

低位直肠癌外科治疗的研究进展

王祯延¹, 乌新林^{2*}

¹内蒙古医科大学第一临床医学院, 内蒙古 呼和浩特

²内蒙古医科大学附属医院胃肠外科, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2025年4月8日; 录用日期: 2025年5月2日; 发布日期: 2025年5月9日

摘要

低位直肠癌因其解剖位置的特殊性和复杂性, 在手术根治性切除、保肛及功能保留等方面面临诸多挑战。近年来随着微创技术的进步以及快速康复外科理念的普及, 低位直肠癌的外科治疗取得飞跃性的进展。本文对于低位直肠癌外科治疗的现状进行总结, 重点介绍了经肛门内镜显微手术(TEM)、经自然腔道取标本手术(NOTES)、精准功能保肛术以及机器人辅助直肠癌根治术等新一代低位直肠癌外科治疗技术, 探讨其在提高手术根治性、保留器官功能和改善患者生活质量方面的优势与挑战。

关键词

低位直肠癌, 经肛门内镜显微手术, 经自然腔道取标本手术, 机器人辅助手术, 外科治疗

Research Progress on Surgical Treatment of Low Rectal Cancer

Zhenyan Wang¹, Xinlin Wu^{2*}

¹First Clinical Medical College of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

²Department of Gastrointestinal Surgery, The Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Apr. 8th, 2025; accepted: May 2nd, 2025; published: May 9th, 2025

Abstract

Due to its anatomical location and complexity, low rectal cancer presents numerous challenges in radical surgical resection, sphincter preservation, and functional retention. In recent years, with the advancement of minimally invasive techniques and the popularization of rapid rehabilitation surgery concepts, there has been a significant leap in the surgical treatment of low rectal cancer.

*通讯作者。

文章引用: 王祯延, 乌新林. 低位直肠癌外科治疗的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 335-341.

DOI: 10.12677/acm.2025.1551375

This article summarizes the current status of surgical treatment for low rectal cancer, with a focus on introducing a new generation of surgical techniques for low rectal cancer, including transanal endoscopic microsurgery (TEM), natural orifice transluminal endoscopy (NOSES), precise sphincter-preserving surgery, and robot-assisted radical resection of rectal cancer. It explores the advantages and challenges of these new techniques in improving surgical radicality, preserving organ function, and enhancing patient quality of life.

Keywords

Low Rectal Cancer, Transanal Endoscopic Microsurgery, Natural Orifice Specimen Extraction Surgery, Robot-Assisted Surgery, Surgical Treatment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

结直肠癌作为消化系统中最为普遍的恶性肿瘤之一,其全球发病率在 2022 年位列第三,共计 193 万例,而死亡率则位居第二,死亡人数约为 90 万[1]。在我国,2022 年结直肠癌的发病率已超越胃癌,成为继肺癌之后,发病率居第二位的恶性肿瘤,新发病例达到 55.5 万例,死亡病例为 28 万例。在结直肠癌患者中,直肠癌患者数量占总患者数的 40%以上[2]。目前针对直肠癌患者的治疗策略,主要以手术切除为主导、辅以新辅助治疗以及靶向治疗等,术后患者的生存率相对较高。其中低位直肠癌(距齿状线 5 cm 及以下)因其特殊的解剖位置,在手术根治性切除、保肛及功能保留等方面面临诸多挑战。传统手术方式在追求根治性的同时,常给患者带来如排便功能障碍、性功能障碍等并发症,严重影响生活质量。随着外科技术的发展,一系列新理念、新技术不断涌现,旨在在保证肿瘤根治的前提下,最大程度保留患者的生理功能和提高生活质量。本文将对低位直肠癌外科治疗的最新进展进行论述。

2. 经肛门内镜显微手术(TEM)

20 世纪 80 年代,Heald [3]提出了全直肠系膜切除术(Total Mesorectal Excision, TME)概念,强调在骶前间隙直视下进行锐性分离,保证盆筋膜脏层完整无破损,肿瘤远端直肠系膜切除不得小于 5 cm,是中低位直肠癌根治术的重要原则,显著降低了直肠癌术后复发率并提高了患者生存率。对于中位直肠癌需切除肿瘤远端 4~5 cm 肠管,对于距肛缘小于 5 cm 的低位直肠癌,术中冰冻病理证实切缘阴性的前提下,切除 1~2 cm 肠管可接受。现在,TME 已被公认为直肠癌根治性治疗的标准术式,是低位直肠癌手术治疗的“金标准”。尽管提供了有效的局部肿瘤控制,还是有相当比例的患者还需要临时或永久性造口。随着筛查手段的进步再加上现代新辅助治疗的适用范围和疗效的进步,导致早期直肠癌适合局部切除的比例显著增加。因此,越来越多的人倾向于采用微创手术和直肠保留技术。经肛门内镜显微手术(Transanal Endoscopic Microsurgery, TEM)应运而生。

