

直肠癌根治手术保护自主神经专家共识 (2026 版)

中华医学会外科学分会结直肠外科学组 中国抗癌协会大肠癌专业委员会 中国医师协会结直肠肿瘤分会 中国性学会结直肠保功能学组

通信作者:韩方海,暨南大学附属广东省第二人民医院胃肠外科,广州 510317,Email: fh_han@163.com;张忠涛,首都医科大学附属北京友谊医院胃肠外科,北京 100050, Email: zhangzh@ccmu.edu.cn;王锡山,国家癌症中心 国家肿瘤临床医学研究中心 中国医学科学院 北京协和医学院肿瘤医院结直肠外科,北京 100021, Email: wxshan1208@126.com;申占龙,北京大学人民医院胃肠外科,北京 100035, Email: shenzhanlong@pkuph.edu.cn

【摘要】 直肠癌根治手术中避免损伤与泌尿、排便、性功能相关自主神经,影响患者术后生命质量。自主神经损伤后缺乏有效的治疗手段。目前,术中保留自主神经系统缺乏明确的操作规范和相关指南。中华医学会外科学分会结直肠外科学组、中国抗癌协会大肠癌专业委员会、中国医师协会结直肠肿瘤分会和中国性学会结直肠保功能学组组织我国该领域相关专家,根据直肠癌根治手术中自主神经损伤发生率、手术适应证、手术操作规范以及 AI 辅助神经识别等方面,制订《直肠癌根治手术保护自主神经专家共识(2026 版)》,规范直肠癌根治手术中保留自主神经的操作规范,以期降低术后泌尿、性功能障碍发生率,提高患者生命质量。

【关键词】 直肠肿瘤; 外科手术; 自主神经; 共识

基金项目:广州地区临床重大技术项目(2024P-ZD03)

Expert consensus on autonomic nerve preservation in radical resection of colorectal cancer (2026 edition)

Colorectal Surgery Group, Society of Surgery, Chinese Medical Association; Colorectal Cancer Professional Committee, China Anti-Cancer Association; Colorectal Oncology Branch, Chinese Medical Doctor Association; Colorectal Function Preservation Group, China Sexology Association

Corresponding authors: Han Fanghai, Department of Gastrointestinal Surgery, Guangdong Second Provincial General Hospital, The Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510317, China, Email: fh_han@163.com; Zhang Zhongtao, Department of Gastrointestinal Surgery, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China, Email: zhangzh@ccmu.edu.cn; Wang Xishan, Department of Colorectal Surgery, National Cancer Center, National Clinical Research Center for Cancer, Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China, Email: wxshan1208@126.com; Shen Zhanlong, Department of Gastrointestinal Surgery, Peking University

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20251027-00656

收稿日期 2025-10-27

引用本文:中华医学会外科学分会结直肠外科学组,中国抗癌协会大肠癌专业委员会,中国医师协会结直肠肿瘤分会,等.直肠癌根治手术保护自主神经专家共识(2026 版)[J].中华消化外科杂志,2026,25(1):50-68. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20251027-00656.

Citation: Colorectal Surgery Group, Society of Surgery, Chinese Medical Association; Colorectal Cancer Professional Committee, China Anti-Cancer Association; Colorectal Oncology Branch, Chinese Medical Doctor Association; et al. Expert consensus on autonomic nerve preservation in radical resection of colorectal cancer (2026 edition)[J]. Chin J Dig Surg, 2026, 25(1): 50-68. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20251027-00656.



People's Hospital, Beijing 100035, China, Email: shenzhanlong@pkuph.edu.cn

【Abstract】 Avoiding damage to autonomic nerve related to urination, defecation and sexual function in radical resection of rectal cancer is related to patients' quality of life. Once autonomic nerve injury occurs, there is a lack of effective treatment methods. At present, there is still a lack of clear operational norms or relevant guidelines on how to preserve the autonomic nervous system during the operation. The Colorectal Surgery Group, Society of Surgery, Chinese Medical Association, the Colorectal Cancer Professional Committee, the Colorectal Oncology Branch, Chinese Medical Doctor Association, China Anti-Cancer Association, and the Colorectal Function Preservation Group, China Sexology Association have organized relevant experts in this field in China to formulate the *Expert consensus on autonomic nerve preservation in radical resection of colorectal cancer (2026 edition)* based on the incidence of autonomic nerve injury during radical resection of rectal cancer, surgical indications, surgical operation specifications, and artificial intelligence-assisted nerve recognition, with the aims to standardize the operation of autonomic nerve preservation in radical resection of colorectal cancer, reduce the rate of postoperative urination and sexual dysfunction, and improve patients' quality of life.

【Key words】 Rectal neoplasms; Surgical procedures, operative; Autonomic nerve; Consensus
Fund program: Major Clinical Technology Project of Guangzhou (2024P-ZD03)

结直肠癌是常见高发恶性肿瘤。2022 年我国新发结直肠癌 51.7 万例(发病率居恶性肿瘤第 2 位),死亡 24 万例(病死率居恶性肿瘤第 4 位)^[1]。其中直肠癌患者比例约占结直肠癌的 50%^[2]。自从 Heald 提出和推广全直肠系膜切除(total mesorectal excision, TME)手术,降低了术后局部复发率、提高患者生存率,可以保护自主神经(autonomic nervous preserving, ANP),改善术后生命质量,TME+ANP 成为直肠癌根治手术的标准手术方式^[3-4]。直肠癌 TME 手术已从传统开腹到 2D/3D 腹腔镜及达芬奇机器人手术系统,但术中损伤泌尿和性功能相关的自主神经仍是影响患者术后生命质量的主要因素。直肠癌患者术后性功能障碍发生率为 5%~90%,泌尿功能障碍发生率为 6%~70%^[5-8]。3D 腹腔镜和达芬奇机器人手术系统的应用使直肠癌手术视觉识别更精准精细,但仍有 1/3 患者术中损伤盆腔自主神经,导致术后泌尿和性功能障碍。3D 腹腔镜和达芬奇机器人手术后泌尿功能障碍发生率分别为 20%~45% 和 20%~30%;性功能障碍发生率分别为 2.7%~100% 和 0~74%^[9-12]。目前该领域现状:(1)无直肠癌术后泌尿、性功能障碍的真实世界大数据资料。(2)无公认的国际操作标准和规范。(3)无公认的手术适应证。(4)NCCN 指南、欧洲肿瘤内科学会临床实践指南、日本大肠癌诊疗规约、中国临床肿瘤学会指南均未将直肠癌术中损伤自主神经作为并发症处理。(5)盆腹腔自主神经损伤后,缺乏有效的补救和治疗手段。因此,中华医学会外科学分会结直肠外科学组、中国抗癌协会大肠癌专业委员会、中国医师协会结直肠肿瘤分会和中国性学会结直肠保

