

对经肛全直肠系膜切除手术质量控制的思考

李珂璇 肖毅

中国医学科学院北京协和医学院 北京协和医院基本外科结直肠专业组, 北京 100730

通信作者: 肖毅, Email: xiaoyi@pumch.cn

【摘要】 经肛全直肠系膜切除术(taTME)作为一种诞生十余年的新兴直肠癌手术入路,其发展过程中的坎坷经历提示着我们提升其手术质量的重要性。针对目前 taTME 的质量评估,其主要优势在于可以增加远切缘距离、降低环周切缘阳性率,并提升全直肠系膜标本的切除质量。由于目前高质量临床研究开展仍然较少,且已发表的研究仍不能除外混杂偏倚以及发表偏倚所带来的局限性,故对于当前结论仍需审慎看待。现阶段,仅推荐 taTME 在具有高度选择性的患者和中心进行开展。因此,本文对于 taTME 手术质量的评估及在此基础上的患者与医疗中心的筛选进行探讨。根据目前研究结果和我中心实践经验,我们通常选择具有困难骨盆特征、低位直肠癌和(或)行新辅助放化疗需直视下确定远切缘的患者开展 taTME 手术。

【关键词】 直肠肿瘤; 经肛全直肠系膜切除术; 手术质量控制

基金项目: 中央高水平医院临床科研业务费资助(2022-PUMCH-C-027)

Perceptions of transanal total mesorectal excision surgical quality and patient screening

Li Kexuan, Xiao Yi

Division of Colorectal Surgery, Department of General Surgery, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

Corresponding author: Xiao Yi, Email: xiaoyi@pumch.cn

【Abstract】 As a rapid developing rectal cancer procedure that has been in existence for more than a decade, transanal total mesorectal excision (taTME) has had a rough experience along the way, suggesting the importance of improving its surgical quality. In the current view of quality control of taTME, its main advantages are that it could increase the distance of distal margins, reduce the positive rate of circumferential margins, and improve the quality of total mesorectal excision. As few high-quality clinical studies have been conducted, the limitations brought about by confounding bias and publication bias that could not be excluded in current published studies call for a cautious interpretation of the current conclusions. At this stage taTME is only recommended in highly selective patients and centers. Under these circumstances, we aim to discuss the quality assessment of the taTME procedure and the selection of patients and centers. Based on current evidence and practical experience, we typically select patients with difficult pelvis, low rectal cancer, and/or those requiring direct visual recognition of the distal margin after neoadjuvant chemoradiation to perform taTME in our center.

【Key words】 Rectal neoplasms; Transanal total mesorectal excision; Surgical quality control

Fund program: National High Level Hospital Clinical Research Funding (2022-PUMCH-C-027)

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240328-00112

收稿日期 2024-03-28 本文编辑 卜建红

引用本文: 李珂璇, 肖毅. 对经肛全直肠系膜切除手术质量控制的思考[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(6): 564-568. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240328-00112.



经肛全直肠系膜切除术(transanal total mesorectal excision, taTME)历经曲折的发展过程,在研究者的共同关注下,证实了其学习曲线的漫长。虽然目前的循证医学证据带来了积极的观点,但回顾性研究往往是未经预先注册的,且阴性结果及预先中止的研究通常无法得到发表,因此,我们评估目前的研究结果需持审慎的态度。taTME作为一种手术入路,不应被拒绝亦不应被宽泛推广,需要在充分认识其优势和劣势的基础上,严格把握适应证,充分发挥其优势而尽量规避其劣势。

一、开展 taTME 手术的渊源与争议

taTME 是一种直肠癌治疗进化树汇聚而成的手术方式。其展现出了对于具有“困难骨盆”特征患者的实践优势,并且从理论上讲,可以提升全直肠系膜切除术(total mesorectal excision, TME)的标本质量。因此,在全球范围内迅速升温开展。然而,在其十余年的发展过程中,道路坎坷,并非一帆风顺。

