·专题论坛·

经肛全直肠系膜切除术的研究进展

罗双灵 康亮
中山大学附属第六医院结直肠肛门外科,广州 510655
通信作者:康亮,Email:kangl@mail.sysu.edu.cn

【摘要】 经肛全直肠系膜切除术(taTME)是近年来结直肠外科领域的热点之一,虽然大部分研究证实taTME安全可行,但仍有部分研究显示,taTME手术并发症发生率和局部复发率高于传统腹腔镜手术。目前研究发现,taTME在主要近期和远期疗效方面与传统腹腔镜全直肠系膜切除术(TME)差异无统计学意义,而且taTME在术后功能恢复方面具有潜在的优势。度过学习曲线后的病例研究结果提示,taTME具有较好的近、远期疗效。此外,随着taTME技术的成熟,经肛腔镜在治疗复杂盆腔疾病逐渐显现出优势,未来单孔机器人的应用将进一步促进经自然腔道行结直肠手术的开展。

【关键词】 直肠肿瘤; 全直肠系膜切除术,经肛; 腹腔镜; 机器人
基金项目:中山大学临床医学研究5010计划项目(2016005)

Research progress and future development prospect of transanal total mesorectal excision

Luo Shuangling, Kang Liang
Department of Colorectal Surgery, The Sixth Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510655, China
Corresponding author: Kang Liang, Email: kangl@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Transanal total mesorectal excision (taTME) is one of the hotspots in colorectal surgery in recent years. Although most studies confirm that taTME is safe and feasible, some studies still showed that the morbidity of complication and local recurrence rate of taTME were higher than traditional laparoscopic surgery. This article reviews and analyzes the short-term and long-term outcomes of taTME and the related progress of postoperative function. The results showed that there were no significant differences in the main short-term and long-term efficacy between taTME and traditional laparoscopic TME, but taTME had potential advantages in postoperative functional recovery. The results of case study after passing the learning curve suggested that taTME had better short-term and long-term efficacy. Moreover, with the maturity of taTME technology, transanal endoscopic surgery has gradually shown its advantages in the treatment of complex pelvic diseases. In the future, the application of single-port robot will further promote the development of natural orifice transluminal endoscopic colorectal surgery.

【Key words】 Rectal neoplasms; Total mesorectal excision, transanal; Laparoscope; Robotic surgical platform
Fund program: Sun Yat-sen University Clinical Research 5010 Program (2016005)

经肛全直肠系膜切除术(transanal total mesorectal excision,taTME)经历了十年的发展,目前已经成为了中低位直肠癌保肛手术的重要术式之一[1]。无论是小样本研究、还是大型登记注册研究,大部分研究结果均显示:taTME安全可行,且具有良好的TME完整率,尤其是在肥胖、狭窄骨盆等困难病例

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20210320-00125
收稿日期 2021-03-20 **本文编辑** 万晓梅
引用本文:罗双灵,康亮. 经肛全直肠系膜切除术的研究进展[J]. 中华胃肠外科杂志, 2021,24(8):672-677. DOI:10.3760/cma.j.cn441530-20210320-00125.

中[2-3]。虽然目前主要的研究数据表明,taTME在治疗直肠癌的短期疗效方面不劣于传统腹腔镜TME(laparoscopic total mesorectal excision, lapTME),但由于taTME手术本身存在一定的技术难度,部分研究结果显示,taTME手术并发症发生率和局部复发率高,因此,taTME在发展过程中也一直备受争议[4]。本文结合笔者的临床实践经验,针对taTME国内外进展作一述评。