功能学组组织我国该领域专家,制订《直肠癌根治手术保护自主神经中国专家共识(2026 版)》(以下简称本共识)。本共识采用牛津证据等级(表 1)对相关研究证据进行分级。投票等级分为 6 级:A. 完全同意,B. 基本同意,C. 部分同意,D. 部分反对,E. 较多反对,F. 完全反对。形成的推荐等级按照投票结果共分为 4 个等级:1. 强烈推荐,即 A 得票比例≥80%;2. 推荐,即 A+B 得票比例≥80%;3. 建议,即 A+B+C 得票比例≥80%;4. 不推荐,未达到以上各比例。

表 1 牛津证据等级

Table 1 Evidence levels of Oxford

证据等级	具体描述
I	对多项 RCT 的系统评价(Ia) 多项高质量 RCT(95% 可信区间较窄)(Ib) 高质量 CCT, 多项队列研究的系统综述(IIa)
II	高质量的类实验研究, 单项队列研究(包括质量欠佳的 RCT, 如随访率<80%)(IIb)
III	多项病例对照研究的系统综述(IIIa) 高质量的单项病例对照研究, 质量欠佳的类实验性研究, 高质量的质性研究(IIIb)
IV	权威专家组报告、系列个案分析、描述性研究及质量欠佳的病例对照研究, 质性研究
V	未经分析评价的专家意见, 非循证的指南

注:RCT 为随机对照研究;CCT 为对照临床试验

一、腹盆腔自主神经解剖及变异

了解腹盆腔自主神经的解剖与常见变异是术中保护自主神经的基础。直肠癌术后与泌尿功能和性功能障碍相关的自主神经主要有肠系膜下动脉周围神经丛(inferior mesenteric plexus, IMP)、上腹下神经丛(superior hypogastric plexus, SHP)、双侧腹下神经、盆内脏神经(pelvic splanchnic nerves,

PSN)、下腹下神经丛(inferior hypogastric plexus, IHP)、血管神经束(neurovascular bundle, NVB)和分布至肛提肌的神经。

IMP 为交感神经,在肠系膜下动脉(inferior mesentery artery, IMA)的分布有紧密缠绕型和三角型以及松散型。IMP 在腹主动脉分叉部的高度[IMA 起始部 5(3~7)cm 汇合]延伸为 SHP^[13],SHP 有形态、分布宽度和部位的变异,其下行约 4 cm,分为左右腹下神经,约 25% 的人群有副腹下神经(图 1),且腹下神经主干分支可能变异(图 1,图 2A)。左侧和右侧腹下神经之间有相互吻合网络状小神经纤维分支(图 2B)^[14-16]。PSN 是副交感神经,从第 2、3、4 骶神经主干前支发出,有时也有第 1 或第 5 骶神经发出分支,不同的盆内脏神经干可以互相吻合成网络状^[13,17](图 3)。IHP 由 PSN 和腹下神经组成的交感和副交感神经网络,通常大小为 3 cm×4 cm,输出神经纤维分布到输尿管、精囊腺、膀胱、前列腺、尿道膜部、海绵体、子宫、阴道、直肠、肛提肌以及肛门括约肌等^[18-19]。部分 IHP 位于侧韧带内,在腹膜返折下方约 2 cm 处向直肠发出分支^[19]。盆腔神经丛发

出分支与膀胱下动脉一起形成 NVB,沿着前列腺后外侧从上向下纵行分布,穿过 Denonvillier's 筋膜,分布到前列腺外侧和阴茎海绵体肌^[20]。盆腔副交感神经主要功能包括:控制阴茎勃起,以及通过促进膀胱逼尿肌收缩并松弛尿道内括约肌协同调控泌尿。若盆腔副交感神经受损,可能导致阴茎勃起功能障碍、尿潴留及压力性尿失禁等。盆腔交感神经主要控制射精功能及维持尿道括约肌张力,若受到损伤,可能出现逆行射精或不射精情况及真性尿失禁等^[21]。

二、腹盆腔自主神经的分布层次和血供

Kinugasa 等^[22]通过组织学研究,发现直肠与骶骨间存在三层筋膜结构,包括直肠固有筋膜、腹下神经前筋膜和盆腔壁层筋膜(图 4)。腹下神经在腹下神经前筋膜内走行。腹下神经前筋膜在盆腔侧壁延伸向前,与 Denonvillier's 筋膜在直肠前侧方相互融合。Stelzner 等^[23-24]的研究结果显示:腹盆腔自主神经系统走行在盆腔壁层筋膜鞘内(与腹下神经前筋膜相同、名称不同),保留盆腔壁层筋膜鞘可保留盆腔自主神经系统,盆内脏神经从第 2、3、4 骶神