2018 年 4 月,挪威 Radium 医院报道了 taTME 术后早期盆腔多灶复发模式,局部复发率高达 9.5%;而同时期挪威全国结直肠癌登记数据库的 TME 术后局部复发率仅为 3.4%^[1]。2018 年 12 月,挪威暂停了全国 taTME 手术直至全国性调查研究完成。而 2020 年,挪威全国性调查显示,taTME 术后局部复发率及吻合口漏发生率显著高于行腹腔镜全直肠系膜切除术(laparoscopic TME, laTME)者,估测 2.4 年复发率为 11.6%,中位复发时间为 9.5 个月^[2]。然而,挪威的经验似乎未在全球其他国家得到一致性的认可。欧洲多国及加拿大的多中心队列报道的局部复发率均在 3% 左右^[3-4]。van Oostendorp 等^[5]在 12 家欧洲多国中心中选取每中心前 10 例 taTME 患者,发现该部分患者中的局部复发率为 10%;而在此后的病例中,局部总复发率为 4%;由此可推断,多灶复发模式可能与不理想的手术质量、而非技术本身相关。因此,我们需要反观挪威研究中的问题。

在挪威研究中,一方面,7 家中心年均手术量均未脱离 Oostendorp 研究中的前半程数据,提示着其中存在学习曲线问题;另一方面,有 12.7% 的病理报告显示为 R₁ 切除,5.1% 的标本环周切缘(circumferential resection margin, CRM) < 1 mm,且并未报道 TME 手术标本质量^[2,5]。因此,我们无从判断究竟是术者的熟练程度不足导致的手术质量控制不佳、抑或是 taTME 技术本身导致了不良的肿瘤学预后。正是

因为 taTME 技术的复杂性、其渊源及其争议性,要得出进一步的结论,需要更多循证医学证据支持,更需要重点关注 taTME 的手术质量控制。

二、taTME 手术质量指标及循证医学证据

对于 taTME 的手术质量评估,依赖于对于结局指标的客观度量。由欧洲结直肠学会和美国结直肠外科医师学会等联合制定的专家共识中认为,taTME 的手术质量评估强调对组织学、肿瘤学和手术相关指标结局的前瞻性登记^[6]。与传统腹腔镜手术相比,“自下而上”解剖途径的 taTME 手术不仅具有远切缘明确的优势,而且操作空间相对较大,理论上有利于提高 TME 手术标本质量。

国际 taTME 登记数据库于 2021 年报道的 TME 标本完整率 86.2%,近完整 10.8%,R₁ 切除比例为 6.9%^[7]。约为挪威研究的半数。综合荟萃分析结果,我们可以总结出目前针对 taTME 手术标本质量的主流研究观点:(1)远端切缘(distal resection margin, DRM)阳性率和距离:Jiang 等^[8]一项纳入了 10 项研究共 762 例患者的荟萃分析表明,taTME 与 laTME 相比,其远切缘距离更长;但在既往的多项荟萃分析中,taTME 与 laTME 的 DRM 阳性率未有明显差异^[8-11]。(2)CRM 阳性率:多项荟萃分析的结果展示了 taTME 与 laTME 相比,具有更低的 CRM 阳性率^[12-13]。(3)TME 标本质量:2019 年前的荟萃分析主流意见为,taTME 手术的标本质量更高^[11,14-15];但其后的荟萃分析则显示,taTME 的标本质量与 laTME 差异无统计学意义^[9-10,16]。另外,针对术后直肠的 MRI 分析显示,行 taTME 患者的残余直肠系膜组织者比例显著较低^[17]。术后评估残余系膜是评估低位直肠手术质量的重要指标,但能够量化残余系膜的研究有限,且受到手术医师经验和患者选择的干扰,对“能否真正做到完整系膜切除”等问题的回答尚需时日。

手术标本质量直接影响直肠癌患者的肿瘤学预后。除了前文已提及的挪威、荷兰、欧洲多中心以及加拿大的报道外,近年来的高质量研究也报道了类似的观点。Ta-LaTME 研究显示,taTME 的术后局部复发率、总生存率和无病生存率与 laTME 相比,差异均无统计学意义^[18]。而欧洲胃肠病联合会和欧洲内镜外科协会指南的系统性综述认为,taTME 的局部复发率更低,但证据较弱,主要是由于存在混杂因素及效应量的估计不准确,目前仅推荐在具有较高技术水平的中心开展^[19]。这些数据

证明,taTME 远期肿瘤学预后并非如挪威报道所见,在手术标本质量良好的条件下,其与 laTME 是完全可比的。

三、taTME 的适宜人群

虽然 taTME 在多项研究中体现出了其优势,但是前期的争议仍然不容忽视。一方面,目前随机对照试验(RCT)证据仍较少;另一方面,目前研究中不同中心人群特征差异可能较大,推广性受限。因此,在更高证据级别的研究发布之前,我们仍应审慎看待这一手术入路,其解决方案有两方面思路,一是选择适宜的患者亚组,二是选择适宜体量的中心和专业化的结直肠外科医师。