一、taTME研究现状

(一)近期疗效

1.术中并发症:自2010年至今,taTME已经在国内外多个医疗中心开展,其安全性和可行性已经得到了充分的证明。2017年,国际登记注册研究的720例taTME病例研究结果显示,taTME术中中转率(由经肛中转至开腹的比例)为2.8%;术中相邻器官损伤率也较低,包括膀胱损伤(0.3%)、阴道穿孔(0.1%)和直肠穿孔(0.3%)[5]。需要注意的是,因为特有的经肛入路、狭窄空间操作及局部较高压强的原因,taTME术后有出现尿道损伤及二氧化碳栓塞的可能,发生率分别为0~6.7%和0~3.7%[6-8]。上述的术中并发症发生率低,且主要发生于taTME开展早期,这可能与术者对解剖层面及重要标志的认识不足有关,笔者认为,度过学习曲线后可以减少此类并发症的发生。

2.术后吻合口漏:已有文献报道,taTME术后吻合口漏发生率为6.4%~17.0%[9-11]。欧洲结直肠疾病学会(European Society of Coloproctology, ESCP)的一项多中心研究结果显示,taTME术后吻合口漏发生率高于lapTME手术(12.9%比8.9%),尤其是在低位吻合和男性病例中[11]。国际登记注册研究分析了1 594例taTME病例资料,发现男性、肥胖和肿瘤较大是taTME术后发生吻合口漏的高危因素[9]。挪威全国调查的数据显示,直肠癌taTME术后吻合口漏发生率高于国家注册登记水平的lapTME(8.4%比4.5%, P=0.047)[4]。2019年的一篇Meta分析纳入14项临床研究来比较taTME与lapTME的短期疗效,发现taTME组在二次手术率、住院时间、总并发症发生率、严重并发症发生率和吻合口漏发生率方面均低于lapTME组[12]。荷兰的一项全国性taTME及lapTME病例匹配研究结果显示,两组的近期疗效比较,差异均无统计学意义[13]。近期发表的国内多中心登记注册研究收集了1 283例taTME病例资料,结果显示,术中中转率为2.4%,术后总并发症发生率为18.4%,吻合口漏发生率为5.8%[14]。

从目前的研究结果来看,taTME总体吻合口漏发生率与lapTME相当,因此,其并没有显著降低直肠癌手术吻合口漏的发生率。笔者认为,关于taTME术后吻合口漏的发生尚存在较多影响因素,包括保留左结肠动脉与否、吻合方式(采用手术吻合还是吻合器吻合)和术者消化道重建熟练程度等,而且taTME技术并不能从根本上解决吻合肠管血供和张力的问题。因此,对于具有吻合口漏高危因素的人群,建议行预防性造口以减轻吻合口漏发生所带来不良后果的严重程度。

3.手术质量:由于经肛腔镜视野的放大效应,理论上,taTME在低位直肠癌手术的远切缘距离及环周切缘(circumferential resection margin, CRM)阳性率方面具有一定的优势。taTME国际登记注册研究最新数据显示,2 653例行taTME患者的CRM阳性率为4.0%[15]。最近的一项临床研究对比了226例腹腔镜辅助taTME与370例多孔机器人TME患者的短期治疗效果,结果显示,两者具有相当的TME完整率(99.1%比99.2%)和CRM阳性率(5.6%比6.0%)[16]。笔者团队的一项前瞻性随机对照研究比较了128例taTME与133例lapTME患者的手术病理质量,发现两组在远切缘阳性率、CRM阳性率和获取淋巴结数目等方面的差异无统计学意义[17]。

综上可以看出,目前taTME与lapTME在主要近期疗效指标方面差异均无统计学意义。根据笔者经验,taTME降低了困难病例的操作难度,经肛、经腹两组操作能显著缩短手术时间,且手术创伤更小。部分中心短期并发症发生率偏高,可能与开展病例数不够多、尚未度过学习曲线有关。笔者团队对比了taTME组与腹腔镜TME组在不同学习曲线阶段的临床数据,结果显示,随着病例数的增加,taTME组的临床数据逐渐优于腹腔镜组[18]。