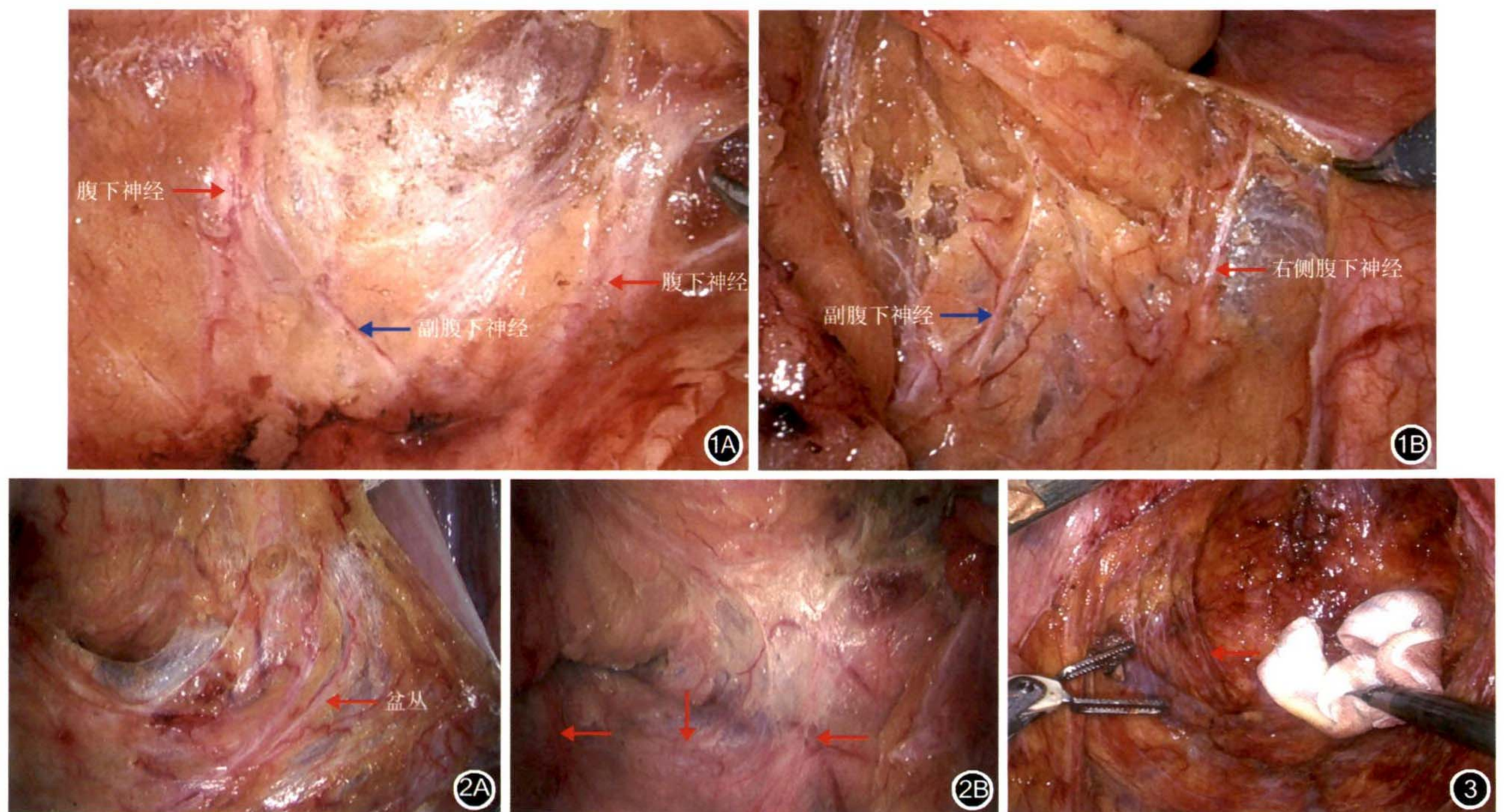


图1 术中观察双侧自主神经情况 1A:腹下神经及副腹下神经;1B:右侧腹下神经及副腹下神经 图2 腹下神经分支及网络状分布 2A:右侧腹下神经发出3个分支走向盆丛;2B:左右腹下神经发出多个神经分支,网络状分布(红色箭头) 图3 术中观察证实盆腔内脏神经主干分支(红色箭头)互相吻合呈现“网络状”

Figure 1 Intraoperative observation of bilateral autonomic nerves 1A: Hypogastric nerve and accessory hypogastric nerve; 1B: Right hypogastric nerve and accessory hypogastric nerve Figure 2 Branches and reticular distribution of hypogastric nerves 2A: The right hypogastric nerve gives off 3 branches extending to the pelvic plexus; 2B: Left and right hypogastric nerves give off multiple nerve branches, showing a reticular distribution (red arrow) Figure 3 Intraoperative observation confirms that the main branches of pelvic splanchnic nerves (red arrow) anastomose with each other to form a “reticular” pattern

经前支发出后,穿过骶前骨膜,向外侧走行在盆腔壁层筋膜鞘外侧,再次穿过筋膜鞘外侧汇入 IHP。每支主干神经和分支都有伴行的血管(图 5)。

三、手术适应证与分类

根据肿瘤部位和浸润深度以及淋巴结转移范围决定保留自主神经手术适应证和保留范围,原则上在确保直肠癌根治的前提下,尽量保留自主神经系统。TME+ANP 适应证:(1)病理学检查确诊为直肠腺癌。(2)保留自主神经不影响直肠癌 R₀ 切除。(3)术前增强 MRI 检查评估显示肿瘤环周切缘阴性。(4)无侧方淋巴结肿大或淋巴结侵犯盆腔壁层筋膜。(5)腹主动脉周围无多发肿大和转移淋巴结。(6)没有腹盆腔腹膜种植转移。

与直肠癌根治手术相关的自主神经系统有腰内脏神经、SHP、腹下神经(交感神经)、PSN(副交感神经)、IHP(盆丛)以及盆丛发出的 NVB 以及脏侧分支。根据自主神经的保留范围分为:ANX(无法判断有无保留自主神经)、ANO(没有保留自主神经)、AN1(单侧部分保留)、AN2(两侧部分保留)、AN3(单侧保留)、AN4(全保留自主神经)^[25]。

当前以保留自主神经主干为主的技术存在局限性,未充分考虑自主神经分支及变异、血供保护问题,缺乏对末梢神经损伤(如 NVB 和盆丛损伤)的详细分类,也忽略了热损伤、牵拉损伤及缺血性损伤等因素导致的神经损伤。完整地保留自主神经是全程保留神经主干和分支及其血供(图 6)。与保留泌尿功能相比,直肠癌手术后功能障碍仍然是一个重要问题。已有研究结果显示:部分保留盆腔自主神经可以实现泌尿功能的最终功能恢复,但性功能却难以完全恢复^[26]。

四、手术操作要点

(一)直肠癌 TME+ANP 手术分离平面

直肠周围的筋膜分布,以直肠固有筋膜为核

心,外侧为腹下神经前筋膜,腹下神经和盆丛走行在腹下神经前筋膜内侧,沿直肠后盆腔壁层筋膜前方向外侧分布。腹下神经前筋膜与 Denonvillier's 筋膜内层相连续,外侧的盆腔壁层筋膜从骶骨前沿着盆腔侧壁向外侧分布,外侧与膀胱腹下筋膜相续,最外侧为骶骨骨膜和盆腔肌肉表面的盆壁筋膜。IHP 发出到直肠的分支穿过腹下神经前筋膜,有时伴随直肠中动脉分布到直肠,PSN 穿过盆腔壁层筋膜与 IHP 汇合。直肠癌根治手术时,有 2 个间隙平面(图 7),沿着直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜间隙分离,以及沿着腹下神经前筋膜和盆腔壁层筋膜分离,前者完全保留盆腔自主神经系统,后者切除盆腔自主神经系统^[13]。