TEM 的优势在于可以直接经肛门的单孔内镜下完成切除、缝合、止血等外科操作,被推荐用于治疗 T₁ 期或小 T₂ 期的早期直肠癌[4],且由于 TEM 术中视野暴露充分,可以在直视下充分切除肿瘤及周围组织,根治性较好。一项关于 TEM 与经腹全直肠系膜切除术的荟萃分析结果显示,在治疗 T₁ 期直肠癌方面,虽然 TEM 术后肿瘤复发率较高,但 TEM 与根治性手术在术后远处转移率、无病生存率及总体生存率方面的比较,差异没有统计学意义,部分患者术后有行二次补救手术的可能,但 TEM 因其手术创伤小、

术后恢复快等优势, 仍是治疗 T1 期直肠癌的首选治疗[5]。对于高选择性的 T1 期直肠癌患者(包括环腔 < 50%、直径 < 3 cm、中高分化、没有区域淋巴结转移证据等), TEM 已被美国 NCCN 指南纳入为一项推荐的早期直肠癌治疗措施[6]。而对于术后的肛门功能以及生活质量方面, Coco 等[7]的研究结果显示: TEM 相比于传统根治术在患者术后便急、便失禁、控气能力、控便能力等方面差异具无统计学意义, 尽管一小部分患者术后出现了缝线撕裂或吻合口少量出血的情况出现, 但并未影响术后的肛门功能。在早期直肠癌的外科治疗中, TEM 技术的应用部分降低了患者接受根治性手术的必要性, 从而规避了手术可能带来的风险, 同时减轻了患者的生理、心理及经济负担。此外, 该技术在维持与传统根治方法相当的治疗效果的同时, 为早期直肠癌患者提供了新的术后功能保持治疗方案。

3. 经自然腔道取标本手术(NOSES)

1993 年 Franklin [8]首次报道了世界上第一例标本经自然腔道取出的手术, 2008 年, Palanivel [9]将这种手术命名为经自然腔道取标本手术(Natural Orifice Specimen Extraction Surgery, NOSES), 而随着加速康复外科(Enhanced Recovery After Surgery, ERAS)理念[10]的普及以及微创外科技术的迅猛发展, 经自然腔道取标本手术经历了迅速发展[11]-[13]。NOSES 是指使用各类体腔内电子成像平台完成腹腔镜的手术操作之后, 通过人体的自然腔道(如直肠、阴道、口腔)取出标本, NOSES 与传统腹腔镜结直肠手术的核心区别体现在标本的取出方法以及消化道重建的流程。随着 NOSES 技术的持续发展与完善, 该技术在全国范围内的应用日益广泛, 使得越来越多的直肠癌患者得以受益。

《结直肠肿瘤经自然腔道取标本手术指南(2023 版)》[14](以下简称《指南》)的发布, 进一步系统性地对 NOSES 理论体系进行了阐述。《指南》依据标本的取出途径、取出方式以及肿瘤位置, 将 NOSES 术式细分为十种, 分别针对不同位置的结直肠肿瘤, 而不同 NOSES 术式之间有其特定的操作要点和适应人群。NOSES I 式是针对低位直肠肿瘤的标本提取方法, 该方法将直肠标本翻出体外, 能准确判断肿瘤下切缘位置, 一次性闭合直肠远端, 在不伤及肛门括约肌的前提下, 最大程度保证肿瘤的根治性。

