

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2023.03.012

肛瘻治疗的微创医疗器械与技术研究进展

李来福¹, 李逸明², 杜鹏², 刘颖¹, 宋成利¹

(1. 上海理工大学健康科学与工程学院, 上海 200093;

2. 上海交通大学医学院附属新华医院, 上海 200092)

【摘要】高位复杂性肛瘻的治疗在临床和技术上都面临重要的挑战。传统开放式手术对肛门损伤严重, 容易导致肛门狭窄、缺损畸形、大便失禁等后遗症, 给患者的身体、心理及家庭带来很大的负担。该文介绍了肛瘻微创治疗的方法及相关医疗器械, 从技术角度对现有的微创肛瘻治疗方法进行了分类, 主要介绍了内镜肛瘻治疗技术、可吸收生物支架技术及激光消融技术在肛瘻微创治疗过程中的应用与发展, 可以为肛瘻的微创治疗及相关医疗器械的研究提供参考。

【关键词】肛瘻; 微创手术; 医疗器械; 可吸收生物支架; 激光消融

【中图分类号】R318.0

【文献标志码】A

文章编号: 1674-1242(2023)03-0301-07

Research Progress of Minimally Invasive Medical Devices and Technology in the Treatment of Anal Fistula

LI Laifu¹, LI Yiming², DU Peng², LIU Ying¹, SONG Chengli¹

(1. School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2. Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200092, China)

【Abstract】The treatment of high complex anal fistula faces important clinical and technical challenges. Traditional open surgery has serious damage to the anus, which is easy to lead to anal stenosis, defect deformity, fecal incontinence and other sequelae, which brings a great burden to the patient's body, psychology and family. This paper introduces the methods of minimally invasive treatment of anal fistula and related medical devices, classifies the existing minimally invasive treatment methods of anal fistula from a technical point of view, and mainly introduces the application and development of endoscopic anal fistula treatment technology, absorbable biological stent technology and laser ablation technology in the process of minimally invasive treatment of anal fistula, which can provide reference for the minimally invasive treatment of anal fistula and the research of related medical devices.

【Key words】Anal Fistula; Minimally Invasive Surgery; Medical Devices; Absorbable Biological Scaffold; Laser Ablation

0 引言

肛瘻是指直肠或肛管与肛门周围皮肤形成的异常通道, 主要由内口、瘻管和外科口组成^[1]。大多数肛瘻由肛管直肠附近的间隙感染引起, 在我国的发病率占肛肠疾病的 1.7%~3.6%, 男性多于女性^[2]。其临床症状初期表现为肛旁脓肿、瘙痒、排泄疼痛, 后期表现

为流脓、溃烂、反复发作, 严重影响患者的生活质量^[3,4]。中医学对肛瘻的认识可追溯到春秋战国时期^[5]。中医治疗肛瘻的方法分为内治法和外治法, 内治法有“消、托、补”三法, 外治法则有切开法、挂线法、外敷法等特色疗法。临床上对肛瘻的处理主要以手术治疗为主, 传统开放式手术对肛门功能损伤严重, 尤其是对

收稿日期: 2022-11-22

基金项目: 科技部国家重点研发计划-数字诊疗设备(2019YFC0120402)。

作者简介: 李来福, 硕士研究生, 研究方向: 微创医疗器械开发与研究, E-mail: lilai fu0826@163.com。

通信作者: 宋成利, 教授, 研究方向: 微创医疗器械, E-mail: csong@usst.edu.cn。

于复杂性肛瘘，若术中处理不当，易引发肛门狭窄、肛门缺损畸形、大便失禁等后遗症^[6]，给患者的身体、心理及家庭带来很大的负担。

近年来，国内外学者不断探索肛瘘治疗的微创医疗器械与技术，以降低手术过程中对肛门功能的损伤，减轻患者的痛苦。微创肛瘘治疗器械的研究涉及医学、人因工程学、生物力学等众多学科领域，其代表性技术有内镜肛瘘治疗技术、可吸收生物支架技术、激光消融技术、等离子消融技术及超声消融技术等。本文对肛瘘治疗的关键手术步骤及微创医疗器械与技术进行系统的描述，并主要从技术角度对现有微创医疗器械进行分类，重点分析内镜肛瘘治疗技术、可吸收生物支架技术及激光消融技术的研究进展，为肛瘘的微创治疗及相关医疗器械的研究提供参考。