(二)远期疗效

1.局部复发:2019年,挪威基于全国范围内的调查结果,发布了暂停开展taTME手术的消息。该研究纳入2014年10月至2018年10月间的157例taTME病例,结果显示:局部复发率为7.6%,其中有8例为多灶性复发模式;预计的2.4年复发率为11.6%,远远高于挪威结直肠癌登记数据库数据库的2.4%,该研究认为,taTME的局部复发率高于国家水平的lapTME,故宣布暂停taTME的开展[4]。针对此事件,有专家认为,此类复发模式在其他类型

的文献中未见或罕见报道，还不能充分证明是由taTME技术本身所致[19]。笔者也与国内外著名taTME专家进行了沟通交流，认为此类复发模式可能是因为早期开展，技术细节尚未完全度过学习曲线[20]。2020年，荷兰的研究也报道了类似的多病灶复发模式，该研究纳入12家中心最初开展的120例taTME病例，中位随访21.9个月，有12例（10%）出现了局部复发，其中有8例为多病灶的复发模式；为分析复发的原因，该研究纳入有超过45例taTME手术经验、4家临床中心的266例taTME病例，发现总复发率为5.6%，如果剔除各中心前10例开展的病例，则局部复发率仅为4.0%；最后该研究认为，多病灶的复发模式确实与taTME手术相关，但与术者经验有关，而与技术本身无明显关系[21]。

2.远期生存：近年来，已有研究报道taTME的远期生存状况。Ourô等[22]随访50例taTME患者的结果显示，有2例（4%）局部复发，3年总体生存率（OS）、无病生存率（DFS）分别达90%和79%。Hol等[23]报道了荷兰两家临床中心2012—2016年开展的159例taTME的长期随访数据，结果显示：3年、5年局部复发率分别为2.0%和4.0%，3年、5年DFS分别为92%和81%，3年、5年OS分别为83.6%和77.3%。国内最早开展taTME的10家单位也于近期发表了早期开展211例taTME手术的长期生存结果，中位随访时间为35个月，1年、2年、3年DFS分别为94.8%、89.3%和80.2%，1年、2年和3年OS分别为97.4%、95.7%和92.9%[24]。

针对taTME对于直肠癌治疗远期疗效的影响，虽然目前没有证据表明其能改善直肠癌治疗的远期生存，但近期报道的多病灶复发模式仍需引起重视。笔者认为，规范的培训及保证taTME的手术质量是提高taTME远期生存疗效的关键因素，相信随着COLORⅢ、TaLaR等前瞻性多中心临床研究的开展，taTME对比lapTME的远期疗效将进一步得到证实。

二、taTME术后功能恢复及生活质量

taTME患者术后功能恢复及生活质量一直以来是人们关注的重点之一。taTME在经肛腔镜放大的视野下，能更准确地识别层面，从而更好地保护神经，而且大部分患者腹部无切口，术后恢复及生活质量应该会更好。但由于早期开展经验及认识不足，也存在额外增加神经损伤的风险，且经肛操作时间较长，是否会对患者肛门功能造成影响，目前还有待进一步研究。

（一）排粪功能

Bjoern等[25]研究报道，taTME与lapTME术后患者低位前切除综合征（low anterior resection syndrome，LARS）评分比较，差异无统计学意义，但行taTME患者在控粪能力及排粪急迫感方面具有一定的劣势。Koedam等[26]研究发现，taTME术后1个月患者的LARS评分差于lapTME，但术后6个月时两组差异无统计学意义。2019年的一篇Meta分析，纳入了14项临床研究和6篇会议摘要，包括846例患者（599例taTME、247例lapTME）；Meta分析结果显示，两组在严重LARS评分方面的差异无统计学意义[27]。国内多中心taTME术后功能横断面调查研究纳入316例病例，结果显示，无LARS、轻度LARS和重度LARS患者比例分别为39.9%、28.2%和31.9%，术前新辅助治疗、术前便秘和手工吻合是taTME患者术后1年内控粪功能较差的独立危险因素[28]。