众多研究表明, NOSES 在保证肿瘤根治性方面与传统腹腔镜手术相当[15], 且术后患者疼痛更轻、胃肠功能恢复更快、住院时间更短。NOSES 通过肛门取出标本, 避免了腹壁切口, 减少了术后切口相关并发症, 如切口感染、切口疝等的发生风险[15]-[17]。一项 Liu [18]等的荟萃分析纳入了 2 项随机对照试验, 7 项回顾性研究和 5 项前瞻性非随机研究, 结果显示 NOSES 较传统腹腔镜手术, 发生术后并发症的概率更低($P < 0.001$), 吻合口瘘发生率更低($P < 0.001$)。这可能是由于体内吻合术(intracorporeal anastomosis, IA)较体外吻合术(extracorporeal anastomosis, EA)对肠系膜的牵拉更小, 不易造成系膜的撕裂和出血, 保证了吻合口的血运, 从而降低术后吻合口瘘的发生率。术后肛门功能方面, 虽然部分学者担心经肛门提取标本时可能会对盆底的肌肉、神经、血管等软组织造成一定损伤, 从而影响术后的肛门功能及生活质量。但这种影响一般来说是短暂的, 随着术后炎症消退和机体自然修复等多因素共同作用下, 功能会逐渐恢复至术前水平[19]。Zhang [20]的一项随访超过 5 年的研究结果显示: 接受 NOSES 的患者术后肛门功能会在术后短期内表现出较传统腹腔镜手术更严重的肛门失禁情况, 但随时间推移, 多数患者的肛门功能会在术后 1 年内恢复至正常水平, 且在后续随访中肛门功能未出现恶化现象, 这也说明 NOSES 不会损伤到患者远期直肠-肛门功能。

许多学者仍对 NOSES 在细菌学方面的表现有所担忧。Costantino 等[21]曾通过临床研究证实, NOSES 术后腹腔灌洗液细菌培养阳性率高达 100%。从现实角度出发, 直肠残端的开放、标本经肛拖出、近端肠管置入吻合器抵钉座等操作, 无疑会增加腹腔内细菌播散的可能, 这对术后吻合口恢复或腹腔内炎症消退都是不利的。但这种程度感染并不会导致患者术后感染相关恶性高热或者腹腔感染等并发症出现,

只会使术后血液内的炎症相关指标显著升高[22]。

4. 经自然腔道取标本之超低位直肠癌精准功能保肛术(NOSES-PPS)

随着外科技术的快速发展, 低位直肠癌的肛门保留指征也趋于宽松化。临床上开展较为广泛的超低位直肠癌保肛术式如结肠肛管吻合术(Parks 术)或腹腔镜下 ISR 手术等, 都存在术后肛门功能差、预防性造口比例高及吻合口漏发生率较高等问题[19][23], 其主要原因是手术视野暴露困难, 操作空间有限, 难以实现肠管的精确离断和重建, 不可避免对直肠及肛门牵拉从而对肛门功能产生影响。而 Liu 所提出的经自然腔道取标本之超低位直肠癌精准功能保肛术(natural orifice specimen extraction surgery of precision functional sphincter-preserving surgery for ultra-low rectal cancer, NOSES-PPS) [24][25]的问世, 部分攻克了这些难题。

NOSES-PPS 手术借助特制透明螺纹扩肛器等设备, 可在直视下精准定位和切除肿瘤下缘, 再配合刘氏吻合法[25]: (1) 缝合固定吻合口近端肠管于盆底肌降低吻合口张力; (2) 吻合固定环辅助器械吻合; (3) 手工缝合加固吻合口, 通过将近端肠管与盆底肌进行减张缝合, 解除吻合口因体位变化产生的重力牵拉, 进一步降低吻合口张力。通过上述方法, 将近端肠管与盆底肌进行减张缝合, 有效解除因体位变化导致的吻合口重力牵拉, 进一步降低吻合口张力。这些措施最大限度地保留了正常肠壁, 同时在消化道重建后形成了特殊的肛管形态, 其中近端呈圆锥形, 便于粪便引流; 远端较窄, 呈圆柱形, 以减少粪便通过时患者的不适感。该方法有效解决了超低位直肠癌患者的保肛术后肛门功能失常的难题。针对 NOSES-PPS 的最新研究成果表明, 相较于传统超低位直肠癌保肛手术, NOSES-PPS 在减少预防性造口比例及术后并发症发生率方面具有明显优势, 同时显著提升了超低位直肠癌的保肛成功率以及术后肛门功能的恢复[26]。目前而言, NOSES-PPS 技术仍处于临床探索初期阶段, 其在肿瘤学长期预后及器官功能保护方面的疗效, 仍需通过大样本前瞻性、多中心临床研究进行系统性验证与循证支持。