1 肛瘘手术的关键步骤与方法

1.1 内口的定位与闭合

在手术治疗过程中，只有准确找到内口，方可对肛瘘进行处理。根据 Goodsall 定律^[7]可知，肛瘘内口的分布存在一定的规律，但不同患者的肛瘘内口位置各不相同。因此，内口的精准定位除使用指诊、探针检查、染色剂注入等^[8,9]临床方法外，还需要借助磁共振成像、三维超声及多层螺旋 CT 等技术手段。

内口是肛瘘的原发性入口，内口的有效闭合可阻断感染源进入瘘管，进而实现肛瘘的治愈，其微创术式有经括约肌间瘘管结扎术（Ligation of Intersphincteric Fistula Tract, LIFT）、黏膜皮瓣推移术及吻合器直肠黏膜切除术等。Rojanasakul 等^[10]首次报道了 LIFT 术式，该术式无须切断括约肌，可有效保护肛门功能。

黏膜皮瓣推移术通过游离直肠黏膜肌瓣或肛管皮瓣闭合内口，术后需保证黏膜肌瓣或肛管皮瓣供血充足^[11]。吻合器直肠黏膜切除术使用吻合器切除内口周围的黏膜组织，利用吻合钉闭合内口^[12]。

1.2 瘘管的清理与填充

瘘管内感染组织的彻底清理是肛瘘治愈的前提，其微创术式有挂线术、视频辅助治疗术（Video Assist Anal Fistula Treatment, VAAFT）和激光消融术等。挂线术主要分为实挂线和虚挂线，实挂线利用橡皮筋实现括约肌的慢性切割，虚挂线的目的在于引流^[13]。VAAFT 结合了内镜手术与微创治疗的理念，在可视化程度下实现精准治疗^[14]。激光消融术利用沿瘘管传播的径向激光束完成瘘管内感染组织的清理^[15]。

瘘管内感染组织清理后形成空腔，生物活性材料的填充可促进瘘管的愈合，其微创方法有干细胞移植术、纤维蛋白胶填充术和富血小板血浆填充术等。干细胞移植术^[16]利用间充质干细胞填充瘘管，间充质干细胞是一种多能干细胞，其自我更新和多项分化能力可促进瘘管内纤维细胞的增殖。纤维蛋白胶的活性成分通过刺激纤维细胞的移动和增殖来促进瘘管组织的生长^[17]。血小板是多种生长因子的重要来源，在瘘管愈合过程中发挥重要作用^[18]。

2 肛瘘治疗的微创医疗器械与技术

复杂性肛瘘的治疗难题持续推动着肛瘘治疗器械与技术的创新和发展，目前主要有 6 项技术^[19-21]（见表 1）。本节主要对其中的内镜肛瘘治疗技术、可吸收生物支架技术和激光消融技术的研究进展进行描述，并列举分析其具有代表性的微创医疗器械。

表 1 复杂性肛瘘微创治疗技术

Tab.1 Minimally invasive treatments of complex anal fistula

技术类别	代表性器械	优点	缺点
内镜肛瘘治疗技术	肛瘘微创平台、肛瘘镜	可视化、创面小	柔韧性差
可吸收生物支架技术	肛瘘栓	生物相容性好	复发率高
激光消融技术	德国 FiLac TM	清理彻底	技术成本高
闭合夹技术	OTSC Proctology	内口闭合率高	有异物感
等离子消融技术	等离子手术刀	出血量少、疼痛轻	消融范围小
超声消融技术	超声波肛瘘治疗系统	创伤小、恢复快	缺乏临床研究

2.1 内镜肛瘘治疗技术

随着内窥镜技术的发展，可视化医疗器械的诞生改变了肛瘘的传统治疗方案，为肛瘘的治疗带来了划

时代的变革和新视野。VAAFT 术式中利用肛瘘镜进行瘘管探查，在可视化程度下处理病灶。肛瘘镜^[22]具有 8° 的视向角，在内部设有光学通道和器械通道，其直

径为 3.3~4.7mm, 操作长度可达 18cm, 可观察的视角范围为 70°~90°, 医生可通过操作 4mm 的内镜配合 2.5mm 的操作器械完成肛瘘的诊断与治疗。使用肛瘘镜进行内口定位的准确率可达 71.95%~100.00%^[23]。对复杂性肛瘘的分支管道和深部无效腔而言, 肛瘘镜的优势在于减少了探查的盲目性, 可最大限度地探寻到残留的感染腔隙和瘘管分支。江苏钱璟医疗器械有限公司研发了一款回看式电旋切镜^[24], 其酒勺状的硬