笔者团队分析了107例随机对照研究中taTME患者的术后功能，发现taTME组与lapTME组患者术后排粪功能比较，差异无统计学意义；与lapTME组相比，taTME组患者发生排粪后1 h再次排粪（簇状排粪）的比例较高，但两组在气体失禁、稀粪失禁、排粪次数和急迫排粪方面比较，差异均无统计学意义；多因素Logistic回归分析显示，术前放疗和吻合口高度较低是重度LARS的独立危险因素，taTME手术并不增加LARS的风险[29]。

（二）排尿功能、性功能及生活质量

Bjoern等[25]报道，taTME与lapTME患者术后性功能相当，但taTME组患者在排尿功能及生活质量方面更具优势。然而，Pontallier等[30]研究认为，taTME在排粪及排粪功能方面与lapTME差异无统计学意义，但在性功能保护方面具有潜在的优势。Keller等[31]随访1年以上的结果提示，taTME患者术后的排尿功能及生活质量均优于lapTME组。

由上述研究可以看出，taTME患者术后排尿、性生活及生活质量方面与lapTME相当。在短期的肛门功能方面，taTME可能劣于lapTME，但随着时间的延长，两者均可逐渐恢复到相当的水平。由于taTME能够更好地保护神经，其似乎在排尿功能及性功能保护方面具备一些潜在的优势，而且患者术后总体生活质量更高，但由于目前关于taTME术后功能方面的研究较少，仍有待进一步证实。

三、未来发展趋势

（一）从taTME到经肛腔镜外科体系的拓展应用

随着taTME技术的成熟应用，已经有越来越多利用经肛腔镜技术进行疑难复杂的盆腔手术的临床报道[32]。D´Andrea等[33]报道了54例taTME治疗疑难低位直肠癌病例，其中男性占74.1%，体质指数≥30 kg/m^{2}的患者占27.8%；30例患者肿瘤距离肛门<6 cm，12例侵犯直肠系膜（mesorectal fascia，MRF）阳性，4例累及内括约肌，47例病例接受过新辅助治疗，手术切除病例的TME质量完整或近乎完整比例达到94.4%，CRM阳性率为3.7%，随访28个月，局部复发率为3.9%，远处转移率为17.6%。Gardner等[34]总结了taTME治疗T_{3-4}期、新辅助放化疗和肥胖男性这些进展期复杂低位直肠癌的病例资料，发现相较lapTME，taTME在治疗困难的低位直肠癌病例中更具优势。

除了困难直肠癌手术，taTME技术已应用于其他类型的直肠肛管疾病。Uematsu等[35-36]报道了利用经肛腔镜联合经腹进行全盆腔脏器切除。Fung等[37]报道了经肛腔镜下进行侧方淋巴结清扫的可行性及安全性。笔者团队也采用经肛腔镜技术进行了直肠狭窄切除重建、直肠海绵状血管瘤切除、巨大直肠间质瘤切除、全盆腔脏器切除和侧方淋巴结清扫等盆腔疑难复杂手术，并在国际上率先完成多例完全经肛腔镜下右半结肠癌根治术[38-41]。根据笔者经验体会，经肛经腹腔镜联合手术在处理盆腔疑难复杂疾病时能充分利用各自的优势，相对于传统经腹入路，能极大地降低手术操作难度，提高手术的安全性。而对于部分盆腔良性肿瘤，如直肠胃肠间质瘤、骶前肿瘤等，则可以利用经肛腔镜技术，经自然腔道下完整切除肿瘤，避免腹部切口、减少创伤。但需要注意的是，经肛腔镜技术的拓展应用，必须在常规taTME手术相对熟练的基础上谨慎开展。

（二）机器人在经肛腔镜外科的新应用

近年来，国内外已有应用机器人进行taTME的临床报道，初步结果显示：机器人taTME安全可行[42-44]。应用机器人进行taTME手术具有以下优势：（1）机器人高清三维图像处理设备，有利于术者清晰地辨认组织和操作；（2）机器人的仿真手腕具有多个活动自由度，能在狭小空间内准确完成操作，提高了手术精度；（3）机器人手术可自动滤除人手的抖动，使得经肛狭小的术野操作更加稳定，减少误损伤的发生；（4）术者可采取坐姿进行操作，有利于施行长时间复杂的手术。但目前使用的多孔机器人由于体积较大，各机器臂之间在经肛操作时互相存在一定的影响，而单孔机器人则能很好的解决这一问题。