(一)患者选择

1. 存在“困难骨盆”的患者:正如 taTME 的起源,其实践意义在于对因各种原因而导致的“困难骨盆”的患者有助于解决其手术入路困难的问题^[20]。由于经腹腔镜由上而下的手术入路困难,或难以置入直线切割闭合器,自下而上进行手术配合是实践解决方法,这是对于 taTME 适宜人群选择的直观思路。男性、肥胖以及骨盆径线狭窄,都是可能会导致手术入路困难的因素。Gardner 等^[21]论证了在以上高度选择性的人群中开展 taTME 手术的安全性。Hasegawa 等^[22]发现,高体质指数、男性和骨盆径线狭窄可以延长 laTME 的手术时间,但在 taTME 的手术中未发现其相关性。该结果说明,taTME 改善了以上原因所导致的腹腔镜手术入路困难的问题。

理论上,taTME 可以通过扩展手术操作空间,提升手术标本质量,从而改善局部复发率。Ferko 等^[23]和 Chau 等^[24]的研究均表明,骨盆径线影响 TME 标本质量。对于“困难骨盆”的患者而言,在男性患者中推荐开展 taTME 也属于这一范畴。另外,肥胖所致的系膜肥厚虽然不属于骨性骨盆狭窄,但也是造成困难骨盆的因素。有研究证实,taTME 手术在肥胖患者中,提高了中低位直肠癌患者最终行保留括约肌手术的比例,并且降低了中转开腹率^[25]。但其在肥胖患者中的生存获益则尚不明确^[26]。

2. 低位直肠癌患者:taTME 的长期肿瘤学和功能结局优势主要体现在低位直肠癌患者中。对于仍存在经腹腔镜行保留括约肌手术选择的患者而言,基于中山大学附属第六医院前瞻性登记数据库的数据显示,taTME 和 laTME 组的肿瘤距肛缘中位距离分别为 5.0 cm 和 5.1 cm(逆概率加权后),总体

人群中未体现出生存差异;而在亚组分析中,肿瘤距离齿状线 ≤ 5 cm 的患者可以从 taTME 手术中获得更大生存收益^[26]。这可能源于直视下确定切缘带来的更佳标本质量(但亚组分析未展示组间的标本质量差异)。对于经腹腔镜保留肛门括约肌困难的患者而言,Liu 等^[27]的一项回顾性研究数据显示,taTME 组与经腹会阴联合切除术(abdominoperineal resection, APR)组在匹配后的平均肿瘤距肛缘距离分别为 3.3 cm 和 3.2 cm,taTME 在保留肛门的情况下仍可以获得与 APR 相当的手术标本质量和长期生存结局。对于位置介于这两者之间的患者(肿瘤距肛缘中位距离分别为 4.4 cm 和 4.3 cm),与腹腔镜经括约肌间切除术(intersphincteric resection, ISR)相比,taTME 的术后功能评分更佳^[28]。

因此,结合国际 taTME 专家共识^[6]和本中心的实际手术经验,我们通常选择具有困难骨盆(男性、肥胖、骨盆骨性狭窄)、直肠 MRI 显示肿瘤距离肛缘 ≤ 5 cm、或距离肛门括约肌 ≤ 2 cm 和(或)行新辅助放化疗需直视下判断远切缘的患者进行 taTME 手术;另外,对于优先尝试经腹手术的患者,如手术过程中发现为“困难骨盆”,可考虑中转 taTME,直视下获取切缘,以获取最佳长期生存和功能获益。

(二)中心选择

欧洲胃肠病联合学会和欧洲内镜外科协会指南建议,taTME 在有经验的中心予以开展^[19]。对 taTME 的开展限制于有经验的中心进行,主要依据两方面原因,一方面是医疗机构的体量效应;另一方面是外科医生较长的学习曲线。

在医疗机构体量的选择上,Deijen 等^[29]的荟萃分析表明,总 taTME 体量在 30 例以上的医疗机构与总 taTME 体量 30 例以下者相比,手术时间明显缩短,TME 标本完整率显著增高,主要并发症发生率显著降低,局部复发率显著减低(2.8%比 8.9%)。对加拿大外科医师的问卷调查则表明,有 taTME 手术经验的医师认为,年均直肠癌手术量需要达到 20 例,年均 taTME 手术量需要达到 12 例,才能保持 taTME 的手术技术熟练度^[30]。