质镜头外壳利于内镜探查瘘管内的病变组织。司中华等^[25]利用肛瘘微创平台完成了复杂性肛瘘的临床诊治, 该平台主要包括高清显示屏、动力主机、QLC-120s4 可视旋转刨削刀、管壁清洗刷等辅助手术器械。可视旋转刨削刀带有 LED 光源, 可以放大影像, 在操作过程中无须更换器械, 可同步进行刨削、冲洗、吸引等操作。肛瘘镜如图 1 (a) 所示, 可视旋转刨削刀如图 1 (b) 所示。



(a) 肛瘘镜

(b) 可视旋转刨削刀

图 1 肛瘘镜和可视旋转刨削刀

Fig.1 The anal fistuloscope and visual rotary planer

内镜治疗的操作空间和视野足够大, 但硬质内窥镜设备主要存在以下不足: 当瘘管口径过小时, 镜头难以探入; 当瘘管内径大小不同时, 狭窄处进镜困难; 当病理性管道弯曲角度过大时, 内镜设备无法弯曲到达或处理病灶。目前, 肛瘘的内镜治疗设备更适用于临床上成熟复杂的瘘管。

2.2 可吸收生物支架技术

可吸收生物支架技术在肛瘘治疗领域有着特别的吸引力。2006 年, 美国 Cook Biotech 公司研发了一款肛瘘栓^[26], 其选取猪小肠黏膜组织作为可吸收生物支架, 植入瘘管后通过生物材料的刺激促进瘘管组织的修复与重建。Heydari 等^[27]研发了一种由聚乙醇酸和碳酸三亚甲酯合成的可吸收生物肛瘘栓, 该肛瘘栓在植入瘘管后可完全降解, 无材料残留。宋维亮等^[28]设计了一种利用异体脱细胞真皮基质 (Acellular Extracellular Matrix, AEM) 制成的肛瘘栓, 并在初步临床治疗研究中获得了 80% 的成功率。陕西瑞盛生物科技有限公司研发了一种治疗瘘的植入物装置^[29], 该装置包括防护盖和多个牵引件, 球形防护盖可以有效阻止肠道内的排泄物进入瘘管; 牵引件由柔性丝状物和细胞膜片组构成, 细胞膜片组上的细胞长入方向与

细胞贴附壁面水平, 有利于瘘管的愈合。

2019 年, 爱尔兰 Signum Surgical 公司研发了一款肛瘘封堵器 BioHealx^[30], 该封堵器由用生物可降解材料制成的等径线圈状植入物和输送器械组成。载有植入物的输送器械定位至内口后, 医生顺时针旋转输送器械的手柄, 利用器械的进给机构将植入物输送至一定的深度, 随后逆时针旋转手柄将器械移出组织, 植入物留置体内, 6 个月后植入物完全降解, 瘘管愈合。该封堵器如图 2 (a) 所示, 封堵过程示意如图 2 (b) 所示。

由生物材料制成的肛瘘栓可显著改善患者的生活质量, 但内口闭合效果不太稳定^[31], 成功率高的可达 87%, 而低的仅为 30%。有研究表明^[32], 肛瘘栓在瘘管早期愈合过程中被挤出是内口闭合失败的主要原因。为此, 相关学者设计了新的肛瘘栓结构, 但有关其长期有效性的临床数据较少, 其临床效果还有待进一步验证。BioHealx 为肛瘘内口的闭合提供了新思路, 该封堵器利用肛瘘栓材料良好的生物相容性, 并且利用植入物的螺旋结构与组织间的相互作用将其牢牢固定, 有效防止植入物在瘘管愈合过程中被挤出。

