

·述评·

机器人直肠癌手术新进展及热点问题

郑鹏 冯青阳 许剑民

复旦大学附属中山医院结直肠外科 上海结直肠肿瘤微创工程技术研究中心, 上海 200032

通信作者: 许剑民, Email: xujmin@aliyun.com

【摘要】 外科手术是直肠癌诊疗体系的核心。相比于传统腹腔镜手术, 机器人手术最显著的技术优势是能在狭窄空间内完成精细灵活的操作, 也因此尤其适合直肠癌手术。随着机器人直肠癌手术的开展, 越来越多的证据显示, 机器人手术的技术优势正逐步体现在治疗效果上。目前随机对照研究和大样本队列研究提示, 机器人直肠癌手术相比于腹腔镜手术在短期效果(中转开放率和并发症发生率等)方面有一定的优势, 在标本质量方面相当; 长期效果相关的证据则相对较少。本文中我们将回顾机器人直肠癌手术领域的循证医学证据, 总结新近的研究进展和热点, 并展望机器人直肠癌手术的发展前景。

【关键词】 结直肠肿瘤; 机器人手术系统; 外科手术; 预后

Progresses and hot spots of robotic surgery for rectal cancer

Zheng Peng, Feng Qingyang, Xu Jianmin

Department of Colorectal Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University; Shanghai Engineering Research Center of Colorectal Cancer Minimally Invasive technology, Shanghai 200032, China

Corresponding author: Xu Jianmin, Email: xujmin@aliyun.com

【Abstract】 Surgery takes up the core position in the treatment for rectal cancer. Compared to traditional laparoscopic surgery, the most significant technological advantage of robotic surgery is its ability to perform precise and dexterous procedures in narrow spaces, making it particularly suitable for rectal surgery. With the development of robotic surgery of rectal cancer, accumulating evidence suggests that the technological advantages of robotic surgery are gradually demonstrated in treatment effect. Several randomized controlled trials and large cohorts suggest that robotic rectal cancer surgery has certain advantages over laparoscopic surgery in terms of short-term outcomes (conversion rate, incidence of complication, etc.), and is comparable in terms of specimen quality. Evidence concerning long-term outcomes remains limited. In this article, we will review evidence in the field of robotic surgery of rectal cancer, summarize recent progress, and envision future development.

【Key words】 Colorectal neoplasms; Robotic surgical system; Surgery; Prognosis

直肠癌常用的手术方式包括传统开放手术、腹腔镜及机器人微创手术等。相比于传统开放及腹腔镜手术, 机器人手术最显著的技术优势是能在狭窄空间内完成精细灵活的操作^[1]。自 2002 年美国食品药品监督管理局批准 da Vinci 手术机器人系统用于临床以

来, 机器人手术在包括直肠癌在内的骨盆内手术方面迅速发展, 高质量临床研究陆续报道和相关的循证医学证据不断积累, 对于其效果的评价也日臻完善。本文将总结近年机器人直肠癌手术在短期效果、标本质量和长期效果等方面的证据和新进展。

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240518-00183

收稿日期 2024-05-18 本文编辑 朱雯洁

引用本文: 郑鹏, 冯青阳, 许剑民. 机器人直肠癌手术新进展及热点问题[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(8): 774-778. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240518-00183.



一、手术机器人系统的技术优势

与传统腹腔镜的设备和器械相比,手术机器人在灵活性、精确性和稳定性方面拥有显著的优势。目前,临床应用最广泛的机器人系统是美国 Intuitive Surgical 推出的 da Vinci 系统,已经更新到 da Vinci Xi 系统,其主要具有以下技术特点:(1)提供 3D 高清影像,手术视野真实、清晰、稳定,此外还有荧光显像功能;(2)4 条机械臂功能一致,可以互相替换,能够提供更加广阔的视角和灵活的入路;(3)机械手可在 7 个自由度 540° 方向旋转,操作精细灵活;(4)能等比缩小操作者的大幅度动作,并智能滤除不自主颤动,手术操作稳定安全;(5)术者可采取坐姿并远离手术台进行操作,手术过程舒适自如,能减少术者疲劳感^[2];(6)机器人手术可明显缩短学习曲线,更为高效^[3]。随着技术的不断迭代和临床应用的持续开展,这些技术优势正在逐步转化为切实的疗效提高。