对于外科医师而言,对于 taTME 的学习曲线达到拐点所需的患者例数决定着其技术难度。本中心收集了 2017 年 2 月至 2021 年 3 月连续登记的 taTME 手术病例,选用复合指标作为学习曲线的评价指标,结果发现,本中心的 taTME 手术在第 28 例跨越学习曲线,跨越学习曲线后吻合口漏发生率显

著降低(32.1%比11.1%, $P=0.038$)^[31]。针对于单一指标,除了一项研究显示的学习曲线拐点较早外,文献报道严重术后并发症学习曲线拐点发生于40~69例,吻合口漏拐点发生于27~68例^[32-39]。而本中心既往对于腹腔镜结直肠癌手术的学习曲线研究表明,熟练开展腹腔镜结直肠癌手术所需的跨越学习曲线的患者例数为15~25例^[40]。这说明taTME是一项开展技术壁垒较高的手术。据此,taTME手术应当在手术体量大、手术医师腹腔镜手术经验丰富的中心进行开展。

四、总结与展望

目前,taTME的标准化和手术质量规定在逐渐细化。针对taTME的学习曲线较长的技术难题,诸多的教学培训体系和人工智能手术导航系统被设计拟应用于这一领域^[41-42]。另外,taTME技术本身也在发生延伸,其纵向延伸的代表为机器人辅助taTME手术^[43];其横向延伸为taTME在手术内容上的扩展,如Narihiro等^[44]报道的经肛辅助侧方淋巴结清扫。总之,研究者和手术医师对于taTME的实践和认识仍然在路上,应用教学和导航将taTME的技术理念在达成较高手术质量的前提下进行充分发挥,才能真正显现出其优势。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Larsen SG, Pfeffer F, Kørner H, et al. Norwegian moratorium on transanal total mesorectal excision [J/OL]. Br J Surg, 2019, 106(9): 1120-1121. DOI: 10.1002/bjs.11287.
- [2] 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.
- [3] Caycedo-Marulanda A, Lee L, Chadi SA, et al. Association of transanal total mesorectal excision with local recurrence of rectal cancer[J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(2): e2036330. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.36330.
- [4] Roodbeen SX, Spinelli A, Bemelman WA, et al. Local recurrence after transanal total mesorectal excision for rectal cancer: a multicenter cohort study[J]. Ann Surg, 2021, 274(2): 359-366. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003757.
- [5] 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.
- [6] TaTME Guidance Group. International expert consensus guidance on indications, implementation and quality measures for transanal total mesorectal excision[J]. Colorectal Dis, 2020, 22(7): 749-755. DOI: 10.1111/codi.15147.
- [7] Roodbeen SX, Penna M, Van Dieren S, et al. Local recurrence and disease-free survival after transanal total mesorectal excision: results from the international taTME registry[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2021, 19(11): 1232-1240. DOI: 10.6004/jnccn.2021.7012.
- [8] Jiang HP, Li YS, Wang B, et al. Pathological outcomes of transanal versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a systematic review with meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2018, 32(6): 2632-2642. DOI: 10.1007/s00464-018-6103-6.
- [9] 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.
- [10] Lei S, Ge Y, Tian S, et al. Colorectal cancer metastases to brain or bone and the relationship to primary tumor location: a population-based study[J]. J Gastrointest Surg, 2020, 24(8): 1833-1842. DOI: 10.1007/s11605-019-04308-8.
- [11] Ma B, Gao P, Song Y, et al. Transanal total mesorectal excision (taTME) for rectal cancer: a systematic review and meta-analysis of oncological and perioperative outcomes compared with laparoscopic total mesorectal excision[J]. BMC Cancer, 2016, 16: 380. DOI: 10.1186/s12957-016-0908-8.
- [12] Li L, Wang T, Hu D, et al. Pathologic outcomes of transanal versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a meta-analysis of 26 studies[J]. Int J Colorectal Dis, 2022, 37(5): 1063-1071. DOI: 10.1007/s00384-022-04147-1.
- [13] Moon JY, Lee MR, Ha GW. Long-term oncologic outcomes of transanal tme compared with transabdominal tme for rectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2022, 36(5): 3122-3135. DOI: 10.1007/s00464-021-08615-7.
- [14] Zhang X, Gao Y, Dai X, et al. Short- and long-term outcomes of transanal versus laparoscopic total mesorectal excision for mid-to-low rectal cancer: a meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2019, 33(3): 972-985. DOI: 10.1007/s00464-018-6527-z.
- [15] Xu W, Xu Z, Cheng H, et al. Comparison of short-term clinical outcomes between transanal and laparoscopic total mesorectal excision for the treatment of mid and low rectal cancer: a meta-analysis[J]. Eur J Surg Oncol, 2016, 42(12): 1841-1850. DOI: 10.1016/j.ejso.2016.09.002.
- [16] Hajibandeh S, Hajibandeh S, Eltaïr M, et al. Meta-analysis of transanal total mesorectal excision versus laparoscopic total mesorectal excision in management of rectal cancer [J]. Int J Colorectal Dis, 2020, 35(4): 575-593. DOI: 10.1007/s00384-020-03545-7.
- [17] Helbach MV, Koedam TWA, Knol JJ, et al. Residual mesorectum on postoperative magnetic resonance imaging following transanal total mesorectal excision (taTME) and laparoscopic total mesorectal excision (lapTME) in rectal cancer[J]. Surg Endosc, 2019, 33(1): 94-102. DOI: 10.1007/s00464-018-6279-9.
- [18] Serra-Aracil X, Zarate A, Bargalló J, et al. Transanal versus laparoscopic total mesorectal excision for mid and low rectal cancer (ta-laTME study): multicentre, randomized, open-label trial[J]. Br J Surg, 2023, 110(2): 150-158. DOI: 10.1093/bjs/znac418.
- [19] Milone M, Adamina M, Arezzo A, et al. UEG and eae rapid guideline: systematic review, meta-analysis,