5. 机器人辅助直肠癌根治术

机器人手术系统自诞生起就逐渐在直肠癌的手术治疗领域中展现出其独特的优势[27]-[29]。相较于传统腹腔镜平台, 机器人系统具有 7 自由度 540°自由旋转的机械臂, 能在狭小的盆腔中进行精巧的手术操作, 系统配备的 10 倍高清的三维镜头, 可以更好地辨识盆底细小组织, 从而达到更好的神经血管保护, 以及更彻底地切除病变组织的目的, 进一步降低术后并发症的发生以及肿瘤复发的概率。此外, 搭载的“震颤过滤”功能有效地减少了术中操作对括约肌的牵拉损伤。且机器人手术也可以与经肛微创手术(Transanal Minimally Invasive Surgery, TAMIS)及 NOSES 等先进技术互相配合, 进一步提升低位直肠癌的治疗效果。

尤其在术后在保肛率与术后直肠肛门功能恢复上, 机器人手术表现出色。借助灵活机械臂与清晰放大视野, 术者能更准确地判断肿瘤边界, 所以机器人手术十分有利于筋膜层面的解剖、盆底神经的保护和括约肌间隙的分离, 在面对肿瘤距齿状线 1~2 cm 内的超低位直肠癌也表现得游刃有余, 众多研究结果也显示, 机器人手术在保证根治性的前提下, 为低位直肠癌患者争取更高的保肛成功率[30]。同时, 由于对盆腔自主神经的精准保护, 患者术后直肠肛门功能恢复状况更佳, 如排便功能障碍发生率降低, 肛门括约肌功能得以更好维持, 显著提升了患者术后生活质量。

在肿瘤根治性方面, 机器人手术系统凭借其精准操作, 可实现更彻底的淋巴结清扫与更理想的环周切缘状态, 保障肿瘤切除的根治性效果。Khan [31]等的一项荟萃分析结果显示, 接受机器人辅助低位直肠癌根治术手术的患者, 其淋巴结清扫数目往往多于传统手术, 且环周切缘阳性率更低。而 Tang 等的一项前瞻性随机对照研究的结果也显示, 机器人辅助低位直肠癌根治术和传统腹腔镜手术的术后 2 年内总

生存率和无病生存率对比, 差异没有统计学意义[32]。

机器人手术一个不可忽视的弊端便是其高额的医疗成本, 这也限制了其在临床中广泛推广。机器人手术设备价格不菲, 医院购置成本极高, 再加上后续的维护、保养费用, 致使机器人手术的整体收费远超传统手术, 给患者及其家庭带来沉重的经济负担, 不仅限制了部分患者接受该治疗方式的机会。在我国, 直肠癌的机器人手术较传统腹腔镜手术, 总住院费用高约 25%~45% [33] [34], 但笔者相信, 未来随着医疗体系不断推进, 这一部分费用有望纳入医保中, 国产机器人的问世也会使得机器人手术费用有所下降, 从而加快机器人手术的进一步推广及发展。

6. 总结与展望

低位直肠癌的外科治疗在近年来取得了显著进展, TEM、NOSES、精准功能保肛术以及机器人辅助手术等新型技术为低位直肠癌患者提供了更多个体化、精细化的治疗方案。这些技术在提高手术根治性的同时, 更加注重器官功能的保留和患者生活质量的改善。然而, 每种手术方式都有其适应症和局限性, 临床医生应根据患者的具体情况, 综合多学科意见, 选择最适合患者的手术方式。未来, 随着技术的不断创新和完善, 低位直肠癌的外科治疗有望在根治性和功能保留方面取得更好的平衡, 进一步提高患者的生存率和生活质量, 也将有助于推动低位直肠癌外科治疗的规范化和精准化发展。