二、机器人直肠癌手术的效果

1. 短期效果:关于机器人直肠癌手术的短期结果目前已有大量报道。总体而言,与腹腔镜手术相比,机器人直肠癌手术在降低中转开放手术率、器官功能保护、减少术中出血、缩短住院时间和降低围手术期并发症发生率等方面表现出一定的优势^[4,5]。既往结论主要来自回顾性研究的荟萃分析,近期开始陆续有随机对照临床研究报道,其中最重要的证据是近期发表的 REAL 研究^[6]。其短期结果显示,在意向治疗人群中,机器人组(586 例)相比于腹腔镜组(585 例)有明显优势,包括中转开放率(1.7% 比 3.9%, $P=0.021$)、术中并发症发生率(5.5% 比 8.7%, $P=0.030$)、术中失血量(40 ml 比 50 ml, $P<0.0001$)、术后并发症发生率(16.2% 比 23.1%, $P=0.003$)和术后住院时间(7 d 比 8 d, $P=0.0001$)。

当然,也有很多研究报道了阴性的结果,其中受关注最多的是 ROLARR 研究^[7]。作为机器人直肠癌手术领域最早的一项多中心前瞻性随机对照研究,ROLARR 研究的首要研究终点是中转开放率。然而,该研究没有达到首要研究终点,机器人组和腹腔镜组的中转开放率差异没有统计学意义(8.1% 比 12.2%, $OR=0.61$, $P=0.16$),且其他短期结果的差异也均无统计学意义(均 $P>0.05$)。很多学者认为,参加研究的部分医生机器人手术熟练度不足,是 ROLARR 研究的一个重要缺陷。Corrigan 等^[8]通过校正分析 ROLARR 研究发现,熟练程度影

响手术效果,由经验丰富的手术医生开展机器人手术时,中转开放率更低。此外,ROLARR 研究在样本量计算方面也受到了挑战。腹腔镜直肠癌手术因其技术难点,存在较高的中转开放率,最早的 CLASSICC 研究所报道的中转开放率达到 34%,之后随着时间的推移和腔镜手术的普及而逐步降低,最终稳定在 10%~15%。由此,ROLARR 研究根据腹腔镜手术 25% 的中转率计算,可能会低估样本量,导致阴性结果。

中转开放率不仅是一个短期效果指标,还可能影响长期预后。CLASICC 研究发现,无论外科医生的手术经验如何,中转开放都与较差的长期肿瘤学结果相关^[9]。最近一项基于挪威国家数据库的队列研究提示,中转开放的腹腔镜直肠癌手术环周切缘阳性率更高,进而可能导致更差的治疗效果^[10]。因此,机器人在降低中转开放率方面的优势可能有更加深远的价值和影响,但目前这方面尚没有充足的证据。ROLARR 研究的亚组分析提示,与腹腔镜组相比,机器人组中在困难病例亚组(高体质指数、男性和低位肿瘤等)中的中转开放率更低^[7]。虽然差异没有统计学意义,但这一结果提示,机器人直肠癌手术可能在相对困难的人群中才能充分表现出优势。临床实践中选择微创方式时,也应该将这些因素纳入考虑。另外一个值得注意的问题是,中转开放率在不同人种中表现出很明显的差异,在比较和解读不同研究结果时应该格外注意。来自西方人群的研究中,腹腔镜直肠癌手术的中转开放率多在 10%~15% 之间^[7,11-15];而来自东亚人群的研究中,腹腔镜直肠癌手术的中转开放率都低于 5%^[6,16]。笔者认为,这种区别可能来源于不同人种的解剖及体格差异,西方人可能有更高的体质指数、更短的乙状结肠和更加狭窄的骨盆。

