen, Yang Jianfeng, Huang Haitao, Jin Hangbin, Lou Qifeng, Wang Hui, Zhang Xiaofeng

Value of endoscopic retrograde cholangiopancreatography in pancreaticobiliary maljunction ····· 871
Li Ke, Xue Kuijin, Chang Hong, Yao Wei, Zhang Yaopeng, Yan Xiu'e, Huang Yonghui

Effects of regular feedback on the detection rate of adenomas in opportunistic screening of colorectal cancer ····· 876
Wang Yadan, Sun Chunping, Wu Jing, Liu Kuiliang, Lin Wu, Wei Nan, Wang Canghai, Jiang Guojun, Guo Chunmei, Su Hui, Liu Hong, Li Li, Lin Lin, Meng Mingming

Effects of human-derived fibrin glue for preventing postoperative complications of endoscopic submucosal dissection for esophageal lesions ····· 882
Liu Yang, Lei Siyu, Wei Ning, Zhong Zhiheng, Shi Ruihua

Therapeutic effects of endoscopic submucosal dissection for early gastric cardia cancer in elderly patients ····· 888
Fan Ting, Jiang Jingwei, Cao Shouli, Xu Zhenzhen, Ni Muhan, Lyu Ying, Ling Tingsheng, Zhang Xiaoqi, Wang Lei, Zou Xiaoping, Xu Guifang

Differences of endoscopic features between undifferentiated-typed early gastric cancer and gastric mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma ····· 894
Wu Xiaowan, Zhuang Qian, Wang Jing, Chen Dafan, Dong Zhixia, Qian Yueqin, Lu Lungen, Wan Xinjian, Zhou Hui

Comparative analysis of endoscopic ligation and tissue adhesive injection for tortuous gastric varices ····· 901
Xiang Yi, Wang Xi, Mei Xuecan, Wu Wenyue, Zhang Fumin, Wang Zexue, Han Yi, Wang Kai, Kong Derun

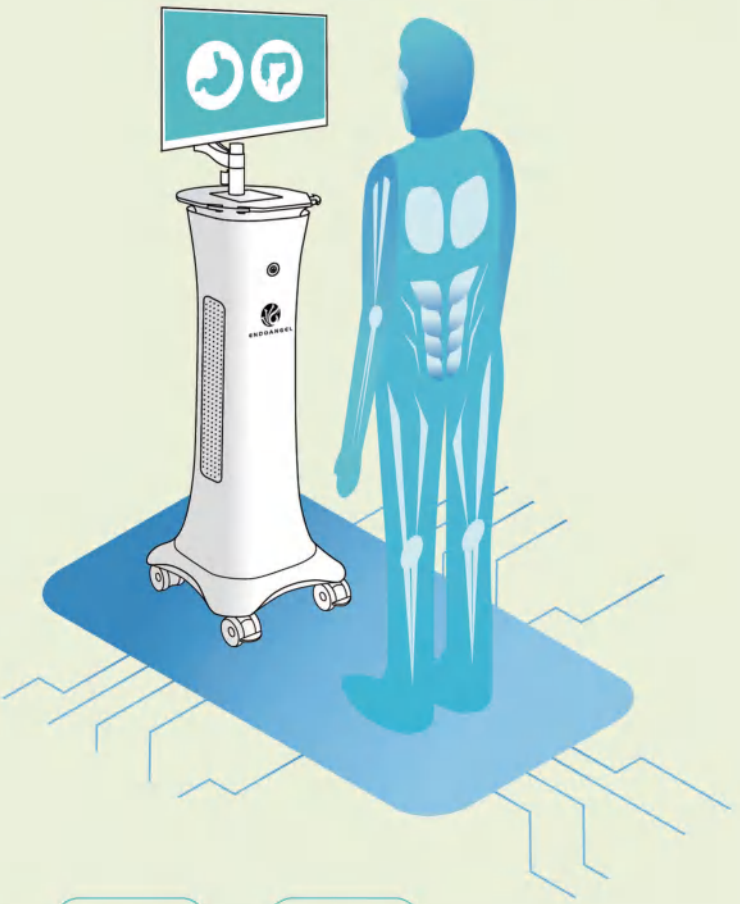
Prophylactic effect of clipping after endoscopic mucosal resection of small colorectal polyps on delayed bleeding ····· 907
Guo Yudong, Tang Xiufen

ENDOANGEL

广告

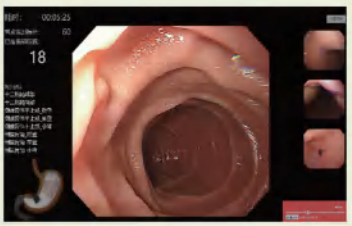
消化道
辅助监测软件

自动识别上下消化道，开始监测



产品介绍

胃功能



- 胃26部位盲区监测
- 操作情况实时评分
- 图文自动存储系统

肠功能

- 回盲部自动识别
- 进镜时间和退镜时间监测
- 肠镜退镜速度监测
- 图文自动存储系统

产品特点

- **直观** 显示各项质控指标 实时点亮 相应部位
- **规范** 缩短培训周期 大幅度提高临床操作规范性
- **智能** AI 赋能 减少漏诊误诊
- **贴心** 图文自动存储系统 数据永久储存 防止漏图丢图

武汉楚精灵医疗科技有限公司
Wuhan ENDOANGEL Medical Technology Co.,LTD
Add：湖北省武汉市洪山区武汉大学珞珈创意园（银泰创意城）2005室