- grade assessment and evidence-informed European recommendations on tatme for rectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(4): 2221-2232. DOI: 10.1007/s00464-022-09090-4.
- [20] McFadgen HL, Farooq AO. Indications and technical considerations for transanal total mesorectal excision[J]. *Dis Colon Rectum*, 2022, 65(8): 958-961. DOI: 10.1097/DCR.0000000000002500.
- [21] 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*, 2022, 36(1): 167-175. DOI: 10.1007/s00464-020-08251-7.
- [22] Hasegawa H, Matsuda T, Yamashita K, et al. Obesity and narrow pelvis prolong the operative time in conventional laparoscopic rectal cancer surgery, but not in a two-team transanal total mesorectal excision approach[J]. *Asian J Endosc Surg*, 2023, 16(2): 189-196. DOI: 10.1111/ases.13134.
- [23] Ferko A, Malý O, Ůrhalmi J, et al. CT/MRI pelvimetry as a useful tool when selecting patients with rectal cancer for transanal total mesorectal excision[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(3): 1164-1171. DOI: 10.1007/s00464-015-4324-5.
- [24] Chau J, Solomon J, Liberman AS, et al. Pelvic dimensions on preoperative imaging can identify poor-quality resections after laparoscopic low anterior resection for mid- and low rectal cancer[J/OL]. *Surg Endosc*, 2020, 34(10): 4609-4615. DOI:10.1007/s00464-019-07209-8.
- [25] Tejedor P, Arredondo J, Simó V, et al. The role of transanal compared to laparoscopic total mesorectal excision (tatme vs. laptme) for the treatment of mid-low rectal cancer in obese patients: outcomes of a multicenter propensity-matched analysis[J]. *Updates Surg*, 2023, 75(8): 2191-2200. DOI:10.1007/s13304-023-01676-4.
- [26] Li Z, Liu H, Luo S, et al. Long-term oncological outcomes of transanal versus laparoscopic total mesorectal excision for mid-low rectal cancer: a retrospective analysis of 2502 patients[J]. *Int J Surg*, 2023, 110(3):1611-1619. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000992.
- [27] Liu ZH, Zeng ZW, Jie HQ, et al. Transanal total mesorectal excision combined with intersphincteric resection has similar long-term oncological outcomes to laparoscopic abdominoperineal resection in low rectal cancer: a propensity score-matched cohort study[J/OL]. *Gastroenterol Rep*, 2022,10:goac026. DOI:10.1093/gastro/goac026.
- [28] Li Z, Wang Q, Ning W, et al. Transanal total mesorectal excision versus laparoscopic intersphincteric resection for low rectal cancer: a propensity score matching analysis [J]. *Surg Endosc*, 2023, 37(9): 6852-6860. DOI: 10.1007/s00464-023-10090-1.
- [29] Deijen CL, Tsai A, Koedam TWA, et al. Clinical outcomes and case volume effect of transanal total mesorectal excision for rectal cancer: a systematic review[J]. *Tech Coloproctol*, 2016,20(12):811-824. DOI:10.1007/s10151-016-1545-0.
- [30] Palter VN, De Montbrun SL. Implementing new surgical technology: a national perspective on case volume requirement for proficiency in transanal total mesorectal excision[J]. *Can J Surg*, 2020, 63(1): E21-E26. DOI: 10.1503/cjs.001119.
- [31] 孙蕊,丛林,邱辉忠,等. 中低位直肠癌经肛全直肠系膜切除术与腹腔镜全直肠系膜切除术的安全性及预后分析[J]. 中华胃肠外科杂志, 2022,25(6):522-530. DOI:10.3760/cma.j.cn441530-20210811-00321.