2018年，美国食品药品监督管理局批准SP1098达芬奇单孔手术系统用于临床，截至2019年12月，达芬奇单孔机器人手术系统已经在全球40多个医学中心投入使用，主要应用于泌尿外科、妇科等，完成手术3 100余例，其安全性及操作便利性已经得到了一定程度的认可[45-47]。2019年，Sylla团队利用可伸缩的半机器人系统（semi-robotic Flex® System ）顺利完成了6例taTME的新鲜尸体试验，显示出了良好的手术视野和操作性能[48]。2020年，德国Kneist团队达芬奇单孔机器人（da Vinci® SP™ Surgical System）进行taTME的临床前研究，初步证明了单孔机器人应用于taTME手术的可行性，并体现了单孔机器人操作的优势[49]。但目前机器人市场基本被国外公司垄断，不仅价格昂贵，而且受制于国外技术的限制。笔者团队使用国内深圳市精锋医疗科技有限公司自主研发、具有完全自主知识产权的国际上第2家单孔机器人系统（SP1000）进行了十余例动物实验，均顺利完成，该项目已经通过临床伦理委员会审批，将很快进入临床研究阶段。笔者体验，使用单孔机器人时，过滤震颤操作更稳定，左手可切换器械，视野更清晰，操作强度降低，机械臂可实现人手不能操作的角度，能很好地解决常规taTME手术过程中操作空间狭窄、灵活性不足等技术难点，相信在未来能极大地促进经肛腔镜手术的顺利开展。

四、小结

在过去的十年中，taTME经历了曲折的发展历程。从目前的研究数据看，taTME已被证明安全、有效、可行，其开展过程中出现的尿道损伤、二氧化碳栓塞等特殊并发症及术后多病灶的复发模式，被证明其与开展早期尚未度过学习曲线有关。随着taTME技术的逐渐普及和成熟，有越来越多的结直肠疾病能用经肛腔镜的途径来解决。越来越多数据表明，未来经自然腔道行结直肠手术的必然性。但目前，经肛腔镜手术仍存在较多的限制，如在狭小的空间操作的灵活性欠佳及专用设备的缺乏。相信随着单孔机器人的逐渐成熟并进入临床，将极大地缩短经肛腔镜手术开展的学习曲线，为经肛结直肠手术带来广阔的施展空间。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Carmichael H, Sylla P. Evolution of transanal total mesorectal excision[J]. Clin Colon Rectal Surg, 2020,33(3):113-127. DOI: 10.1055/s-0039-3402773.

[2] Trépanier JS, Lacy FB, Lacy AM. Transanal total mesorectal excision: description of the technique[J]. Clin Colon Rectal Surg, 2020,33(3):144-149. DOI:10.1055/s-0039-3402777.

[3] Westwood DA, Cuda TJ, Hamilton A, et al. Transanal total mesorectal excision for rectal cancer: state of the art[J]. Tech Coloproctol, 2018,22(9):649-655. DOI:10.1007/s10151-018-1844-8.

[4] Wasmuth HH, Faerden AE, Myklebust TÅ, et al. Transanal total mesorectal excision for rectal cancer has been suspended in Norway[J]. Br J Surg, 2020,107(1):121-130. DOI:10.1002/bjs.11459.

[5] Penna M, Hompes R, Arnold S, et al. Transanal total mesorectal excision: international registry results of the first 720 cases [J]. Ann Surg,2017,266(1):111-117. DOI:10.1097/SLA.0000000000001948.