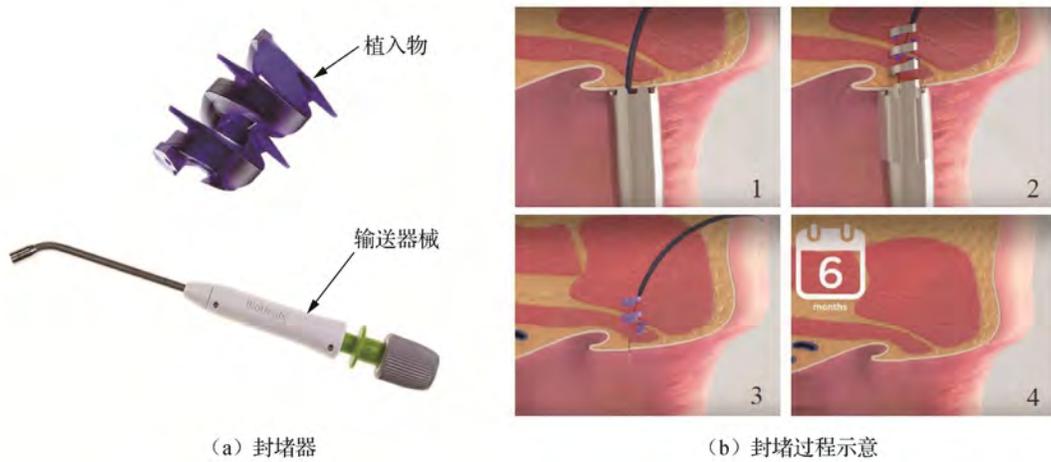


图 2 BioHealx 封堵器与封堵过程
 Fig.2 BioHealx occlude and schematic diagram of plugging process

2.3 激光消融技术

尽管最早在 20 世纪 80 年代就有了关于激光治疗肛瘻的报道^[33]，但直到最近人们研发出诸如 FiLacTM 等径向发射激光探头，将激光应用于肛瘻治疗，该领域才取得了突破性进展。激光消融的原理为激光发射装置发射出的光子使热能集中于光纤尖端，使组织的局部温度升高，随后热能在光纤周围组织扩散，消融组织达到一定温度后会导致组织细胞凝固性坏死。肛瘻的治疗是利用径向发射激光探头将一定波长的激光能量作用于瘻管上皮组织，导致其收缩并渐进式封闭，进而实现瘻管内感染组织的清理与内口的闭合。2011 年，Wilhelm 等^[34]首次应用该项技术进行了临床治疗，他们分别将波长为 1 470nm、功率为 13W 和波长为 980nm、功率为 10W 的激光均匀作用于瘻管组织。Giamundo 等^[35]通过进一步的临床研究，证实了波长为

1 470nm 的激光比波长为 980nm 的激光治疗效果显著，此外波长为 1 470nm 的激光设备具有低能量、疼痛轻的优越性能。

尽管激光设备在治疗复杂性肛瘻方面有着较为理想的临床效果，但其对正常组织的灼烧和热辐射问题不容忽视^[36]。光动力疗法 (Photo Dynamic Therapy, PDT) 使用波长为 630nm 的激光连续照射被注入瘻管的光敏剂，通过诱导生物材料氧化完成组织的消融。Arroyo 等^[37]的研究旨在通过增加光敏剂的使用来降低因激光消融引起的灼烧和热辐射损伤。光敏剂可以选择性地破坏瘻管组织中的炎症细胞，进而避免损伤周围的健康组织。此外，PDT 已被证明可以在保护细胞活性的同时，刺激免疫系统产生抗菌或免疫再生效果。将激光纤维引入瘻管的术中视图如图 3 (a) 所示，将光敏剂注入瘻管的示意如图 3 (b) 所示。