推荐意见 1: 直肠癌 TME 手术沿着直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜之间分离(证据级别: III B, 推荐强度: 强烈推荐)

(二)寻找正确的解剖间隙

腹腔镜或机器人辅助下直肠癌根治手术,寻找正确的膜间隙对 ANP 手术至关重要,切开直肠固有筋膜与腹下神经前筋膜间隙后,气体在膜间软组织内弥散,形成“气泡征”,根据气体弥散范围扩大切开线,沿直肠固有筋膜表面分离,分离直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜。常选择骶骨岬部位,右侧髂总动脉附近切开,该部位间隙宽,组织密度低,易于分辨膜间隙(图 8)。要点如下:(1)“黄白交线”:在腹腔镜或机器人高清术野下可见腹腔中黄色的乙状结肠系膜与白色的后腹膜间存在明显的黄白分界线,如果无法明确辨别时可通过牵拉移动乙状结肠系膜,根据膜结构活动度由大到小的变化可出现肠系膜与后腹膜凹陷,即乙状结肠与后腹膜的分界线,手术开始时沿着该“黄白交线”或凹陷切开。(2)部位(骶骨岬水平):第一刀的具体位置是在腹主动脉分叉下方骶骨岬水平前方 1.5~2.0 cm,在此

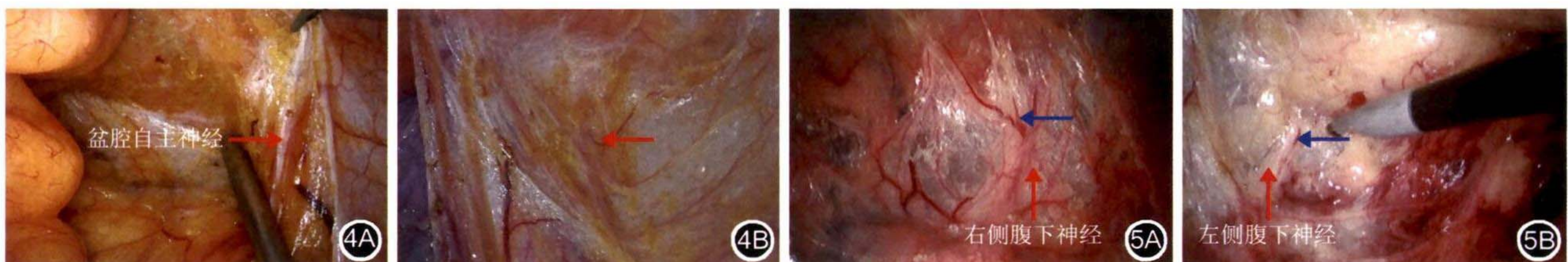


图 4 盆腔自主神经与腹下神经前筋膜关系 4A: 腹下神经前筋膜内走行盆腔自主神经系统;4B: 盆腔自主神经(红色箭头)以及分支走行在腹下神经前筋膜内 **图 5** 盆腔自主神经及其血供 5A: 右侧腹下神经以及分支伴行供血微小血管(蓝色箭头);5B: 左侧腹下神经以及分支伴行供血微小血管(蓝色箭头)

Figure 4 Relationship between the pelvic autonomic nerves and the pre-hypogastric nerve fascia 4A: The pelvic autonomic nervous system runs within the pre-hypogastric nerve fascia; 4B: Pelvic autonomic nerves (red arrow) and their branches run within the pre-hypogastric nerve fascia **Figure 5** Pelvic autonomic nerves and their blood supply microvessels 5A: Right hypogastric nerves and their branches accompanied by supplying microvessels (blue arrow); 5B: Left hypogastric nerves and their branches accompanied by supplying microvessels (blue arrow)