楚精灵（湖南）医疗科技有限公司
ENDOANGEL（Hunan）Medical Technology Co.,LTD
Add：湖南省长沙市芙蓉区隆平科技园雄天路118号1号孵化楼1212室

Tel：027-87053935
E-mail：info@ai-endoangel.com

禁忌内容或者注意事项详见说明书，请仔细阅读说明书后使用。
注册证号:湘械注准20202211066　湘械广审（文）第 250601-00286 号

Brief Reports

Feasibility and safety of endoscopic trans-gastric cholecystolithotomy combined with endoscopic retrograde cholangiopancreatography for cholecystolithiasis and choledocholithiasis (with video) ····· 912

Zhu Liang, Cai Mingyan, Xu Xiaoyue, Cai Xianli, Wang Ping, Li Quanlin, Zhu Boqun, Qin Wenzheng, Chen Weifeng, Zhang Yiqun, Zhong Yunshi, Yao Liqing, Zhou Pinghong

Preliminary clinical observation on endoscopic longitudinal incision combined with bleomycin local injection for complex benign esophageal strictures ····· 916

Zhang Tongzhen, Ning Shoubin, Sun Tao, Xiao Nianjun, Yin Xin, Guo Rui, Zhang Jing

Clinical application research of a novel gastrointestinal occluder device for endoscopic closure of gastrobronchial fistula (with video) ····· 921

Li Lurong, Wang Jiwang, Zhu Chang, Sang Huaiming, Wang Yun, Zhang Weifeng, Li Junlan, Zhang Guoxin

Endoscopic retrograde cholangiopancreatography combined with SpyGlass in the diagnosis of intraductal papillary mucinous neoplasms of the bile duct ····· 925

Ding Cong, Yang Jianfeng, Jin Hangbin, Zhou Yifeng, Gu Ye, Shen Hongzhang, Zhang Xiaofeng

Case Reports

Balloon-assisted endoscopic sclerotherapy for esophageal varices: report of two cases (with video) ····· 929

Mei Xuecan, Wang Xi, Han Yi, Wang Kai, Kong Derun

Hemobilia caused by intrahepatic cholangiocarcinoma with main manifestation of acute severe pancreatitis: a case report ····· 931

Chen Mengjie, Zheng Ruhua, Wang Lei, Yao Yuling, Liu Mingdong, Zhang Nina, Dou Xiaotan, Zou Xiaoping

Endoscopic retrograde cholangiopancreatography in the diagnosis and treatment of biliary duodenal fistula after liver transplantation: a case report ····· 934

Ji Xiaodan, Hao Lixiao, Lyu Chan, Li Xingjia, Gong Biao

Review Articles

Advances of magnetic sphincter augmentation in treating refractory gastroesophageal reflux disease ····· 936

Zhuang Qianjun, Xiao Yinglian

Advances on education and training of endoscopic retrograde cholangiopancreatography ····· 941

Gu Lun, Bai Yu

Research progress on bleeding complicated with endoscopic submucosal dissection of digestive tract ····· 944

Zhang Jian, Wang Yali, Zhang Mingyuan, Yang Rongrong

English revisers: *Li Li* (李黎) *Qian Cheng* (钱程) *Zhu Yue* (朱悦)

colosafe 长安心 爱 要趁早

早发现 长安心®

粪便DNA检测
肠癌早检新选择

【产品名称】
人类 SDC2基因甲基化检测试剂盒（荧光PCR法）[1]
粪便采集装置[2]

【预期用途】[1]
本试剂盒是用荧光PCR法于体外定性检测人粪便样本中SDC2基因的甲基化情况。
本试剂盒适用于临床医生建议做肠镜检查的患者的辅助诊断，不能作为肿瘤早期诊断或确诊的依据，仅作为辅助诊断供临床医生参考，提供给患者更多一种无创性大肠癌辅助诊断方法的选择。

【预期用途】[2]
用于采集及保存粪便样本

【医疗器械注册证编号】
国械注准20183400506[1]

【医疗器械备案凭证编号】
粤穗械备20160241号[2]

【备案人/生产企业名称】
广州康立明生物科技股份有限公司

【备案人/生产企业住所】
广州高新技术产业开发区科学城开源大道11号A2栋第六层

联系方式: 020-82510982　客服电话: 400 966 0210　邮编: 510530　E-mail: Service@creativebio.cn

【广告批准文号】粤械广审（文）第230405-09237号

请仔细阅读产品说明书或在医务人员的指导下购买和使用
禁忌内容或注意事项详见说明书。

广告

康立明生物
Creative Biosciences

·菁英论坛·

消化内镜机器人的研究进展

童越[1]　袁杭[2]　侯丹[1]　姜泊[3]
[1]清华大学临床医学院，北京 100084；[2]北京理工大学生命学院融合医工系统与健康工程重点实验室 100081；[3]清华大学附属北京清华长庚医院消化内科 102218
通信作者：姜泊，Email：09xiaol@163.com

【提要】 机器人在临床医学领域的应用正逐步改变传统的诊疗模式，在消化内镜领域，机器人操作的出现有望在普及内镜检查、完善质控、减轻医师负担等方面发挥重要作用。本文就不同设计类型的消化内镜机器人的研发现状进行介绍。

【关键词】 机器人学；　内窥镜；　电视辅助外科手术
DOI：10.3760/cma.j.cn321463-20201207-00618

Research progress of digestive endoscopy robot

Tong Yue[1], *Yuan Hang*[2], *Hou Dan*[1], *Jiang Bo*[3]
[1]*School of Medicine, Tsinghua University, Beijing 100084, China*; [2]*Key Laboratory of Fusion Medical System and Health Engineering, School of Life Sciences, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China*; [3]*Department of Gastroenterology, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, Beijing 102218, China*
Corresponding author: Jiang Bo, Email: 09xiaol@163.com