[6] Sylla P, Knol JJ, D´Andrea AP, et al. Urethral injury and other urologic injuries during transanal total mesorectal excision: an international collaborative study[J]. Ann Surg, 2019, In press. DOI:10.1097/SLA.0000000000003597.

[7] Bolshinsky V, Shawki S, Steele S. CO2 embolus during transanal total mesorectal excision: thoughts on aetiology[J]. Colorectal Dis, 2019,21(1):6-7. DOI:10.1111/codi.14444.

[8] Harnsberger CR, Alavi K, Davids JS, et al. CO2 embolism can complicate transanal total mesorectal excision [J]. Tech Coloproctol, 2018,22(11):881-885. DOI:10.1007/s10151-018-1897-8.

[9] Penna M, Hompes R, Arnold S, et al. Incidence and risk factors for anastomotic failure in 1594 patients treated by transanal total mesorectal excision: results from the international TaTME registry[J]. Ann Surg, 2019,269(4):700-711. DOI:10.1097/SLA.0000000000002653.

[10] Lee L, de Lacy B, Gomez Ruiz M, et al. A multicenter matched comparison of transanal and robotic total mesorectal excision for mid and low-rectal adenocarcinoma[J]. Ann Surg, 2019,270(6):1110-1116. DOI:10.1097/SLA.0000000000002862.

[11] 2017 European Society of Coloproctology (ESCP) collaborating group. An international multicentre prospective audit of elective rectal cancer surgery; operative approach versus outcome, including transanal total mesorectal excision (TaTME)[J]. Colorectal Dis, 2018,20 Suppl 6:S33-S46. DOI:10.1111/codi.14376.

[12] Aubert M, Mege D, Panis Y. Total mesorectal excision for low and middle rectal cancer: laparoscopic versus transanal approach-a meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2020,34(9):3908-3919. DOI: 10.1007/s00464-019-07160-8.

[13] Detering R, Roodbeen SX, van Oostendorp SE, et al. Three-year nationwide experience with transanal total mesorectal excision for rectal cancer in the Netherlands: a propensity score-matched comparison with conventional laparoscopic total mesorectal excision[J]. J Am Coll Surg, 2019,228(3):235-244.e1. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2018.12.016.

[14] Yao H, An Y, Zhang H, et al. Chinese taTME Registry Collaborative. Transanal total mesorectal excision: short-term outcomes of 1283 cases from a nationwide registry in China[J]. Dis Colon Rectum, 2021,64(2):190-199. DOI:10.1097/DCR.0000000000001820.

[15] Roodbeen SX, de Lacy FB, van Dieren S, et al. Predictive factors and risk model for positive circumferential resection margin rate after transanal total mesorectal excision in 2653 patients with rectal cancer[J]. Ann Surg, 2019,270(5):884-891. DOI:10.1097/SLA.0000000000003516.

[16] Lee L, de Lacy B, Gomez Ruiz M, et al. A multicenter matched comparison of transanal and robotic total mesorectal excision for mid and low-rectal adenocarcinoma[J]. Ann Surg, 2019,270(6):1110-1116. DOI:10.1097/SLA.0000000000002862.

[17] Zeng Z, Luo S, Chen J, et al. Comparison of pathological outcomes after transanal versus laparoscopic total mesorectal excision: a prospective study using data from randomized control trial[J]. Surg Endosc, 2020,34(9):3956-3962. DOI:10.1007/s00464-019-07167-1.

[18] Zeng Z, Liu Z, Huang L, et al. Transanal total mesorectal excision in mid-low rectal cancer: evaluation of the learning curve and comparison of short-term results with standard laparoscopic total mesorectal excision [J]. Dis Colon Rectum, 2021,64(4):380-388. DOI:10.1097/DCR.0000000000001816.

[19] Lacy AM, Nogueira ST, de Lacy FB. Comment on: Norwegian moratorium on transanal total mesorectal excision[J]. Br J Surg, 2019,106(13):1855. DOI:10.1002/bjs.11375.