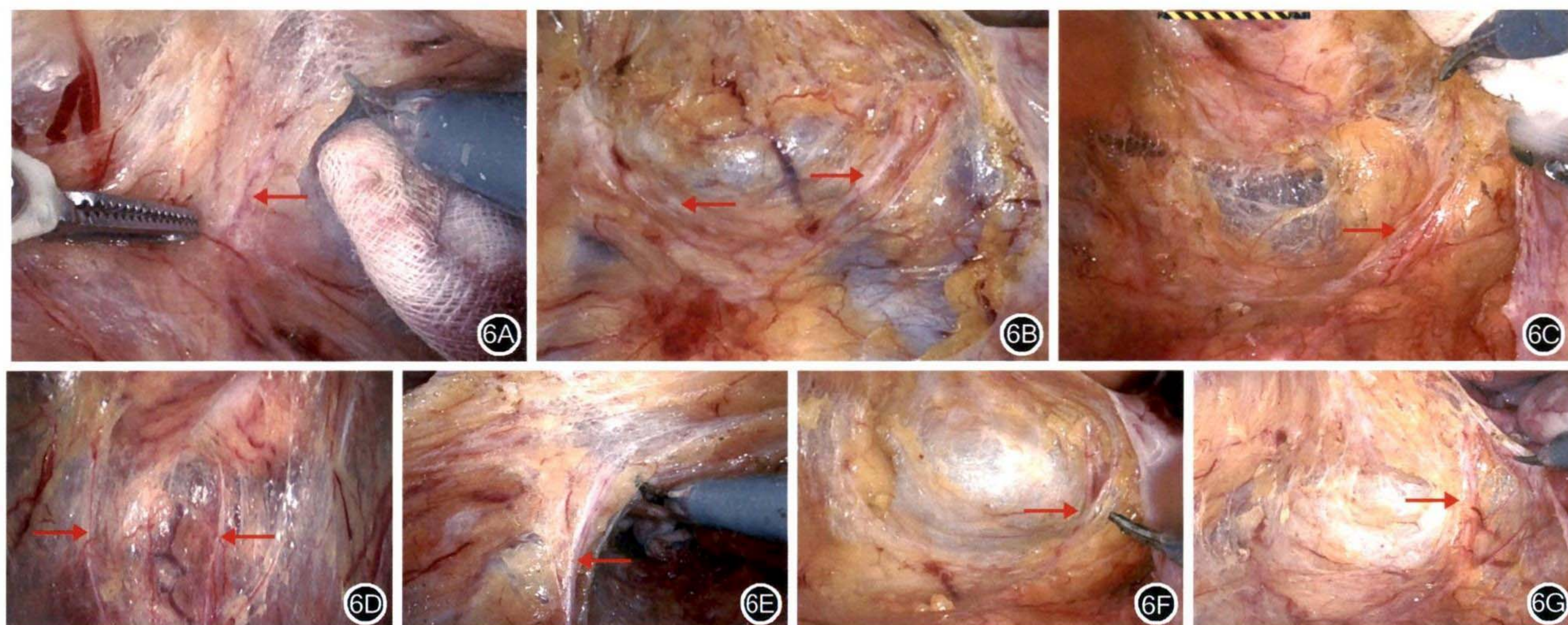


图6 网络状保留自主神经和分支及其血供 6A:保留左侧腹下神经主干和分支以及血供(红色箭头);6B:双侧腹下神经以及分支和吻合支和微小血管(红色箭头);6C:保留右侧腹下神经主干和分支以及血供(红色箭头);6D:网络状保留自主神经和分支及其血供(红色箭头);6E:保留左侧腹下神经主干和分支以及血供(红色箭头);6F:保留右侧腹下神经主干以及血供(红色箭头);6G:保留右侧腹下神经主干和分支以及血供(红色箭头)

Figure 6 Reticular preservation of autonomic nerves with branches, and their blood supply microvessels 6A: Preservation of the left hypogastric nerve trunk with branches, and blood supply microvessels (red arrow); 6B: Bilateral hypogastric nerves with branches and anastomotic branches, and microvessels (red arrow); 6C: Preservation of the right hypogastric nerve trunk with branches, and blood supply microvessels (red arrow); 6D: Reticular preservation of autonomic nerves with branches, and blood supply microvessels (red arrow); 6E: Preservation of the left hypogastric nerve trunk with branches, and blood supply microvessels (red arrow); 6F: Preservation of the right hypogastric nerve trunk and blood supply microvessels (red arrow); 6G: Preservation of the right hypogastric nerve trunk with branches, and blood supply microvessels (red arrow)

处沿着黄色乙状结肠系膜与白色后腹膜分界线纵行切开后可见气体弥散征。(3)保持持续牵拉力度:牵拉乙状结肠和上段直肠系膜,保持系膜张力,不要下沉,扩大分离空间,不宜过深,避免直接切开腹下神经前筋膜后间隙进入SHP后方平面,不利于神经保护。

推荐意见 2:在乙状结肠下段以及直肠上段与后腹膜交界线或凹陷,腹主动脉分叉下方,骶骨岬部位,右侧髂总动脉附近,根据“气泡征”,保持乙状结肠和直肠系膜上段腹侧张力,沿着直肠固有筋膜分离,分离直肠固有筋膜与腹下神经前筋膜间隙。(证据级别:III B,推荐强度:强烈推荐)

(三)SHP的保护

SHP由肠系膜上动脉周围交感神经丛纵行分支和左右侧腰内脏神经分支在腹主动脉分叉附近汇合形成,在盆腔骶骨岬附近分为腹下神经,SHP位于输尿管腹下神经前筋膜内,同时有走行乙状结肠和直肠系膜的副交感神经分支,向头侧扩展乙状结肠系膜时,向腹侧尾侧牵拉,观察SHP走行和分布(图9),切断分布至乙状结肠系膜的副交感神经分支。此部位腹下神经前筋膜鞘菲薄,有时骶骨前

有少量脂肪组织,SHP显露不明显,避免分离至SHP后方,甚至切开Gerota's筋膜至腹主动脉前方,向头侧至IMA根部下方附近可见IMP发出的纵行神经纤维,注意保留,避免与直肠固有筋膜一并分离,损伤神经。

推荐意见 3:直肠癌TME+ANP手术中,注意保留腹下神经前筋膜的完整,避免损伤SHP,避免进入神经丛下方层面。操作中始终将SHP保持在分离层面以下。(证据级别:III B,推荐强度:强烈推荐)

(四)IMP保护

IMA根部周围神经结构走行复杂,主要有两个方向,沿着IMA周围形成血管神经鞘,绕过IMA根部,走向尾侧形成SHP,部分神经纤维与IMA根部关系密切,互相缠绕。左侧交感神经干纤维较粗,腰交感神经干从IMA头侧开始走行在腹下神经前筋膜内,绕过IMA周围,走向SHP。IMP从头侧走向尾侧途中有腰部交感神经分支汇入。清扫IMA周围淋巴结时,有时需保留1~2 cm IMA根部,避免损伤IMA周围交感神经干^[27](图10)。清扫血管鞘内淋巴结或腹主动脉前方淋巴结时,有时会损伤IMA