机器人在医学上的应用已有三十多年的历史，最早用于临床的手术机器人雏形可追溯到 1985 年 Victor Scheinman 在神经外科手术中进行组织活检的程控机器[1]。近年来，以 Da Vinci、ZEUS 等系统为代表的外科手术机器人蓬勃发展，拉开了机器人手术时代的序幕[2]。工程技术的发展使得机器人控制更加精准和稳定，目前机器人已在许多医疗场景中发挥作用，消化道内镜是机器人潜在的重要应用方向之一。

消化道疾病是临床上常见的一大类疾病，其中以胃癌、结肠癌为代表的消化道恶性肿瘤造成了沉重的疾病负担。近年全球肿瘤流行病学数据显示，胃癌和结肠癌的发病率均排在前五位，而结直肠癌是导致患者死亡的第二大肿瘤类型[3]。2015 年，我国胃癌和结肠癌的发病人数分别为 40.3 万和 38.8 万[4]。早诊早治是防治肿瘤等重大疾病的重要策略之一，而消化内镜是实现重点人群筛查和早癌防治的重要工具。目前国内内镜医师的总体数量仍然有限，这与需要接受内镜诊疗患者的庞大数目之间存在供需矛盾[5]。一方面，内镜医师数量不足造成单人工作量大，容易疲劳，也延长了患者的候检时间；另一方面，内镜相关的人力资源分布不均，不少地区缺乏能完成高阶内镜操作的专业医师，当地患者难以得到及时有效的内镜诊治。

随着机器人技术与医学结合的日益深入，使用机器人辅助内镜医师提高操作效率、延展内镜专家的诊疗能力逐步受到重视。已有一系列研究团队围绕消化内镜检查和镜下手术研发了相关的机器人系统，本文就该领域的研究进展报道如下。

一、操控传统消化内镜的机器人系统

使用外置的机械系统直接控制常规消化内镜进行操作是一种易于推广的内镜机器人研发策略。该类型机器人通过机械臂或套筒等组件实现对内镜的输送和旋转，并用连接元件衔接内镜操作部旋钮。由于不需要更换已有的内镜设备且研发路径相对简明，因而在通用性、可及性和转化周期方面具有明显的优势。此外，由于机械臂和内镜是各自独立的，只要在衔接部位使用一次性材料进行隔离就可以满足内镜操作的消毒要求，便于临床应用。

1.RS-ALC 系统。该系统是一款适配传统结肠镜的主从式内镜操作系统，它有一个连接内镜的从端驱动工作站（图 1）。当内镜控制部安装到工作站卡槽内，医师可通过转动手柄控制内镜先端弯曲，而内镜轴向的前后运动和旋转则仍需医师手持镜体完成。RS-ALC 采用开环控制，需要操作者根据镜下图像调整内镜运行方向。此外，该系统提供了基于暗区分析算法的辅助导航功能和自动使内镜在管腔中居中的矫正功能，医师可以手动开启或关闭该功能[6]。

体外模型测试显示，RS-ALC 系统可以帮助初学者更快地完成结肠镜检查[7]。在该项研究中，10 名初学者直接使用传统结肠镜和在 RS-ALC 系统辅助下进行肠镜检查到达盲肠的中位时间分别为 11 min 47 s 和 8 min 56 s，然而对于经验丰富的内镜专家，RS-ALC 并未起到缩短操作时间的效

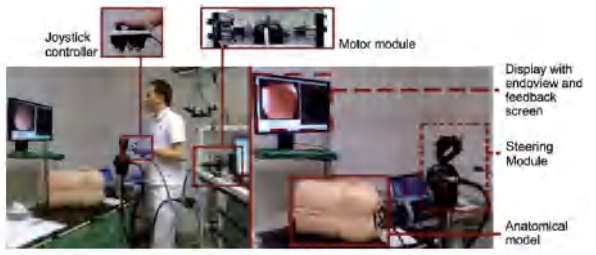


图 1　RS-ALC 系统(引自 Van der Stap 等[6],2016)传统结肠镜的控制部安装在该系统的机电驱动机构上

果。在息肉检出方面,RS-ALC 系统可以帮助初学者提高息肉检出率,但这一优势对于内镜专家同样不明显。

2.Yunsrobot 机器人。该产品是一款主从式控制的胃镜辅助操作机器人[8]。系统由主端控制平台、显示系统、从端控制箱和机械臂等执行机构组成(图 2)。与医师双手操作胃镜类似,机器人的从端执行机构设计为内镜输送臂与内镜操作臂两部分。输送臂内由电机驱动的主动轮和无驱动机构的被动轮夹持镜体,通过转动产生的摩擦力前后输送内镜[9]。操作臂主要由操作器、旋转模块和跟随模块构成。胃镜操作部的旋钮卡入操作器同轴套筒的凹槽中,电机通过同步带轮和套筒转动内镜旋钮。操作臂的锥齿轮传动模块控制镜体绕轴旋转,跟随模块的丝杠直线模组牵引内镜操作部做跟随运动。系统实际运行时,需要操作者手动调整输送臂位姿使其正对受检者口部,然后由机器人完成介入操作。医师在主控端用操作手柄控制机器操作内镜,相较于直接操作内镜旋钮来控制转向的非直观运动映射关系,这种人机交互设计对医师更为友好,长时间操作不易疲劳。