[20] Kang L, Sylla P, Atallah S, et al. taTME: boom or bust?[J]. Gastroenterol Rep(Oxf), 2020,8(1):1-4. DOI:10.1093/gastro/goaa001.

[21] van Oostendorp SE, Belgers HJ, Bootsma BT, et al. Locoregional recurrences after transanal total mesorectal excision of rectal cancer during implementation[J]. Br J Surg, 2020,107(9):1211-1220. DOI:10.1002/bjs.11525.

[22] Ourô S, Albergaria D, Ferreira MP, et al. Transanal total mesorectal excision: 3-year oncological outcomes [J]. Tech Coloproctol, 2021,25(2):205-213. DOI:10.1007/s10151-020-02362-y.

[23] Hol JC, van Oostendorp SE, Tuynman JB, et al. Long-term oncological results after transanal total mesorectal excision for rectal carcinoma[J]. Tech Coloproctol, 2019,23(9):903-911. DOI:10.1007/s10151-019-02094-8.

[24] Kang L, Chen YG, Zhang H, et al. Transanal total mesorectal excision for rectal cancer: a multicentric cohort study [J]. Gastroenterol Rep(Oxf), 2020,8(1):36-41. DOI:10.1093/gastro/goz049.

[25] Bjoern MX, Nielsen S, Perdawood SK. Quality of life after surgery for rectal cancer: a comparison of functional outcomes after transanal and laparoscopic approaches[J]. J Gastrointest Surg, 2019,23(8):1623-1630. DOI:10.1007/s11605-018-4057-6.

[26] Koedam TW, van Ramshorst GH, Deijen CL, et al. Transanal total mesorectal excision (TaTME) for rectal cancer: effects on patient-reported quality of life and functional outcome[J]. Tech Coloproctol, 2017, 21(1):25-33. DOI:10.1007/s10151-016-1570-z.

[27] van der Heijden J, Koëter T, Smits L, et al. Functional complaints and quality of life after transanal total mesorectal excision: a meta-analysis[J]. Br J Surg, 2020,107(5):489-498. DOI:10.1002/bjs.11566.

[28] Shen Z, Yu G, Ren M, et al. Multicenter investigation of bowel evacuation function after transanal total mesorectal excision for mid-low rectal cancer[J]. Int J Colorectal Dis, 2021,36(4):725-734. DOI:10.1007/s00384-020-03824-3.

[29] 窦若虚,孙伟鹏,罗双灵,等.经肛全直肠系膜切除与腹腔镜全直肠系膜切除术后患者的肠道功能:基于随机临床研究的比较[J].中华胃肠外科杂志,2019,22(3):246-254. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2019.03.011.

[30] Pontallier A, Denost Q, Van Geluwe B, et al. Potential sexual function improvement by using transanal mesorectal approach for laparoscopic low rectal cancer excision[J]. Surg Endosc, 2016, 30(11):4924-4933. DOI:10.1007/s00464-016-4833-x.

[31] Keller DS, Reali C, Spinelli A, et al. Patient-reported functional and quality-of-life outcomes after transanal total mesorectal excision[J]. Br J Surg, 2019,106(4):364-366. DOI:10.1002/bjs.11069.

[32] Borstlap WA, Harran N, Tanis PJ, et al. Feasibility of the TAMIS technique for redo pelvic surgery[J]. Surg Endosc, 2016, 30(12):5364-5371. DOI:10.1007/s00464-016-4889-7.

[33] D'Andrea AP, McLemore EC, Bonaccorso A, et al. Transanal total mesorectal excision (taTME) for rectal cancer: beyond the learning curve[J]. Surg Endosc, 2020,34(9):4101-4109. DOI:10.1007/s00464-019-07172-4.

[34] Gardner IH, Kelley KA, Abdelmoaty WF, et al. Transanal total mesorectal excision outcomes for advanced rectal cancer in a complex surgical population[J]. Surg Endosc, 2021, In press. DOI:10.1007/s00464-020-08251-7.