在并发症方面,直肠癌术后吻合口漏通常是临床最关心的问题。相比于腹腔镜直肠癌手术,机器人手术虽然能够显著降低术后并发症发生率,但是否能降低吻合口漏发生率,目前证据尚且不足。荟萃分析报道的机器人直肠癌手术吻合口漏发生率在 4.5%~10.5% 之间^[17];与几项重要临床研究报道的腹腔镜手术吻合口漏发生率相近^[11-12,14-15]。ROLARR 研究和 REAL 研究中都比较了机器人组与腹腔镜组的吻合口漏发生率(9.9% 比 11%, $P>0.05$; 5.1% 比 8.2%, $P=0.057$),虽然机器人组吻合口漏更少,但差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)^[5-6]。从低

位吻合的技术层面来看,机器人手术除了盆腔内的灵活操作以外,另一个重要的优势在于能够缝合加固吻合口(尤其是所谓的“猫耳朵”区域)。关于机器人直肠癌手术是否能够减少吻合口漏发生风险,笔者非常期待更高级别的证据支持。

2. 标本质量:直肠癌手术标本质量是评估全直肠系膜切除完成情况的主要参考,也是评估直肠癌手术方式效果的重要标准。标本质量直接影响直肠癌局部复发和长期生存^[18]。常用的评估项目包括环周切缘、远端切缘及直肠系膜完整性。

现有机器人和腹腔镜直肠癌手术的比较中,尚没有以标本质量为首要研究终点的前瞻性研究。两项已发表的随机对照研究(ROLARR 研究和 REAL 研究),分别报道了标本质量的相关数据^[6-7]。ROLLAR 研究中,机器人组和腹腔镜组的环周切缘阳性率分别为 5.1% 和 6.3%,直肠系膜完整率分别为 76.4% 和 77.6%,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。而在 REAL 研究中,机器人组对比腹腔镜组在环周切缘阳性率(4.0% 比 7.2%, $P=0.023$)和直肠系膜完整率(91.8% 比 95.4%, $P=0.042$)方面都表现出明显优势,而远端切缘阳性率(0.4% 比 0.7%, $P=0.676$)方面差异没有统计学意义。其他的回顾性研究或荟萃分析也多提示,机器人与腹腔镜直肠癌手术的环周切缘阳性率及直肠系膜完整性相仿^[19]。此外,个别研究提示,在需要联合盆腔脏器切除的局部进展期直肠癌中,机器人直肠癌手术仍然可以提供满意的环周切缘和远端切缘阴性率^[20]。与前述的短期结果类似,这同样提示机器人手术在困难病例中有更加明显的优势。但是受到病例数量的限制,上述结论还有待进一步研究数据的支持。

3. 长期效果:机器人直肠癌手术在技术特点和短期效果方面已表现出一定的优势,目前关键在于,这些优势能否转化为长期肿瘤学效果的提升。以目前的证据来看,实现这个目标还有很长的路要走。全直肠系膜切除、放疗等治疗策略里程碑的相继出现,已使直肠癌的诊疗总体效果大幅提升。近年来,全程新辅助治疗、放疗联合免疫治疗等综合治疗策略的出现,为总体疗效的进一步提升创造了契机,直肠癌的诊疗开始出现明显的“去手术化”^[21-25]。机器人直肠癌手术在筛选适宜人群或者处理新辅助治疗后病例方面,未来可能需要进行更加深入的探索。