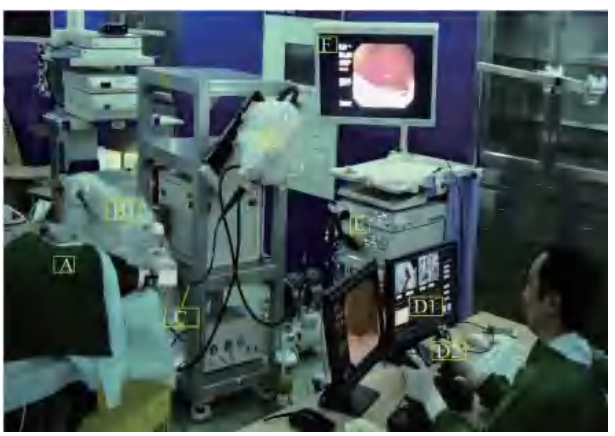


图 2　Yunsrobot 系统(引自张修礼等[10],2018)　A:实验动物;B1:输送机械臂;B2:操作机械臂;C:胃镜镜体;D1:人机交互界面;D2:操作手柄;E:内镜工作站;F:内镜监视器

安全性方面,该系统主控端可显示输送轮和镜体之间的阻力,操作臂中的机械限位开关可保证旋转角度不超过安全范围[8]。动物实验和一项纳入 21 例志愿者的临床试验已经初步验证了 Yunsrobot 系统完成胃镜检查的有效性和安全性[10-11]。尽管在体外和体内实验过程中,机器人辅助操作组完成检查所需的时间均较直接操作胃镜组更长,但随着操作次数的增加,医师用机器人完成操作所需的时间明显缩短。

3.EOR 系统。日本九州大学研发的 EOR 系统是操控传统结肠镜的机器人系统,其采用主从式结构并具有远程控制功能(图 3)[12]。操作者通过主端的两个操纵杆远程操控从端的内镜控制机构进行相应动作。医师可用坐姿完成操作。在 EOR 系统的辅助下,单人可以完成较复杂的内镜手术。EOR 的原型机利用 4 个电机实现内镜 4 个自由度的运动控制。最新版本机型增加了单手操作功能,同时在控制体系中设计了双向触觉反馈,使操作者可以感知从端设备及主控端产生的反作用力[13]。

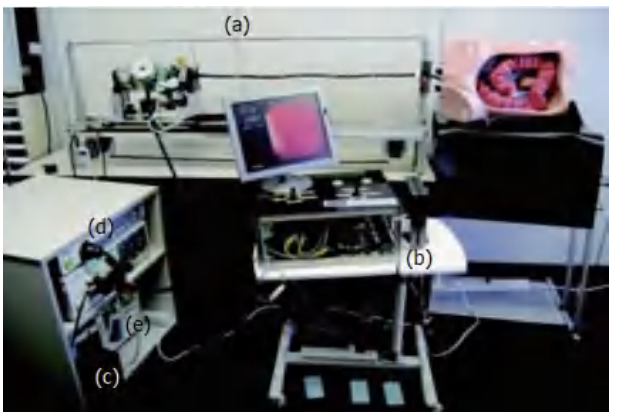


图 3　EOR 系统原型机的构型(引自 Kume 等[12],2011)　a:从端操作机构;b:主端操作单元;c:吸引泵控制器;d:光源;e:吸引泵

体外模型实验显示,加入力反馈模块后的机器人内镜操作组的模型肠壁受到压力较小,进镜用时较少,肠道过度拉伸的情况也较少出现[14]。虽然 EOR 的最新改进型系统在实验猪体内成功实现了远程控制 ESD 操作[15],但截至目前,该系列机器的执行机构仍然较为庞大,这可能会对机器人在内镜室的部署和消毒清洗造成一定困难。

二、具有自主运动能力的消化内镜机器人系统

一般来说,此类内镜机器人系统通过完全柔性的气动推进结构或者基于多节自驱动结构来实现柔顺控制。较早使用这种设计理念的内镜机器人系统包括 Neoguide、Aer-O-Scope 和 Endotics 等。

1.Neoguide 内镜系统。该内镜系统是一种具有自主运动能力的多节段内镜机器人,但与常规结肠镜一样需要医师手动推送和拨动旋钮完成操作。Neoguide 镜体由 16 节独立驱动的节段构成,系统的内镜先端和体外的相应位配置有传感器,通过 3D 导航技术,可以实时识别内镜的弯曲形态和插入深度。新型驱动控制系统可以根据反馈信号自动向驱动器发出指令,使镜体各节段以“后段跟随前段(tail follow nose manner)”的主动运动方式调整位姿,这种主动柔顺控

制可减少内镜对肠壁压迫和袢曲形成。系统也提供了被动模式,可以使镜体恢复成与普通肠镜相同的形状和刚性。

在临床试验中,11 位受试者接受了该内镜系统的检查,结果提示盲肠插管率达 100%,且在检查结束后的 30 d 中没有发生肠镜检查相关的并发症和不良反应[16]。目前,该系统已获得美国食品药品监督管理局的医疗器械批准,不过仍有必要对 Neoguide 系统和传统结肠镜进行更严格的头对头比较临床研究。