[35] Uematsu D, Akiyama G, Sugihara T, et al. Transanal total pelvic exenteration with sphincter-preserving surgery[J]. Dis Colon Rectum, 2018,61(5):641. DOI:10.1097/DCR.0000000000001031.

[36] Uematsu D, Akiyama G, Sugihara T, et al. Transanal total pelvic exenteration: pushing the limits of transanal total mesorectal excision with transanal pelvic exenteration[J]. Dis Colon Rectum, 2017,60(6):647-648. DOI:10.1097/DCR.0000000000000769.

[37] Fung TLD, Tsukada Y, Ito M. Essential anatomy for total mesorectal excision and lateral lymph node dissection, in both trans-abdominal and trans-anal perspective[J]. Surgeon, 2020, 25:S1479-666X(20)30166-9. DOI:10.1016/j.surge.2020.09.011.

[38] Luo S, Zhang X, Hou Y, et al. Transanal and transabdominal combined endoscopic resection of rectal stenosis and anal reconstruction based on transanal endoscopic technique[J]. Surg Endosc, 2021, In press. DOI:10.1007/s00464-020-08188-x.

[39] Zeng Z, Wu X, Chen J, et al. Safety and feasibility of transanal endoscopic surgery for diffuse cavernous hemangioma of the rectum[J]. Gastroenterol Res Pract, 2019,2019:1732340. DOI:10.1155/2019/1732340.

[40] 曾子威,张兴伟,陈俊辑,等.经肛入路侧方淋巴结清扫手术治疗中低位直肠癌五例[J].中华胃肠外科杂志,2019,22(8):781-785. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2019.08.014.

[41] Huang L, Zhang X, Zeng Z, et al. Pure transanal endoscopic colectomy for ascending colon cancer[J]. Tech Coloproctol, 2020,24(11):1207-1211. DOI:10.1007/s10151-020-02271-0.

[42] Hu JM, Chu CH, Jiang JK, et al. Robotic transanal total mesorectal excision assisted by laparoscopic transabdominal approach: a preliminary twenty-case series report[J]. Asian J Surg, 2020,43(1):330-338. DOI:10.1016/j.asjsur.2019.06.010.

[43] Suhardja TS, Smart PJ, Heriot AG, et al. Total robotic transabdominal and transanal total mesorectal excision - a video vignette[J]. Colorectal Dis, 2020,22(11):1798-1799. DOI:10.1111/codi.15219.

[44] 叶景旺,田跃,赵松,等.机器人辅助经肛全直肠系膜切除术的近期临床疗效[J].中华胃肠外科杂志,2019,22(3):267-272. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2019.03.014.

[45] Kim KH, Song W, Yoon H, et al. Single-port robot-assisted radical prostatectomy with the da Vinci SP system: a single surgeon's experience[J]. Investig Clin Urol, 2020,61(2):173-179. DOI:10.4111/icu.2020.61.2.173.

[46] Dobbs RW, Halgrimson WR, Madueke I, et al. Single-port robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: initial experience and technique with the da Vinci® SP platform[J]. BJU Int, 2019,124(6):1022-1027. DOI:10.1111/bju.14864.

[47] Lenfant L, Wilson CA, Sawczyn G, et al. Single-port robot-assisted dismembered pyeloplasty with mini-pfannenstiel or peri-umbilical access: initial experience in a single center[J]. Urology, 2020,143:147-152. DOI:10.1016/j.urology.2020.05.041.

[48] Carmichael H, D'Andrea AP, Skancke M, et al. Feasibility of transanal total mesorectal excision (taTME) using the Medrobotics Flex® System[J]. Surg Endosc, 2020,34(1):485-491. DOI:10.1007/s00464-019-07019-y.

[49] Kneist W, Stein H, Rheinwald M. Da Vinci Single-Port robot-assisted transanal mesorectal excision: a promising preclinical experience[J]. Surg Endosc, 2020,34(7):3232-3235. DOI:10.1007/s00464-020-07444-4.