参考文献

- [1] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Soerjomataram, I., et al. (2024) Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **74**, 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- [2] 郑荣寿, 陈茹, 韩冰峰, 等. 2022 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2024, 46(3): 221-231.
- [3] Heald, R.J. and Ryall, R.D.H. (1986) Recurrence and Survival after Total Mesorectal Excision for Rectal Cancer. *The Lancet*, **327**, 1479-1482. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(86\)91510-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(86)91510-2)
- [4] 李昀昊, 林国乐. 经肛门内镜显微手术治疗直肠肿瘤的现状及进展[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2019, 12(6): 326-329.
- [5] Lu, J., Lin, G., Qiu, H., Xiao, Y., Wu, B. and Zhou, J. (2015) Comparison of Transanal Endoscopic Microsurgery and Total Mesorectal Excision in the Treatment of T1 Rectal Cancer: A Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **10**, e0141427. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141427>
- [6] Benson, A.B., Venook, A.P., Al-Hawary, M.M., Azad, N., Chen, Y., Ciombor, K.K., et al. (2022) Rectal Cancer, Version 2.2022, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, **20**, 1139-1167. <https://doi.org/10.6004/jnccn.2022.0051>
- [7] Coco, C., Rizzo, G., Mattana, C., Gambacorta, M.A., Verbo, A., Barbaro, B., et al. (2013) Transanal Endoscopic Microsurgery after Neoadjuvant Radiochemotherapy for Locally Advanced Extraperitoneal Rectal Cancer: Short-Term Morbidity and Functional Outcome. *Surgical Endoscopy*, **27**, 2860-2867. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-2842-6>
- [8] Franklin, M.E., Ramos, R., Rosenthal, D. and Schuessler, W. (1993) Laparoscopic Colonic Procedures. *World Journal of Surgery*, **17**, 51-56. <https://doi.org/10.1007/bf01655705>
- [9] Palanivelu, C., Rangarajan, M., Jategaonkar, P.A. and Anand, N.V. (2008) An Innovative Technique for Colorectal Specimen Retrieval: A New Era of "Natural Orifice Specimen Extraction" (N.O.S.E). *Diseases of the Colon & Rectum*, **51**, 1120-1124. <https://doi.org/10.1007/s10350-008-9316-2>
- [10] Ripollés-Melchor, J., Abad-Motos, A. and Zorrilla-Vaca, A. (2022) Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) in Surgical Oncology. *Current Oncology Reports*, **24**, 1177-1187. <https://doi.org/10.1007/s11912-022-01282-4>
- [11] Guan, X., Hu, X., Jiang, Z., Wei, Y., Sun, D., Wu, M., et al. (2022) Short-Term and Oncological Outcomes of Natural Orifice Specimen Extraction Surgery (NOSES) for Colorectal Cancer in China: A National Database Study of 5055 Patients. *Science Bulletin*, **67**, 1331-1334. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2022.05.014>
- [12] 王锡山. 中国 NOSES 面临的挑战与展望[J]. 中华结直肠疾病电子杂志, 2018, 7(1): 2-7.
- [13] 关旭, 王贵玉, 周主青, 等. 79 家医院 718 例结直肠肿瘤经自然腔道取标本手术回顾性研究[J]. 中华结直肠疾病电子杂志, 2017, 6(6): 469-477.