就现有证据而言,与开放手术相比,腹腔镜直

肠癌手术已被证实在长期肿瘤学效果上表现出一定的优势^[26-27]。但在机器人和腹腔镜直肠癌手术的长期效果比较中,现有证据数量较少且质量参差不齐,而 ROLARR 研究和 REAL 研究的长期结局都尚未报道。同时,机器人手术属于新兴技术,普及程度和开展数量远不及腹腔镜手术,大规模队列和基于数据库的大样本研究也鲜有报道。已有的报道大多为小样本队列研究,其中绝大部分都认为,机器人直肠癌手术和腹腔镜手术在长期肿瘤学效果上没有差异。Aliyev 等^[28]报道了 115 例低直肠癌病例(腹腔镜组 55 例,机器人组 60 例)的 7 年随访数据。腹腔镜组和机器人组的 3 年、5 年和 7 年总体生存率分别为 88.6%、80.4%、73.4% 和 90.4%、86.3%、76.9%;3 年、5 年和 7 年无病生存率分别为 80.5%、75.2%、70.4% 和 84.4%、81.4%、79.8%,组间差异均无统计学意义(均 $P>0.05$);两组之间的局部复发率也相仿。Park 等^[29]比较了 133 例机器人和 84 例腹腔镜直肠癌根治手术,两组的 5 年总体生存率(92.8% 比 93.5%, $P=0.829$)、无病生存率(81.9% 比 78.7%, $P=0.547$)和局部复发率(2.3% 比 1.2%, $P=0.649$)均相仿。Cho 等^[30]通过倾向性指数匹配比较了 278 例机器人直肠癌手术和 278 例腹腔镜手术,结果同样提示,两组的 5 年总体生存率(93.1% 比 92.2%, $P=0.422$)、无病生存率(79.6% 比 81.8%, $P=0.538$)和局部复发率(3.9% 比 5.9%, $P=0.313$)相近。

三、总结和展望

综合以上证据可见,机器人直肠癌手术与腹腔镜和开放手术相比,表现出一定的优势。笔者认为,机器人直肠癌手术虽然尚在起步阶段,但是依旧有很大的发展空间和潜力,当然也需要我们更多付出和努力。首先,需要更多高质量的循证医学证据帮助了解和明确机器人直肠癌手术优势。前序的临床研究已经取得了阶段性成果,期待后续的研究报道。其次,机器人手术和腹腔镜手术两者不应该是互斥的关系,如何在临床实践中作出最优的选择,也是一个值得探讨的问题。ROLARR 研究亚组分析提示,困难病例(男性、肥胖或低位肿瘤)中机器人组似乎更有优势。REAL 研究则提示,机器人组患者接受括约肌保留手术的比例更高。结合直肠癌诊疗的最新进展,在全程新辅助治疗或者联合免疫治疗的病例中,机器人直肠癌手术是否有优势,也非常值得研究。最后,机器人直肠癌手术的