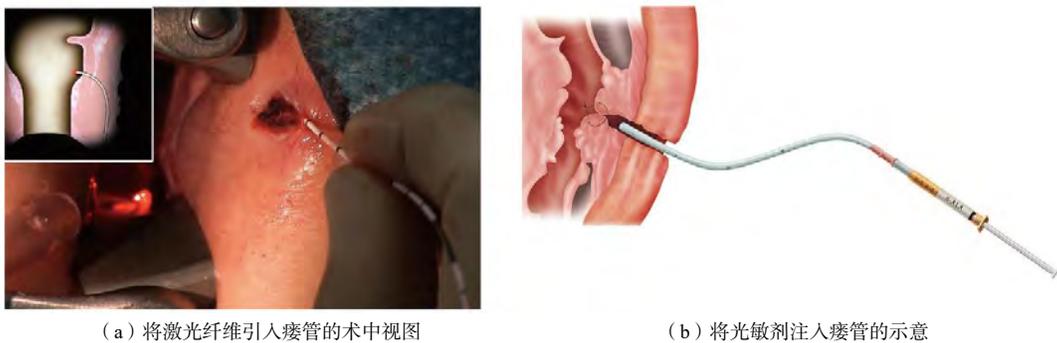


图 3 光动力疗法
 Fig.3 Photo dynamic therapy

激光消融技术为肛瘘的治疗提供了一种新的括约肌保留方法,即使初次手术失败,也不影响后续治疗方法的选择。其意义在于:在保证一定治愈率的基础上,可减少对肛门功能的损伤,并且在复发后可减轻对再次手术操作的影响。但手术的成功率与瘘管的成熟度、长度、内径大小及激光参数设置(波长为 1470nm;功率范围 12~15W)有关。激光消融技术可以作为治疗肛瘘的一种选择,但对它的期望应该是适度的。这项技术最大的优点是几乎没有括约肌损伤的风险,因此它至少可以用于已经有括约肌损伤或出现大便失禁的患者。

3 总结与展望

目前,肛瘘尤其是高位复杂性肛瘘的治疗仍然是临床上比较棘手的问题之一。传统切开括约肌的手术方式对肛门括约肌的创伤较大,术后恢复时间长,若括约肌功能受损严重,将导致患者大便失禁,从而使患者的生活质量大幅下降。因此,肛瘘的临床治疗应倡导微创手术理念,尽量减少对肛门括约肌功能的损伤,有效保护肛门功能。LIFT、VAAFT 和生物材料封堵等微创术式的发展为肛瘘的临床治疗开辟了新思路。与切割挂线术、肛瘘切除术等传统肛瘘手术相比,微创肛瘘治疗方法具有创伤小、恢复周期短、术后护理简单等明显优势,由于肛门功能保留完整,患者术后的生活质量能够得到有效保证。

内镜下肛瘘的治疗依托内窥镜技术的发展与进步,医学内窥镜现已成为人体疾病诊断与治疗不可或缺的工具。现已有研究人员将硬性内窥镜应用于肛瘘的治疗,实现了瘘管清理的可视化与可控化。未来,随着内窥镜的微型化与柔韧性的提高,深部无效腔和较为弯曲细小的瘘管分支的彻底清理将得以实现。可吸收生物支架技术为肛瘘疾病的治疗开辟了全新的领域,可吸收生物材料具有一定的抗感染能力,无排异性,并且能够和宿主结构很好地融合,使创口在短时间内愈合,可进一步提高肛瘘治疗的成功率。激光消融技术应用用于肛瘘的治疗,使瘘管内感染组织的清理变得简单而安全。由于激光消融的激光纤维束薄而灵活,因此瘘管内的感染物能够得到有效清理,进而降低术后复发的风险。

随着各项技术的进步,肛瘘的临床治疗逐渐微创化与精准化。目前,微创肛瘘治疗器械的研究虽然处

于初级阶段,临床疗效评价不一,但给未来肛瘘的治疗指明了方向。总之,随着研究的不断深入,肛瘘治疗器械的研发越来越向着减轻患者痛苦、缓解医生手术压力的方向发展。肛瘘的微创化治疗必定是未来的发展趋势,对微创肛瘘治疗器械与技术的研究有着巨大的发展潜力。

参考文献

- [1] GILMORE B, JACKSON L, MIGALY J. New innovations in anal fistula surgery[J]. *Seminars in Colon Rectal Surgery*, 2019, 30(4):100.
- [2] 吕长遥, 伍静, 何洪波. 肛瘘微创手术治疗进展[J]. *现代中西医结合杂志*, 2018, 27(1): 6.
LYU Changyao, WU Jing, HE Hongbo. Progress in minimally invasive surgical treatment of anal fistula[J]. *Modern Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, 2018, 27(1): 6.
- [3] AMATO A, BOTTINI C, NARDI P D, *et al.* Evaluation and management of perianal abscess and anal fistula: SICCR position statement[J]. *Techniques in Coloproctology*, 2020, 24(2):127-143.
- [4] TETSUO Y. Japanese practice guidelines for anal disorders II. Anal fistula [J]. *Journal of the Anus, Rectum and Colon*, 2018, 2(3): 103-109.
- [5] 沈晓, 王琛, 曹永清. 复杂性肛瘘的微创治疗研究进展[J]. *中华中医药杂志*, 2012, 27(8): 2146-2148.
SHEN Xiao, WANG Chen, CAO Yongqing. Review on research of minimally invasive treatments on complex anorectal fistulae[J]. *China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy*, 2012, 27(8): 2146-2148.
- [6] MEI Z, WANG Q, ZHANG Y, *et al.* Risk factors for recurrence after anal fistula surgery: a meta-analysis [J]. *International Journal of Surgery*, 2019, 69(1): 53-64.
- [7] 李曰庆, 何清湖. 中医外科学[M]. 中国中医药出版社, 2012.
LI Yueqing, HE Qinghu. *Surgery of traditional Chinese medicine* [M]. *China Press of Traditional Chinese Medicine*, 2012.
- [8] EMILE S H, ELNAGHI H, EI-SAID M. Video demonstration of the modified Parks' technique for treatment of trans-sphincteric anal fistula[J]. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2021, 25(4): 1089-1090.
- [9] 郭文涛, 郭航勇. 术前 MRI 联合过氧化氢造影增强应用于复杂性肛瘘手术的临床研究[J]. *医学信息*, 2021, 34(2): 125-126.
GUO Wentao, GUO Hangyong. The clinical study of preoperative MRI combined with contrast-enhanced hydrogen peroxide for complex anal fistula surgery[J]. *Medical Information*, 2021, 34(2):