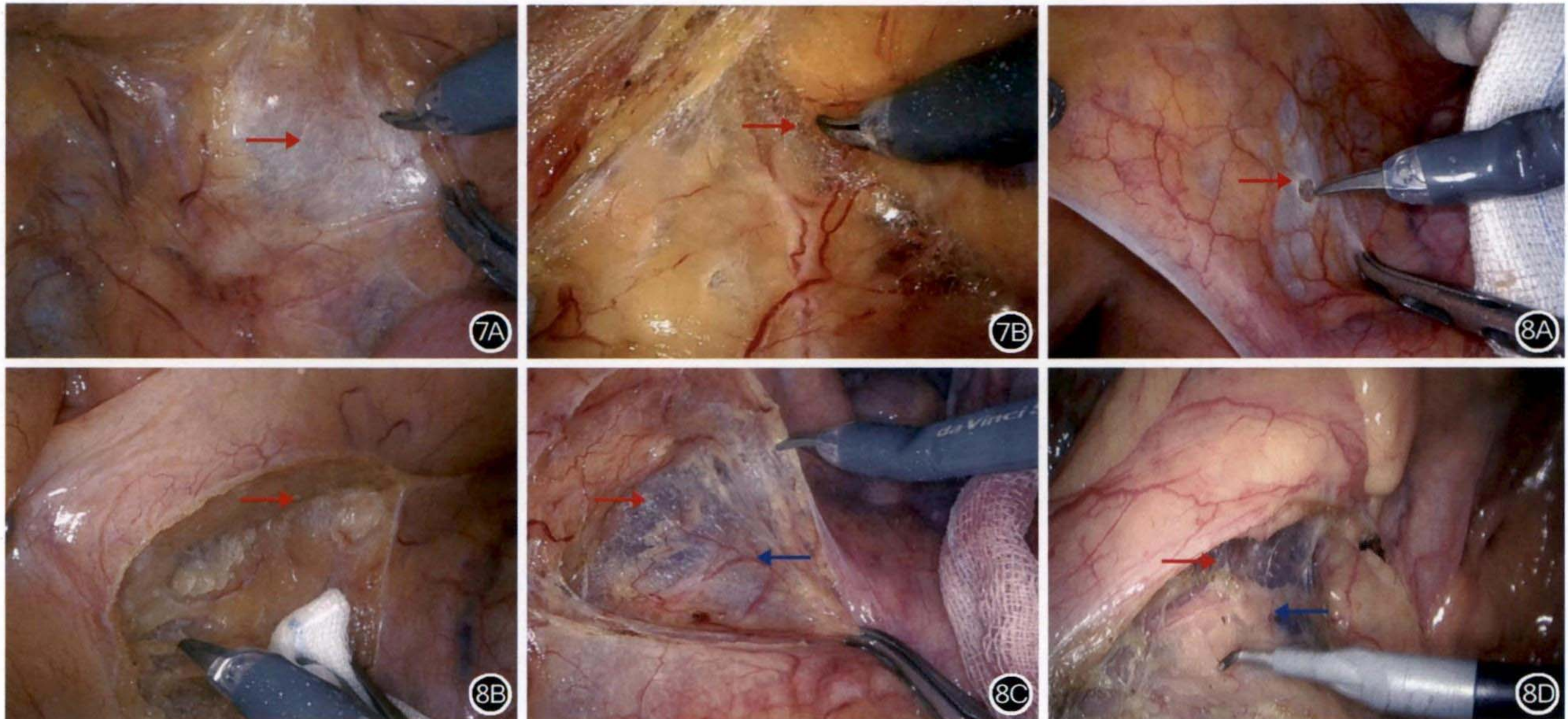


图7 直肠癌手术分离层次 7A:直肠系膜后方直肠固有筋膜与腹神经前筋膜之间(红色箭头)分离;7B:直肠系膜侧面直肠固有筋膜与腹神经前筋膜之间(红色箭头)分离 **图8** 术中寻找正确间隙 8A:第一刀通过血管走行不同,充分牵拉和“气泡征”,寻找正确间隙(红色箭头);8B:拓展间隙(红色箭头);8C:继续拓展间隙(红色箭头),注意保护自主神经(蓝色箭头);8D:沿着正确间隙分离(红色箭头),完整保留腹上自主神经(蓝色箭头)和腹下神经前筋膜

Figure 7 Dissection planes in rectal cancer surgery 7A: Dissection between the fascia propria of the rectum and the pre-hypogastric nerve fascia at the posterior aspect of the mesorectum (red arrow); 7B: Dissection between the fascia propria of the rectum and the pre-hypogastric nerve fascia at the lateral aspect of the mesorectum (red arrow) **Figure 8** Intraoperative identification of the correct plane 8A: Identify the correct plane (red arrow) for the initial incision based on vascular anatomy, adequate traction, and the “bubble sign”; 8B: Expanding the plane (red arrow); 8C: Continuing to expand the plane (red arrow), and paying attention to protect the autonomic nerves (blue arrow); 8D: Dissecting along the correct plane (red arrow), and completely preserving the superior autonomic nerves (blue arrow) and the pre-hypogastric nerve fascia



图9 上腹下神经的术中保护 9A:腰内脏神经、上腹下神经丛的术中完整保护;9B:在腹主动脉分叉附近左右腰内脏神经汇合(红色箭头);9C:上腹下神经丛在骶骨岬附近分出左右腹下神经(蓝色箭头)

Figure 9 Intraoperative protection of the superior hypogastric plexus 9A: Complete intraoperative protection of lumbar splanchnic nerves and superior hypogastric plexus; 9B: Convergence of left and right lumbar splanchnic nerves near the aortic bifurcation (red arrow); 9C: The superior hypogastric plexus divides into the left and right hypogastric nerves (blue arrows) near the sacral promontory

周围交感神经纤维。

推荐意见 4: 直肠癌 TME+D₃ 手术, 建议距离 IMA 根部 2 cm 结扎并离断, 清扫 253 组淋巴结; 裸化 IMA 周围或清扫腹主动脉前淋巴结时, 注意保留围绕 IMA 周围交感神经干, 尤其左侧神经纤维束; 清扫 IMA 周围淋巴结, 保留左结肠动脉, 保留 IMA 周围交感神经干以及分支, 避免 IMA 根部骨

骼化。(证据级别: IIB, 推荐强度: 强烈推荐)

(五) 左右腹下神经的保护

组织学层面上, 腹下神经位于腹下神经前筋膜鞘内, 有主干神经束、分支以及伴随的血管, 腹下神经有时单侧出现 2~3 个主干神经分支。腹下神经的损伤容易引发射精功能和尿道内括约肌以及肛门内括约肌功能障碍。

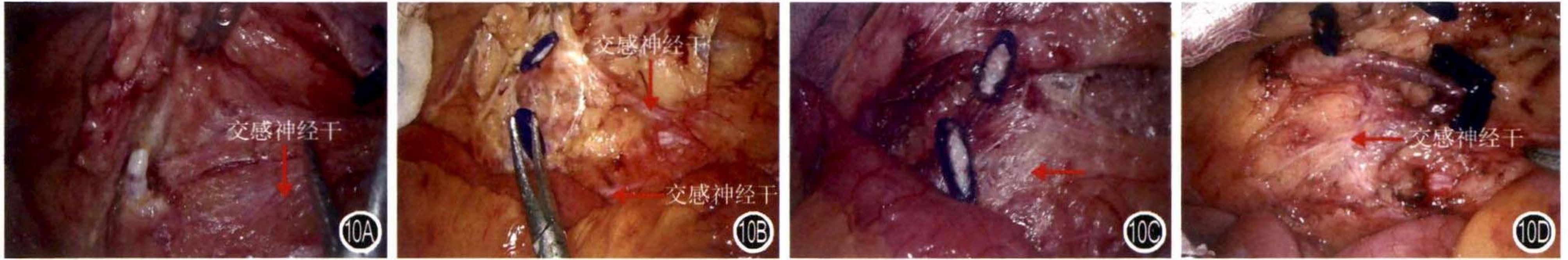


图 10 肠系膜下动脉周围交感神经分布图 10A:离断肠系膜下动脉前,注意保护交感神经干;10B:离断肠系膜下动脉后,显露左右两侧交感神经干;10C:离断肠系膜下动脉后,显露交感神经网络(红色箭头);10D:保留肠系膜下动脉根部和左结肠动脉,清扫No.253淋巴结,保留肠系膜下动脉周围交感神经干