2.Aer-O-Scope™结肠镜。该系统是一款自推进式气囊结肠镜[17],由工作站和一次性内镜组件构成。一次性部件包括配制有全景摄像头的拍摄气囊、封闭气囊、送气和抽吸管道以及刚性的进镜引导元件(图 4)。全景式摄像头可减少因视野限制而遗漏病灶的可能。系统运行时,需要医师用导引部件辅助摄像气囊进入直肠。随后,摄像气囊充气膨胀,与肠壁紧密贴合,封闭气囊则将肛门封堵住,气动加压装置在两个气囊之间产生的压力差可推动内镜轴向前后运动。由于内镜插入部分的外层完全由柔性材料制成并通过气体驱动,因而在运行中对肠壁的压力和摩擦力均大幅减小[18]。

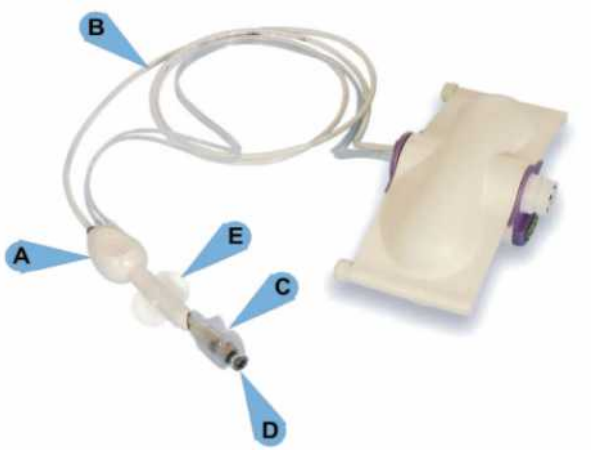


图 4　Aer-O-Scope™一次性内镜检查组件(引自 Pfeffer 等[18],2006)　A:直肠导入器;B:供应缆;C:拍摄气囊;D:全景摄像头;E:直肠固定气囊

为验证该设备检出病灶的能力,研究者利用黏膜下置入金属小珠模拟结肠息肉并进行肠镜检查。医师使用 Aer-O-Scope™对模拟息肉病灶的平均检出率是 97.6%[19]。另一项纳入 58 名受试者的临床研究显示,该系统的盲肠插管率和息肉检出率分别为 98.2%和 87.5%,未发生黏膜损伤或不良事件[20]。该结肠镜系统已通过 FDA 批准,可用于筛查结直肠癌。

3.Endotics 系统。该系统为一款具有一定自主运动能力的结肠镜机器人系统[21]。系统的执行机构主要由一次性探头和控制工作站组成。探头的先端可以在两个方向上弯曲 180°并集成了具有 110°视角的摄像头。受尺蠖运动的启发,Endotics 探头的近端和远端设计有异步夹持机构,二者夹持肠壁组织并与探头内部可伸缩结构配合,可以实现探头的精确递送(图 5)。

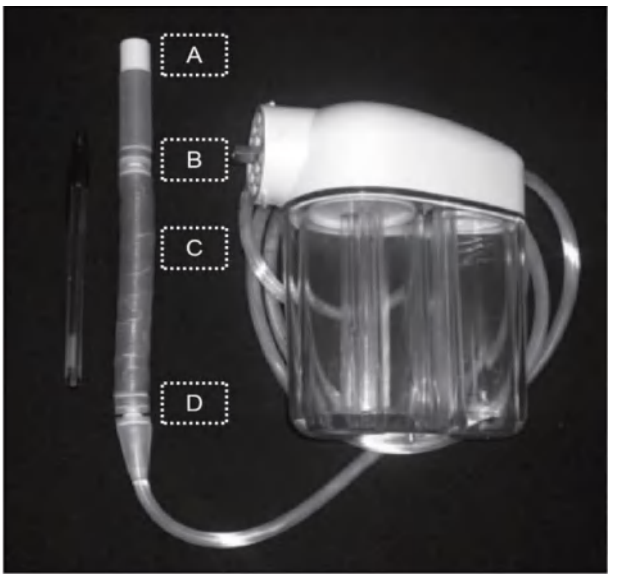


图 5　Endotics 的一次性插入组件(引自 Cosentino 等[21],2009)　A:摄像头;B:前端夹持机构;C:柔性镜体;D:后端夹持机构

在一项 40 例患者入组的临床研究中,Endotics 系统在减轻患者疼痛方面表现出明显的优势:传统肠镜检查组患者主观疼痛的评分平均值为 6.9 分,而 Endotics 组为 0.9 分;但在检查质量方面,测试中 Endotics 的盲肠插管率仅为 27%,远低于传统肠镜 82%的插管率。在另一项纳入 71 例受试者的临床研究中,Endotics 在操作时间和病灶检出方面的表现不及普通肠镜[21-22]。因此,可以认为 Endotics 系统在降低内镜操作引起的患者不适方面做了很好的技术尝试,但在检查效率和检查质量方面仍有较大改进空间。

三、消化内镜手术机器人系统

随着内镜下手术的应用范围越来越广,经自然腔道内镜手术(natural orifice transluminal endoscopic surgery, NOTES)受到关注。传统内镜器械通道容纳空间有限、内镜器械离轴运动能力不足等技术瓶颈限制了内镜手术的发展。因此,改变传统内镜功能的新型内镜手术机器人应运而生。这些系统大多利用牵引缆驱动前端器械,但这样的驱动系统具有一定的滞后性。尽管设计者通过改进机电控制等多种方法尝试解决这一问题,但目前报道的相关产品距离临床应用可能仍有一定距离。