- [32] Planellas P, Cornejo L, Pigem A, et al. Challenges and learning curves in adopting tatme and robotic surgery for rectal cancer: a cusum analysis[J/OL]. *Cancers*, 2022, 14(20): 5089. DOI: 3390/cancers14205089.
- [33] Koedam TWA, Veltcamp Helbach M, Van De Ven PM, et al. Transanal total mesorectal excision for rectal cancer: evaluation of the learning curve[J]. *Tech Coloproctol*, 2018, 22(4): 279-287. DOI: 10.1007/s10151-018-1771-8.
- [34] Lee L, Kelly J, Nassif GJ, et al. Defining the learning curve for transanal total mesorectal excision for rectal adenocarcinoma[J]. *Surg Endosc*, 2020,34(4):1534-1542. DOI: 10.1007/s00464-018-6360-4.
- [35] Caycedo-Marulanda A, Verschoor CP. Experience beyond the learning curve of transanal total mesorectal excision (tatme) and its effect on the incidence of anastomotic leak [J]. *Tech Coloproctol*, 2020, 24(4): 309-316. DOI: 10.1007/s10151-020-02160-6.
- [36] Rubinkiewicz M, Truszkiewicz K, Wysocki M, et al. Evaluation of the learning curve of transanal total mesorectal excision: single-centre experience[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2020, 15(1): 36-42. DOI: 10.5114/wiitm.2019.82733.
- [37] Persiani R, Agnes A, Belia F, et al. The learning curve of tatme for mid-low rectal cancer: a comprehensive analysis from a five-year institutional experience[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(11): 6190-6200. DOI: 10.1007/s00464-020-08115-0.
- [38] Xu F, Zhang Y, Yan J, et al. The tatme learning curve for mid-low rectal cancer: a single-center experience in china [J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1): 305. DOI: 10.1186/s12957-022-02763-3.
- [39] Matsuda T, Sawada R, Hasegawa H, et al. Learning curve for transanal total mesorectal excision for low rectal malignancy[J]. *J Am Coll Surg*, 2023, 236(5): 1054-1063. DOI:10.1097/XCS.0000000000000608.
- [40] 肖毅,孙曦羽,牛备战,等. 掌握腹腔镜结直肠手术技术——从起步到熟练的个人经验:12[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(12):1063-1067. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2012.12.002.
- [41] Naghawi H, Chau J, Madani A, et al. Development and evaluation of a virtual knowledge assessment tool for transanal total mesorectal excision[J]. *Tech Coloproctol*, 2022,26(7):551-560. DOI: 10.1007/s10151-022-02621-0.
- [42] Kitaguchi D, Takeshita N, Matsuzaki H, et al. Deep learning-based automatic surgical step recognition in intraoperative videos for transanal total mesorectal excision[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(2): 1143-1151. DOI: 10.1007/s00464-021-08381-6.
- [43] Ribero D, Baldassarri D, Spinoglio G. Robotic taTME using the da vinci sp: technical notes in a cadaveric model[J]. *Updates Surg*, 2021, 73(3): 1125-1129. DOI: 10.1007/s13304-021-01002-w.
- [44] Narihiro S, Kitaguchi D, Ikeda K, et al. Two-team lateral lymph node dissection assisted by the transanal approach for locally advanced lower rectal cancer: comparison with the conventional transabdominal approach[J]. *Surg Endosc*, 2023, 37(7): 5256-5264. DOI: 10.1007/s00464-023-10012-1.