- 125-126.
- [10] ROJANASAKUL A. LIFT procedure: a simplified technique for fistula-in-ano [J]. **Techniques in Coloproctology**, 2009, 13(3): 237-240.
- [11] SAMALAVICIUS N E, SMOLSKAS E, DULSKAS A. Rectal full-thickness advancement flap for the treatment of high trans-sphincteric fistula-in-ano-a video vignette [J]. **Colorectal Disease**, 2020, 22(5):590-591.
- [12] GARCIA-VILARIO E, THIONE A, SALMERON-GONZALEZ E, *et al.* Simultaneous opponensplasty and free gracilis muscle flap for thenar reconstruction after arteriovenous malformation resection [J]. **Indian Journal of Plastic Surgery**, 2020, 53(1):147-149.
- [13] OISA A, MSA B, SAMY H, *et al.* Comparative study between intersphincteric ligation of perianal fistula versus conventional fistulotomy with or without seton in the treatment of perianal fistula: a prospective randomized controlled trial – ScienceDirect [J]. **Annals of Medicine and Surgery**, 2021, 61(6):180-184.
- [14] ZHANG Y, LI F, ZHAO T, *et al.* Video-assisted anal fistula treatment combined with anal fistula plug for treatment of horseshoe anal fistula[J]. **The Journal of International Medical Research**, 2021, 49(1):1-11.
- [15] LAURETTA A, FALCO N, STOCCO E, *et al.* Anal fistula laser closure: the length of fistula is the Achilles' heel [J]. **Techniques in Coloproctology**, 2018, 22(12):933-939.
- [16] DOZOIS E, LIGHTNER A, MATH K, *et al.* Early results of a phase I trial using an adipose-derived mesenchymal stem cell-coated fistula plug for the treatment of trans-sphincteric cryptoglandular fistulas [J]. **Diseases of the Colon & Rectum**, 2019, 62(5):615-622.
- [17] BRUNNER M, SCHNEIDER I, GUNTHER K, *et al.* Permacol collagen paste for cryptoglandular and Crohn's anal fistula [J]. **Techniques in Coloproctology**, 2019, 23(8): 20.
- [18] PORTILLA F, REYES-DIAZ M L, MAESTRE M V, *et al.* Feasibility and security study of the PICS-AF plug for the treatment of cryptoglandular anal fistula [J]. **Cirugia Espanola**, 2017, 95(4): 208.
- [19] PROSST R L, JOOS A K, EHNI W, *et al.* Prospective pilot study of anorectal fistula closure with the OTSC Proctology [J]. **Colorectal Disease**, 2015, 17(1): 81-86.
- [20] 何朝东, 黄德栓, 李政. 一种肛瘘手术刀: CN2105943156B[P]. 2019. HE Chaodong, HUANG Deshuan, LI Zheng. A surgical knife for anal fistula: CN2105943156B[P]. 2019.
- [21] 李强, 魏红霞, 王倩, 等. 一种利用超声波治疗肛瘘的控制系统: CN106934774B[P]. 2019. LI Qiang, WEI Hongxia, WANG Qian, *et al.* A control system for treating anal fistula using ultrasound: CN106934774B[P]. 2019.
- [22] YUSOF S, ZHAO Y. Novel use of video assisted anal fistula treatment (VAAFT) fistuloscope in the treatment of chronic sinus tracts following low anterior resection [J]. **Asian Journal of Surgery**, 2020, 43(8):90.
- [23] 刘海龙, 肖毅华, 张勇, 等. 一种新型视频辅助肛瘘治疗技术治疗复杂性肛瘘的初步疗效分析[J]. **中华胃肠外科杂志**, 2015, 18(12): 1207-1210. LIU Hailong, XIAO Yihua, ZHANG Yong, *et al.* Preliminary efficacy of video-assisted anal fistula treatment for complex anal fistula[J]. **Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery**, 2015, 18(12): 1207-1210.
- [24] 樊伯成, 樊金成, 仵广金. 回看式电旋切镜: CN208404884U[P]. 2019. FAN Bocheng, FAN Jincheng, NAI Guangjin. Looking back electric rotary cutting mirror: CN208404884U[P]. 2019.
- [25] 司中华, 王业皇, 刘飞. 肛瘘微创平台用于治疗高位复杂性肛瘘的临床研究[J]. **中华结直肠疾病电子杂志**, 2020, 9(3): 5. SI Zhonghua, WANG Yehuang, LIU Fei. Clinical study of minimally invasive anal fistula platform for the treatment of high complex anal fistula[J]. **Chinese Journal of Colorectal Diseases(Electronic Edition)**, 2020, 9(3): 5.
- [26] O'CONNOR L, CHAMPAHNE J, FERGUSON A, *et al.* Efficacy of anal fistula plug in closure of Crohn's anorectal fistulas [J]. **Diseases of the Colon & Rectum**, 2006, 49(10): 1569-1573.
- [27] HEYDARI A, ATTINA G M, MEROLLA E, *et al.* Bioabsorbable synthetic plug in the treatment of anal fistulas [J]. **Diseases of the Colon & Rectum**, 2013, 56(6):774-779.
- [28] 宋维亮, 王振军, 郑毅, 等. 脱细胞异体真皮基质填充治疗肛瘘 50 例疗效观察[J]. **结直肠肛门外科**, 2009, 15(1): 21-23. SONG Weiliang, WANG Zhenjun, ZHENG Yi, *et al.* Clinical observation of allogenic acellular dermal matrix in the treatment of anal fistula[J]. **Journal of Colorectal & Anal Surgery**, 2009, 15(1): 21-23.
- [29] 王亮. 一种治疗瘘的植入物装置: CN204158424U[P]. 2015. WANG Liang. An implant device for treating fistula: CN204158424U[P]. 2015.
- [30] ZILVERSMIT M. Written communication from Signum Surgical, Galway, Ireland. In: 2019.
- [31] PROSSTR L, JOOSA K. Short-term outcomes of a novel endoscopic clipping device for closure of the internal opening in 100 anorectal fistulas [J]. **Techniques in Coloproctology**, 2016, 20(11):1-6.
- [32] AMRANI S, ZIMMERN A, HARA K O, *et al.* The surgisis AFP anal