1.MASTER。MASTER 的设计初衷是为 NOTES 提供器械集成平台和辅助操作功能[23]。该系统由主控制台、远程工作站和具有双器械通道的治疗性内镜组成。内镜先端伸出的小器械臂具有多自由度运动能力,可以根据手术需求更换不同的器械(图 6)。该系统从端执行器灵活的机械结构和高效率的力传导系统使内镜器械能够进行准确定位。

动物研究表明,它可以有效完成 ESD 以及胃全层楔形切除和肝切除等较复杂的 NOTES 操作[23-24]。研究者使用

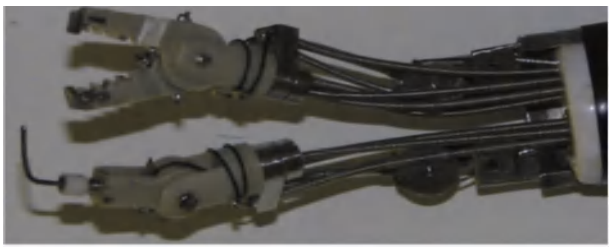


图 6　MASTER 系统(引自 Ho 等[25],2010)的从端执行机构,配置有 2 个可离轴运动的器械臂

MASTER 在实验猪体内完成了胃的 ESD,手术中位时间为 16 min[25]。尽管 MASTER 展示了其执行 ESD 等高阶内镜手术的良好能力,但是该系统缺乏快速更换手术器械的能力,并且在通过食管时需要额外插入一套保护外管,进而加大了医师的操作难度。此外,MASTER 系统的体积比较庞大。目前,MASTER 最新机型具备触觉反馈功能,其新一轮的研发计划主要集中在集成控制和性能优化方面[26]。

2.Viacath。这是一款具备远程控制功能的主从式内镜机器人,医师通过主端的控制台和操作杆控制从端执行系统。Viacath 从端系统通过套管的方式安装在传统肠镜上,在先端的两个器械通道伸出的器械臂可以快速安装不同的手术器械,包括活检钳、电凝和持针器等。研究者在系统的主从接口处设计了触觉反馈功能。

由于该系统的设计初衷是为了完成 NOTES,因此其先端部的设计特别强调器械臂运动的灵活性。Viacath 器械臂小关节的柔性设计使其可以在牵引缆位移程度不变的情况下完成任意曲面的构型配置,这一功能使得医师内镜下的手术操作变得更为便利。动物实验已经证实 Viacath 能完成内镜黏膜切除术,但也有研究者注意到这些手术器械产生的侧向力只能达到 0.5 N,能否满足实际手术需求仍然值得探讨[27-28]。

3.Endomina。这是一款安装在常规内镜上的功能增强系统。执行机构以套筒的形式固定在传统胃镜或结肠镜上,进而为内镜提供更灵活的手术操作和三角测量功能。它有两个器械操作通道,可以容纳主动治疗臂和配套的内镜器械通过,该型治疗臂可以独立于内镜主轴在 3 个自由度范围内运动。操作者可以通过主端的操作杆对内镜系统和器械进行控制。

该系统的操作性能已经在动物器官中进行了测试,包括内镜下的胃减容术(图 7),术中和术后未出现明显的不良事件[29]。Wallstabe 等[30]使用该系统为 2 例肥胖患者进行了内镜下胃袖状成形术,患者术后恢复良好,无明显不良反应。

四、结语

工程学和临床医学研究者紧密合作进行的多种内镜机器人探索已经取得一些成果。可以看到,术中实时导航、精细控制、高灵敏力反馈装置等先进技术和产品的应用使得启用机器人来完成消化内镜操作的技术条件臻于成熟。目前

图 7　Endomina 进行胃内手术时的镜下视野(引自 Wallstabe 等[30],2018),可见两侧的附属机械臂和内镜主轴伸出的内镜手术器械

多种型号的消化内镜机器人系统已进行初步的临床试验,但尚缺乏较大规模的前瞻性、与传统内镜进行头对头比较的临床试验和安全评估,不同机器人系统之间也罕见对比性研究,这给临床医师和管理决策者选择造成了一定困难。

机电控制、新型材料、人工智能图像识别等技术的进步将加快赋能医疗机器人的发展。在充分考虑临床需求、兼顾成本效益的前提下[31],或许在不久的将来一系列人机交互流畅,性能良好的内镜机器人系统将会诞生,使更多消化疾病患者从中获益。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Kwoh YS, Hou J, Jonckheere EA, et al. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 1988,35(2):153-160. DOI: 10.1109/10.1354.

[2] 嵇武, 黎介寿. 手术机器人的应用与研究新进展[J].手术, 2016,1(3):29-32.

[3] 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. DOI: 10.3322/caac.21492.

[4] 孙可欣, 郑荣寿, 张思维, 等. 2015 年中国分地区恶性肿瘤发病和死亡分析[J].中国肿瘤,2019,28(1):1-11. DOI: 10.11735/j.issn.1004-0242.2019.01.A001.

[5] 陈思文, 吴本俨, 徐世平, 等. 消化内镜医师培训的现状及计算机模拟训练系统的应用[J].医学与哲学,2013,34(12):80-82,85.

[6] van der Stap N, Rozeboom ED, Pullens HJ, et al. Feasibility of automated target centralization in colonoscopy[J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2016, 11(3): 457-465. DOI: 10.1007/s11548-015-1301-3.

[7] Pullens HJ, van der Stap N, Rozeboom ED, et al. Colonoscopy with robotic steering and automated lumen centralization: a feasi-

bility study in a colon model[J]. Endoscopy, 2016,48(3):286-290. DOI: 10.1055/s-0034-1392550.