开展和推广还面临卫生经济学方面的阻力, 如何降本增效、完善技术本身也是亟待解决的问题。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Baek SJ, Kim CH, Cho MS, et al. Robotic surgery for rectal cancer can overcome difficulties associated with pelvic anatomy[J]. *Surg Endosc*, 2015, 29(6): 1419-1424. DOI: 10.1007/s00464-014-3818-x.
- [2] Heemskerk J, Zandbergen HR, Keet SW, et al. Relax, it's just laparoscopy! A prospective randomized trial on heart rate variability of the surgeon in robot-assisted versus conventional laparoscopic cholecystectomy[J]. *Dig Surg*, 2014, 31(3):225-232. DOI: 10.1159/000365580.
- [3] Burghgraef TA, Sikkenk DJ, Verheijen PM, et al. The learning curve of laparoscopic, robot-assisted and transanal total mesorectal excisions: a systematic review [J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(9):6337-6360. DOI: 10.1007/s00464-022-09087-z.
- [4] Speicher PJ, Englum BR, Ganapathi AM, et al. Robotic low anterior resection for rectal cancer: a national perspective on short-term oncologic outcomes[J]. *Ann Surg*, 2015, 262(6):1040-1045. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001017.
- [5] Jones K, Qassem MG, Sains P, et al. Robotic total meso-rectal excision for rectal cancer: a systematic review following the publication of the ROLARR trial[J]. *World J Gastrointest Oncol*, 2018, 10(11): 449-464. DOI: 10.4251/wjgo.v10.i11.449.
- [6] Feng Q, Yuan W, Li T, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for middle and low rectal cancer (REAL): short-term outcomes of a multicentre randomised controlled trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2022, 7(11):991-1004. DOI: 10.1016/S2468-1253(22)00248-5.
- [7] Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, et al. Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer: the ROLARR randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2017, 318(16): 1569-1580. DOI: 10.1001/jama.2017.7219.
- [8] Corrigan N, Marshall H, Croft J, et al. Exploring and adjusting for potential learning effects in ROLARR: a randomised controlled trial comparing robotic-assisted vs. standard laparoscopic surgery for rectal cancer resection[J]. *Trials*, 2018, 19(1): 339. DOI: 10.1186/s13063-018-2726-0.
- [9] Ferraro L, Formisano G, Salaj A, et al. Preliminary robotic abdominal wall reconstruction experience: single-centre outcomes of the first 150 cases[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2023, 408(1): 276. DOI: 10.1007/s00423-023-03004-1.
- [10] Myrseth E, Nymo LS, Gjessing PF, et al. Lower conversion rate with robotic assisted rectal resections compared with conventional laparoscopy; a national cohort study[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(5): 3574-3584. DOI: 10.1007/s00464-021-08681-x.
- [11] Fleshman J, Branda M, Sargent DJ, et al. Effect of laparoscopic-assisted resection vs open resection of stage II or III rectal cancer on pathologic outcomes: the ACOSOG Z6051 randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(13):1346-1355. DOI: 10.1001/jama.2015.10529.
- [12] Stevenson AR, Solomon MJ, Lumley JW, et al. Effect of laparoscopic-assisted resection vs open resection on pathological outcomes in rectal cancer: the ALaCaRT randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(13): 1356-1363. DOI: 10.1001/jama.2015.12009.
- [13] Green BL, Marshall HC, Collinson F, et al. Long-term follow-up of the Medical Research Council CLASICC trial of conventional versus laparoscopically assisted resection in colorectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(1): 75-82. DOI: 10.1002/bjs.8945.
- [14] van der Pas MH, Haglind E, Cuesta MA, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer (COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial[J]. *Lancet Oncol*, 2013, 14(3):210-218. DOI: 10.1016/S1470-2045(13)70016-0.
- [15] Guillou PJ, Quirke P, Thorpe H, et al. Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicentre, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2005, 365(9472): 1718-1726. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66545-2.
- [16] Jeong SY, Park JW, Nam BH, et al. Open versus laparoscopic surgery for mid-rectal or low-rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): survival outcomes of an open-label, non-inferiority, randomised controlled trial[J]. *Lancet Oncol*, 2014, 15(7): 767-774. DOI: 10.1016/S1470-2045(14)70205-0.
- [17] Hellan M, Ouellette J, Lagares-Garcia JA, et al. Robotic rectal cancer resection: a retrospective multicenter analysis[J]. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22(7):2151-2158. DOI: 10.1245/s10434-014-4278-1.
- [18] Rullier A, Gourgou-Bourgade S, Jarlier M, et al. Predictive factors of positive circumferential resection margin after radiochemotherapy for rectal cancer: the French randomised trial ACCORD12/0405 PRODIGE 2[J]. *Eur J Cancer*, 2013, 49(1): 82-89. DOI: 10.1016/j.ejca.2012.06.028.
- [19] Hopkins MB, Geiger TM, Bethurum AJ, et al. Comparing pathologic outcomes for robotic versus laparoscopic Surgery in rectal cancer resection: a propensity adjusted analysis of 7616 patients[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(6): 2613-2622. DOI: 10.1007/s00464-019-07032-1.
- [20] Chang TP, Chok AY, Tan D, et al. The emerging role of robotics in pelvic exenteration surgery for locally advanced rectal cancer: a narrative review[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(7):1518. DOI: 10.3390/jcm10071518.
- [21] Kasi A, Abbasi S, Handa S, et al. Total neoadjuvant therapy vs standard therapy in locally advanced rectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(12):e2030097. DOI: 10.1001/jamaneetworkopen.2020.30097.
- [22] Cercek A, Lumish M, Sinopoli J, et al. PD-1 blockade in mismatch repair-deficient, locally advanced rectal cancer[J]. *N Engl J Med*, 2022, 386(25): 2363-2376. DOI: 10.1056/NEJMoa2201445.
- [23] Loria A, Tejani MA, Temple LK, et al. Practice patterns for organ preservation in US patients with rectal cancer, 2006-2020[J]. *JAMA Oncol*, 2024, 10(1): 79-86. DOI: 10.1001/jamaoncol.2023.4845.