Figure 10 Distribution of sympathetic nerves around the inferior mesenteric artery 10A: Paying attention to protecting the sympathetic nerve trunk before transecting the inferior mesenteric artery; 10B: Exposure of bilateral sympathetic nerve trunks after transecting the inferior mesenteric artery; 10C: Exposure of the sympathetic neural network after transecting the inferior mesenteric artery (red arrow); 10D: Preservation of the root of inferior mesenteric artery and the left colic artery, dissection of No.253 lymph nodes, and preservation of the sympathetic nerve trunk around the inferior mesenteric artery

行直肠癌TME手术时,SHP在骶骨岬下方分为左右腹下神经,紧贴直肠系膜后方,并向两侧下方延伸4~5 cm(图11)。当操作至骶骨岬附近时,存在损伤腹下神经风险。在明确直肠后间隙后,将直肠固有筋膜向头腹侧牵拉,扩大膜间隙,同时切断从左右腹下神经走向直肠系膜的细小神经分支。沿着直肠固有筋膜向两侧分离,扩大直肠固有筋膜与腹下神经前筋膜间隙,到左右腹下神经与PSN的交汇点。直肠系膜两侧分离后,直肠旁沟两侧的盆壁腹膜,呈帐篷样薄膜结构,可以观察到左右腹下神经及分支和部分神经丛,切开直至腹膜返折处。手术操作中,确保神经结构的精确辨识、实施无张力牵拉以及维持解剖视野下神经完整性,是避免神经损伤的核心技术要点。

推荐意见 5:沿着直肠固有筋膜向下以及两侧分离,向前推顶直肠系膜,保持腹下神经前筋膜和左右腹下神经以及分支完整,扩大直肠系膜后外侧间隙,不要切断腹下神经。分离直肠固有筋膜与腹下神经前筋膜间的直肠后外侧间隙时,切断走向直肠固有筋膜小神经分支。(证据级别:III B,推荐强

度:强烈推荐)

(六)PSN保护

PSN从S2~S4神经主干前支发出,有时也有S1或者S5发出分支,多个PSN干可以互相吻合成网络状(图12)。从两侧的骶前孔伸出,PSN有时与肛提神经形成共同主干,走行在盆腔壁层筋膜外侧,穿过盆腔壁层筋膜后汇入IHP后下角,通过盆丛和经过腹下神经、SHP发出分支到达横结肠远端、降结肠、乙状结肠、直肠以及IMA分支系统。直肠癌TME手术中筋膜肥厚(尤其是新辅助放化疗后导致的筋膜增厚)时,S2~S4神经的术中辨识度会显著降低;然而此时S2~S4神经通常不易受损,除非出现以下操作偏差:解剖层次过深、施加过度牵拉力或不当使用电凝止血等。

推荐意见 6:分离直肠系膜后外侧间隙时,沿直肠固有筋膜到腹下神经汇入IHP部位,向深部分离时,避免过度牵拉和电凝止血,不切除盆腔壁层筋膜。(证据级别:III B,推荐强度:强烈推荐)

(七)IHP保护

IHP通常位于直肠前外侧,位于腹下神经前筋

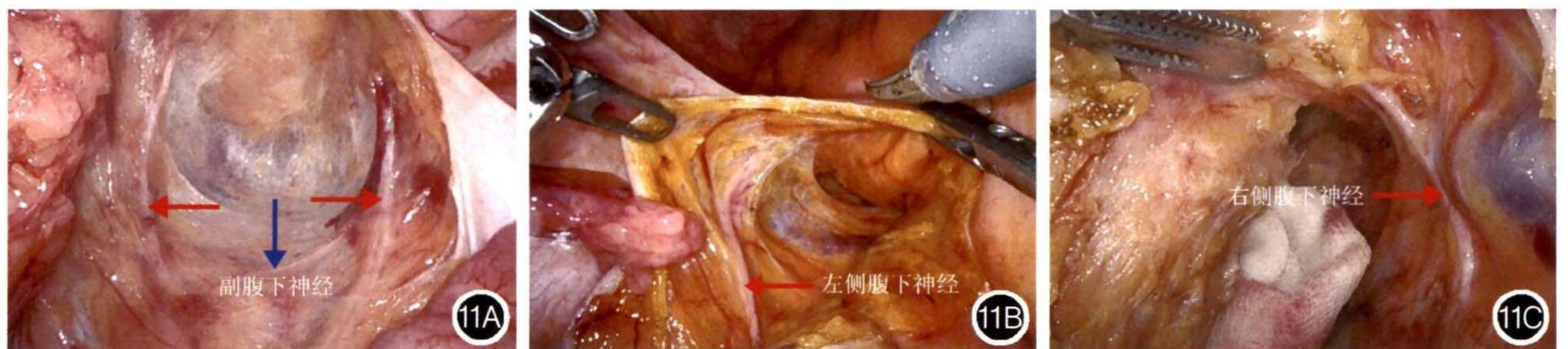


图 11 双侧腹下神经分布图 11A:左右腹下神经(红色箭头)以及联合左右腹下神经分支的副腹下神经;11B:左侧腹下神经以及分支;11C:右侧腹下神经以及分支

Figure 11 Distribution of bilateral hypogastric nerves 11A: Left and right hypogastric nerves (red arrows) and the accessory hypogastric nerves connecting their branches; 11B: Left hypogastric nerves and their branches; 11C: Right hypogastric nerves and their branches

膜外侧,向前发出神经分支,与膀胱下动脉或直肠中动脉分支构成NVB,该部分容易出血,电凝止血时可能损伤IHP。向内侧穿过腹下神经前筋膜鞘,发出到直肠以及肛提肌的神经分支,在盆腔侧壁分离时,扩大IHP后侧的直肠固有筋膜与腹下神经前筋膜间隙,分离前外侧间隙到肛提肌附近,注意向外侧扩展和推开筋膜平面,仔细分离、切断IHP到直肠的神经分支,电凝小血管,保留IHP完整。IHP存在形状和大小变异,部分患者IHP结构不典型,有直肠中动脉走行部位和数量变异(图13)。

推荐意见 7:沿直肠固有筋膜与腹下神经前筋膜间隙分离,扩展直肠后外侧间隙,分离直肠前外侧间隙到IHP前内侧,仔细分离直肠前外侧间隙。(证据级别:III B,推荐强度:强烈推荐)