[8] 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.

[9] Li Y, Liu H, Hao S, et al. Design and control of a novel gastroscope intervention mechanism with circumferentially pneumatic-driven clamping function[J]. Int J Med Robot, 2017, 13(1). DOI: 10.1002/rcs.1745.

[10] 张修礼, 刘浩, 彭丽华, 等. 主从式软式内镜操作机器人系统行胃镜检查的动物实验[J].中华消化杂志, 2018, 38(6): 361-364. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1432.2018.06.001.

[11] 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.

[12] Kume K, Kuroki T, Sugihara T, et al. Development of a novel endoscopic manipulation system: the endoscopic operation robot[J]. World J Gastrointest Endosc, 2011, 3(7): 145-150. DOI: 10.4253/wjge.v3.i7.145.

[13] Kume K, Sakai N, Goto T. Development of a novel endoscopic manipulation system: the endoscopic operation robot ver.3[J]. Endoscopy, 2015, 47(9): 815-819. DOI: 10.1055/s-0034-1391973.

[14] Kume K, Sakai N, Goto T. Haptic feedback is useful in remote manipulation of flexible endoscopes[J]. Endosc Int Open, 2018, 6(9): E1134-1139. DOI: 10.1055/a-0655-7497.

[15] Kume K, Sakai N, Ueda T. Development of a novel gastrointestinal endoscopic robot enabling complete remote control of all operations: endoscopic therapeutic robot system (ETRS)[J]. Gastroenterol Res Pract, 2019, 2019: 6909547. DOI: 10.1155/2019/6909547.

[16] Eickhoff A, van Dam J, Jakobs R, et al. Computer-assisted colonoscopy (the NeoGuide Endoscopy System): results of the first human clinical trial ("PACE study")[J]. Am J Gastroenterol, 2007, 102(2): 261-266. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2006.01002.x.

[17] Gluck N, Fishman S, Melhem A, et al. A novel colonoscope with panoramic visualization detected more simulated polyps than conventional colonoscopy in a live swine model[J]. Endosc Int Open, 2015, 3(6): E642-645. DOI: 10.1055/s-0034-1393080.

[18] Pfeffer J, Grinshpon R, Rex D, et al. The Aer-O-Scope: proof of the concept of a pneumatic, skill-independent, self-propelling, self-navigating colonoscope in a pig model[J]. Endoscopy, 2006, 38(2): 144-148. DOI: 10.1055/s-2006-925089.

[19] Arber N, Grinshpon R, Pfeffer J, et al. Proof-of-concept study of the Aer-O-Scope omnidirectional colonoscopic viewing system in ex vivo and in vivo porcine models[J]. Endoscopy, 2007, 39(5): 412-417. DOI: 10.1055/s-2007-966452.

[20] Gluck N, Melhem A, Halpern Z, et al. A novel self-propelled disposable colonoscope is effective for colonoscopy in humans (with video)[J]. Gastrointest Endosc, 2016, 83(5): 998-1004.e1. DOI: 10.1016/j.gie.2015.08.083.

[21] Cosentino F, Tumino E, Passoni GR, et al. Functional evaluation of the endotics system, a new disposable self-propelled robotic colonoscope: in vitro tests and clinical trial[J]. Int J Artif Organs, 2009, 32(8): 517-527. DOI: 10.1177/039139880903200806.

[22] Tumino E, Sacco R, Bertini M, et al. Endotics system vs colonoscopy for the detection of polyps[J]. World J Gastroenterol, 2010, 16(43): 5452-5456. DOI: 10.3748/wjg.v16.i43.5452.

[23] Phee SJ, Ho KY, Lomanto D, et al. Natural orifice transgastric endoscopic wedge hepatic resection in an experimental model using an intuitively controlled master and slave transluminal endoscopic robot (MASTER)[J]. Surg Endosc, 2010, 24(9): 2293-2298. DOI: 10.1007/s00464-010-0955-8.

[24] Wang Z, Phee SJ, Lomanto D, et al. Endoscopic submucosal dissection of gastric lesions by using a master and slave transluminal endoscopic robot: an animal survival study[J]. Endoscopy, 2012, 44(7): 690-694. DOI: 10.1055/s-0032-1309404.

[25] 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.

[26] Wang Z, Sun Z, Phee SJ. Haptic feedback and control of a flexible surgical endoscopic robot[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2013, 112(2): 260-271. DOI: 10.1016/j.cmpb.2013.01.018.

[27] Rothstein RI, Ailinger RA, Peine W. Computer-assisted endoscopic robot system for advanced therapeutic procedures[J]. Gastrointest Endosc, 2004, 59(5): 113. DOI: 10.1016/S0016-5107(04)00553-X.

[28] 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.

[29] Cauche HM, Chau A, Huberty V, et al. Sa1435 endomina: the endoluminal universal robotized triangulation system: description and preliminary results in isolated pig stomach[J]. Gastrointest Endosc, 2013, 77(5): AB204-AB205. DOI: 10.1016/j.gie.2013.03.486

[30] Wallstabe I, Oberaender N, Weimann A, et al. Endoscopic sleeve gastroplasty using the novel Endomina device for morbidly obese patients[J]. Endoscopy, 2018, 50(11): E327-328. DOI: 10.1055/a-0667-7696.

[31] Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 years of robotic surgery[J]. World J Surg, 2016, 40(10): 2550-2557. DOI: 10.1007/s00268-016-3543-9.