- [24] Wang Y, Shen L, Wan J, et al. Neoadjuvant chemoradiotherapy combined with immunotherapy for locally advanced rectal cancer: a new era for anal preservation[J]. Front Immunol, 2022, 13:1067036. DOI: 10.3389/fimmu.2022.1067036.
- [25] Rahma OE, Yothers G, Hong TS, et al. Use of total neoadjuvant therapy for locally advanced rectal cancer: initial results from the pembrolizumab arm of a phase 2 randomized clinical trial[J]. JAMA Oncol, 2021,7(8):1225-1230. DOI: 10.1001/jamaoncol.2021.1683.
- [26] Schnitzbauer V, Gerken M, Benz S, et al. Correction to: Laparoscopic and open surgery in rectal cancer patients in Germany: short and long-term results of a large 10-year population-based cohort[J]. Surg Endosc, 2020, 34(3):1142. DOI: 10.1007/s00464-019-07118-w.
- [27] Dehlaghi Jadid K, Cao Y, Petersson J, et al. Long term oncological outcomes for laparoscopic versus open surgery for rectal cancer - a population-based nationwide noninferiority study[J]. Colorectal Dis, 2022,24(11):1308-1317. DOI: 10.1111/codi.16204.
- [28] Aliyev V, Piozzi GN, Bulut A, et al. Robotic vs. laparoscopic intersphincteric resection for low rectal cancer: a case matched study reporting a median of 7-year long-term oncological and functional outcomes [J]. Updates Surg, 2022, 74(6):1851-1860. DOI: 10.1007/s13304-022-01396-1.
- [29] Park EJ, Cho MS, Baek SJ, et al. Long-term oncologic outcomes of robotic low anterior resection for rectal cancer: a comparative study with laparoscopic surgery[J]. Ann Surg, 2015, 261(1):129-137. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000613.
- [30] Cho MS, Baek SJ, Hur H, et al. Short and long-term outcomes of robotic versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a case-matched retrospective study[J]. Medicine (Baltimore), 2015, 94(11):e522. DOI: 10.1097/MD.0000000000000522.

·读者·作者·编者·

在本刊发表的论文中可直接使用的英文缩写名词

AEG(食管胃结合部腺癌)
AJCC(美国癌症联合委员会)
ASA(美国麻醉医师协会)
ASCO(美国临床肿瘤协会)
BMI(体质指数)
CEA(癌胚抗原)
CI(置信区间)
CSCO(中国临床肿瘤学会)
DFS(无病生存率)
DNA(脱氧核糖核酸)
EMR(内镜黏膜切除术)
ERAS(加速康复外科)
ESD(内镜黏膜下剥离术)
ESMO(欧洲肿瘤内科学会)
EUS(内镜超声检查术)
FDA(美国食品药品监督管理局)
GIST(胃肠间质瘤)
HR(风险比)
ICU(重症监护病房)
Ig(免疫球蛋白)
IL(白细胞介素)
ISR(经括约肌间切除术)
NOSES(经自然腔道取标本手术)

NOTES(经自然腔道内镜手术)
MRI(磁共振成像)
MDT(多学科综合治疗协作组)
NCCN(美国国立综合癌症网络)
NIH(美国国立卫生院)
NK细胞(自然杀伤细胞)
OS(总体生存率)
OR(比值比)
PET(正电子发射断层显像术)
PFS(无进展生存率)
PPH(吻合器痔上黏膜环切钉合术)
RCT(随机对照试验)
RNA(核糖核酸)
ROC曲线(受试者工作特征曲线)
RR(相对危险度)
PCR(聚合酶链反应)
taTME(经肛全直肠系膜切除术)
TME(全直肠系膜切除术)
TNF(肿瘤坏死因子)
UICC(国际抗癌联盟)
VEGF(血管内皮生长因子)
WHO(世界卫生组织)