- fistula plug: a new and reasonable alternative for the treatment of anal fistula [J]. **GastroenterolClinBiol**, 2008, 32(11):946-948.
- [33] SLUTZKI S, ABRAMSOHN R, BOGOKOWSKY H. Carbon dioxide laser in the treatment of high anal fistula [J]. **American Journal of Surgery**, 1981, 141(3):395-396.
- [34] WILHELM A. A new technique for sphincter-preserving anal fistula repair using a novel radial emitting laser probe [J]. **Techniques in Coloproctology**, 2011, 15(4):445-449.
- [35] GIAMUNDO P, GERACI M, TIBALDI L, *et al.* Closure of fistula-in-ano with laser-FiLaC: an effective novel sphincter-saving procedure for complex disease [J]. **Colorectal Disease**, 2014, 16(2): 110-115.
- [36] DAL N A, ABRO A H, MEMON M A, *et al.* A video-assisted anal fistula treatment (VAAFT): a new minimally invasive treatment option for fistula-in-ano[J]. **Journal of Pharmaceutical Research International**, 2021, 20(3): 135-139.
- [37] ARROYO A, MOYA P, RODRIGUEZ-PRIETO M A, *et al.* Photodynamic therapy for the treatment of complex anal fistula[J]. **Techniques in Coloproctology**, 2017, 21(2): 149-153.