- [14] 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会, 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会, 中国 NOSES 联盟. 结直肠肿瘤经自然腔道取标本手术指南(2023 版) [J]. 中华结直肠疾病电子杂志, 2023, 12(2): 89-99.
- [15] Wang, S., Tang, J., Sun, W., Yao, H. and Li, Z. (2022) The Natural Orifice Specimen Extraction Surgery Compared with Conventional Laparoscopy for Colorectal Cancer: A Meta-Analysis of Efficacy and Long-Term Oncological Outcomes. *International Journal of Surgery*, **97**, Article ID: 106196. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.106196>
- [16] Masubuchi, S., Okuda, J., Yamamoto, M., Inoue, Y., Tanaka, K. and Uchiyama, K. (2021) Natural Orifice Specimen Extraction in Laparoscopic Colorectal Cancer Surgery: A Case Series Study. *International Journal of Surgery Case Reports*, **78**, 204-209. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2020.12.059>
- [17] Liu, D., Luo, R., Wan, Z., Zhu, W., He, P., Ye, S., et al. (2020) Clinical Outcomes and Prognostic Factors of Robotic Assisted Rectal Cancer Resection Alone versus Robotic Rectal Cancer Resection with Natural Orifice Extraction: A Matched Analysis. *Scientific Reports*, **10**, Article No. 12848. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69830-1>
- [18] Liu, R., Zhang, C., Fan, Y., Pei, J., Zhang, C. and Dai, D. (2019) Safety and Oncological Outcomes of Laparoscopic NOSE Surgery Compared with Conventional Laparoscopic Surgery for Colorectal Diseases: A Meta-Analysis. *Frontiers in Oncology*, **9**, Article 597. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00597>
- [19] Korai, T., Akizuki, E., Okita, K., Nishidate, T., Okuya, K., Sato, Y., et al. (2021) Defecation Disorder and Anal Function after Surgery for Lower Rectal Cancer in Elderly Patients. *Annals of Gastroenterological Surgery*, **6**, 101-108. <https://doi.org/10.1002/ags3.12505>
- [20] Zhang, J., Li, W., Li, Y., Amin, B., Zhang, N., Sun, Z., et al. (2022) Short- and Long-Term Outcomes as Well as Anal Function of Transanal Natural Orifice Specimen Extraction Surgery versus Conventional Laparoscopic Surgery for Sigmoid Colon or Rectal Cancer Resection: A Retrospective Study with over 5-Year Follow-Up. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*, **17**, 344-351. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2022.113567>
- [21] Costantino, F.A., Diana, M., Wall, J., Leroy, J., Mutter, D. and Marescaux, J. (2011) Prospective Evaluation of Peritoneal Fluid Contamination Following Transabdominal vs. Transanal Specimen Extraction in Laparoscopic Left-Sided Colorectal Resections. *Surgical Endoscopy*, **26**, 1495-1500. <https://doi.org/10.1007/s00464-011-2066-6>
- [22] Zhou, S., Wang, X., Zhao, C., Zhou, H., Pei, W., Liang, J., et al. (2020) Can Transanal Natural Orifice Specimen Extraction after Laparoscopic Anterior Resection for Colorectal Cancer Reduce the Inflammatory Response? *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, **35**, 1016-1022. <https://doi.org/10.1111/jgh.14919>
- [23] Sun, G., Zang, Y., Ding, H., Chen, Y., Groothof, D., Gong, H., et al. (2023) Comparison of Anal Function and Quality of Life after Conformal Sphincter Preservation Operation and Intersphincteric Resection of Very Low Rectal Cancer: A Multicenter, Retrospective, Case-Control Analysis. *Techniques in Coloproctology*, **27**, 1275-1287. <https://doi.org/10.1007/s10151-023-02819-w>
- [24] 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会, 中国抗癌协会大肠癌专业委员会, 中国 NOSES 研究协作组. 经自然腔道取标本之超低位直肠癌精准功能保肛(NOSES-PPS)手术操作标准(2024 版) [J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(11): 1100-1106.
- [25] Zhuang, C., Zhang, F., Wang, Z., Jiang, X., Wang, F. and Liu, Z. (2020) Precision Functional Sphincter-Preserving Surgery (PPS) for Ultralow Rectal Cancer: A Natural Orifice Specimen Extraction (NOSE) Surgery Technique. *Surgical Endoscopy*, **35**, 476-485. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07989-4>
- [26] 庄成乐, 刘正, 张锋敏, 等. 经自然腔道取标本手术之精准功能保肛术操作要点[J]. 中华胃肠外科杂志, 2020, 23(6): 597-600.
- [27] Khajeh, E., Aminizadeh, E., Dooghaie Moghadam, A., Nikbakhsh, R., Goncalves, G., Carvalho, C., et al. (2023) Outcomes of Robot-Assisted Surgery in Rectal Cancer Compared with Open and Laparoscopic Surgery. *Cancers*, **15**, Article 839. <https://doi.org/10.3390/cancers15030839>
- [28] Liu, G., Zhang, S., Zhang, Y., Fu, X. and Liu, X. (2022) Robotic Surgery in Rectal Cancer: Potential, Challenges, and Opportunities. *Current Treatment Options in Oncology*, **23**, 961-979. <https://doi.org/10.1007/s11864-022-00984-y>
- [29] Liu, Y., Gao, G., Liang, Y., Li, T. and Li, T. (2023) Safety and Feasibility of Robotic Surgery for Old Rectal Cancer Patients. *Updates in Surgery*, **75**, 1161-1169. <https://doi.org/10.1007/s13304-023-01504-9>
- [30] Kojima, T., Hino, H., Shiomi, A., Kagawa, H., Yamaoka, Y., Manabe, S., et al. (2022) Comparison between Robotic-assisted and Laparoscopic Sphincter-preserving Operations for Ultra-Low Rectal Cancer. *Annals of Gastroenterological Surgery*, **6**, 643-650. <https://doi.org/10.1002/ags3.12564>
- [31] Khan, M.H., Tahir, A., Hussain, A., Monis, A., Zahid, S. and Fatima, M. (2024) Outcomes of Robotic versus Laparoscopic-Assisted Surgery in Patients with Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Langenbeck's Archives of Surgery*, **409**, Article No. 269. <https://doi.org/10.1007/s00423-024-03460-3>
- [32] 唐博, 高庚妹, 邹震, 等. 机器人辅助与腹腔镜辅助中低位直肠癌根治术疗效比较的前瞻性随机对照研究[J]. 中华胃肠外科杂志, 2020, 23(4): 377-383.

- [33] 朱家成. 达芬奇机器人结直肠癌根治术的近期疗效分析[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2023.
- [34] 谭可. 机器人、经肛微创联合腹腔镜与传统腹腔镜直肠癌根治术疗效比较[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 陆军军医大学, 2023.