(收稿日期:2020-12-07)

(本文编辑:周昊)

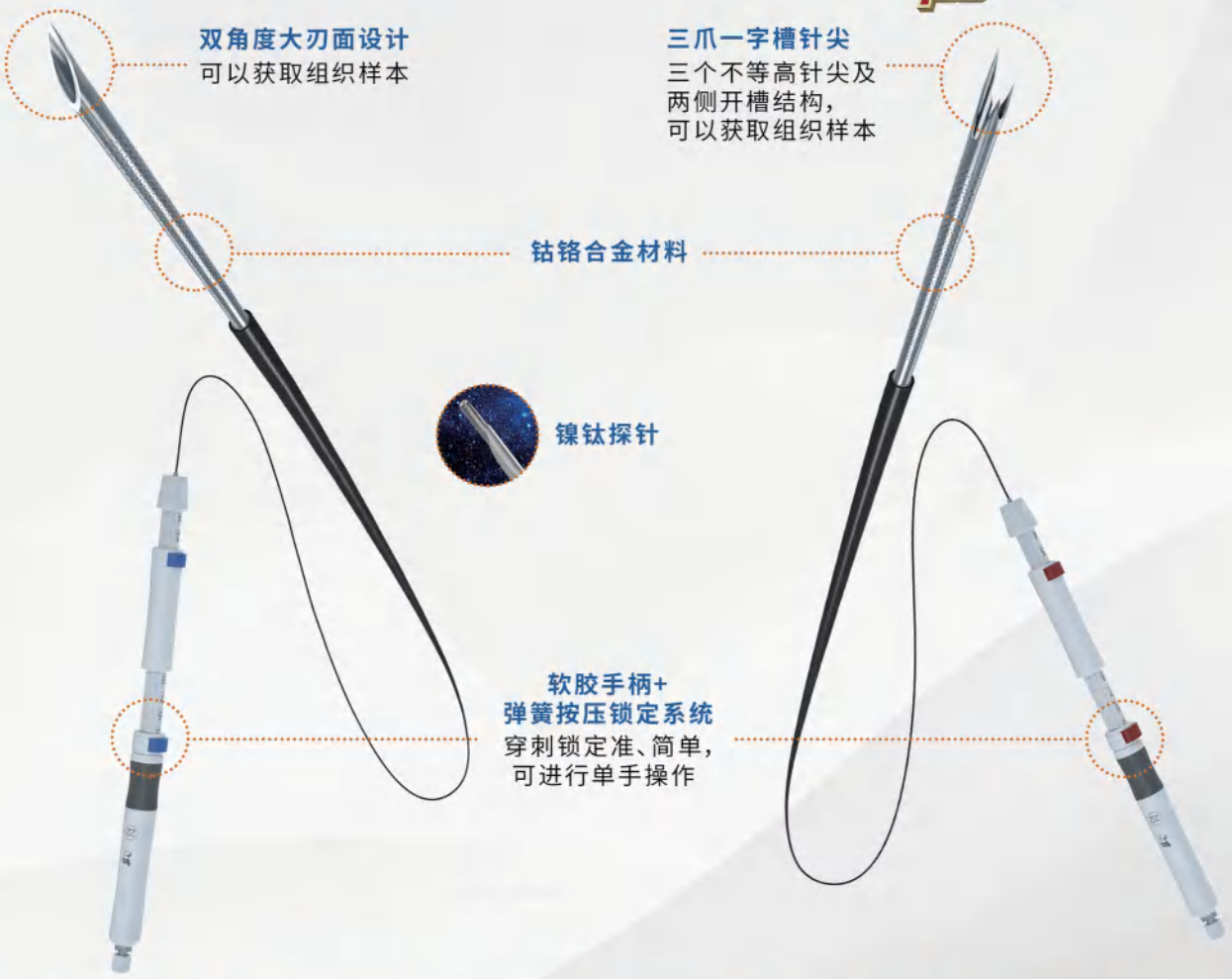
南微医学

广告

一次性内窥镜超声吸引活检针

一次性使用超声穿刺活检针

新品上市



产品规格

产品名称	规格型号	针管直径 (G)	外管直径 (mm)	最大伸出长度 (mm)	最小工作长度 (mm)	最大工作长度 (mm)
一次性内窥镜超声吸引活检针 (FNA)	EUS-25-0-N	25	1.8	80	1375	1415
	EUS-22-0-N	22				
	EUS-19-0-N	19				
一次性使用超声穿刺活检针 (FNB)	EUS-25-1-N	25	1.8	80	1375	1415
	EUS-22-1-N	22				
	EUS-19-1-N	19				

广告

苏械广审（文）第240305-05942号

苏械注准20183220259 苏械注准20202021076 南微医学科技股份有限公司生产

禁忌内容或注意事项详见说明书 仅供专业医疗人士使用 Version:2020-04

400 025 3000 全国服务电话

www.micro-tech.com.cn

南微医学科技股份有限公司
南京高新开发区高科三路10号
025 5874 4269
info@micro-tech.com.cn

OLYMPUS

广告

EVIS EUS®

- 呈现精细鲜明的超声图像
- 组织谐波、弹性成像、造影谐波等新功能，提升整体性能
- 设计紧凑，兼容多种超声内镜和超声小探头

超声内窥镜图像处理装置

EU-ME2 PREMIER PLUS
EU-ME2

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

超声内窥镜图像处理装置　国械注进20143065991
禁忌内容或注意事项详见使用说明书
沪械广审(文)第240427-03762号
AD0041SV V04-2008

ISSN 1007–5232　CN 32–1463/R　邮发代号：28–105　国内定价：25.00 元