(八)NVB保护

NVB由盆腔神经丛发出,在精囊腺底部2点和10点方向穿过Denonvillier's筋膜,走向前列腺外侧和尿道球部,由3部分组成:(1)尿管下段到膀胱颈部的神经纤维群和到精囊腺和前列腺的神经纤维群。(2)沿前列腺外侧下缘分布到尿道括约肌,作为阴茎海绵体神经分布到阴茎背侧神经群。(3)分布

至直肠、内括约肌以及肛管上缘的纤维群。NVB有时在直视下难以辨认,在腹腔镜和达芬奇机器人手术系统的放大作用下可辨认,在Denonvillier's筋膜后方分离可以较好保留NVB(图14)。

推荐意见 8:分离IHP前侧间隙时,需精细操作并妥善电凝处理所有朝向直肠走行的细小血管神经分支,沿着直肠固有筋膜向前内间隙分离,在腹膜返折线部位切开,在Denonvillier's筋膜后间隙分离直肠,到直肠系膜前外侧,注意NVB走行和上下分布,保留NVB的神经和血管,以及分布到Denonvillier's筋膜上的神经丛分支。(证据级别:II B,推荐强度:推荐)

五、手术部位的特殊处理

(一)IMA根部结扎部位

多项研究结果显示:高位结扎和低位结扎IMA的直肠癌手术患者的总生存率比较,差异无统计学意义(88.3%比91.4%, $P=0.197$)^[28-31]。但高低位结扎IMA对直肠癌患者术后自主神经功能的影响仍有争议。与高位结扎IMA比较,低位结扎IMA患者术后1年能更快恢复正常排便功能^[32-37]。Mari等^[38]的RCT(HIGHLOW试验)结果显示:在腹腔镜低位直肠癌根治术中,IMA低位结扎对比高位结扎患

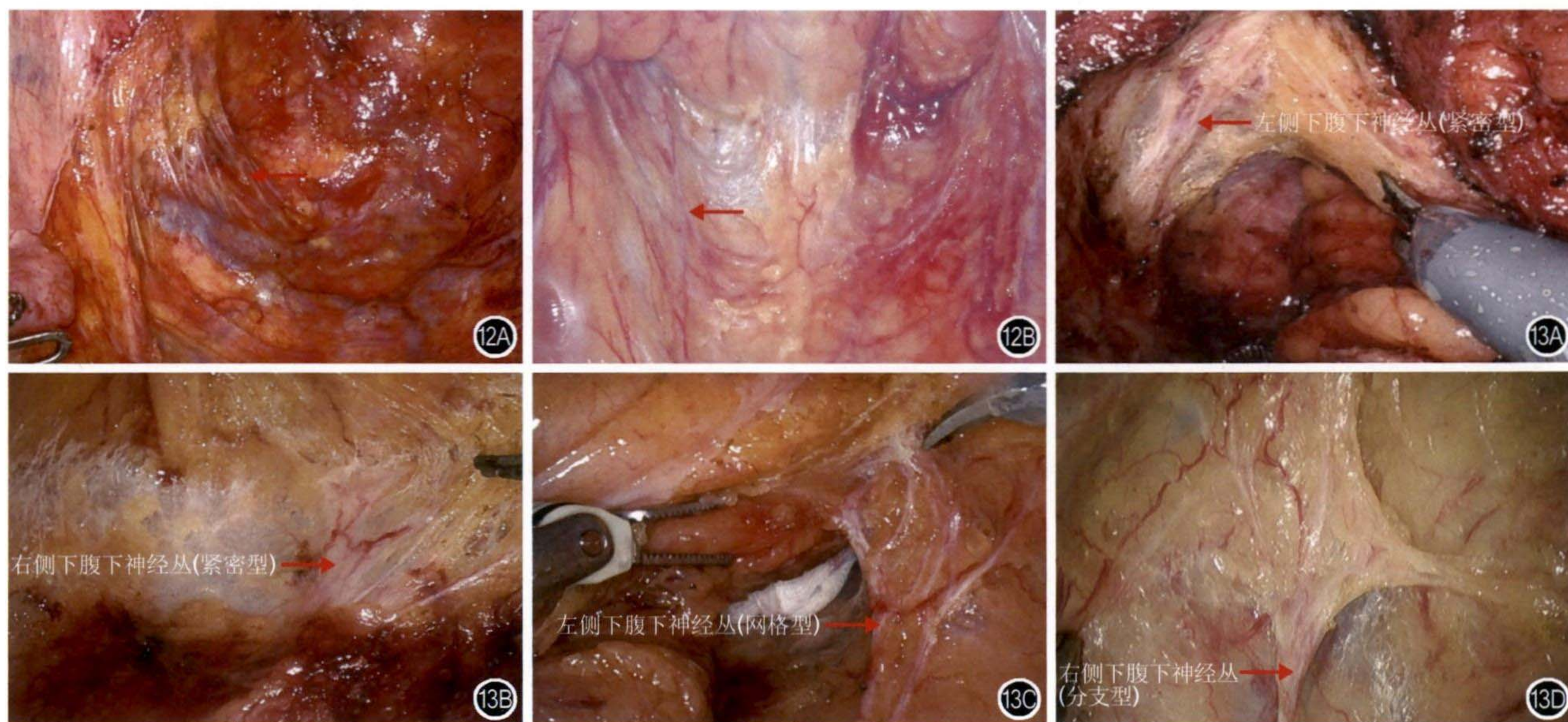


图 12 盆内脏神经与下腹下神经丛的分布 12A:左侧盆腔内脏神经(红色箭头),互相吻合,走向下腹下神经丛;12B:左右侧盆腔内脏神经发出的副交感神经(红色箭头),走向下腹下神经丛 **图 13** 盆内脏神经与下腹下神经丛的保护 13A:左侧下腹下神经丛(紧密型);13B:右侧下腹下神经丛(紧密型);13C:左侧下腹下神经丛(网格型);13D:右侧下腹下神经丛(分支型)

Figure 12 Distribution of pelvic splanchnic nerves and inferior hypogastric nerves 12A: The left pelvic splanchnic nerves (red arrow) anastomose with each other and extend to the inferior hypogastric nerves; 12B: Parasympathetic nerves (red arrow) arise from the left and right pelvic splanchnic nerves, and extend to the inferior hypogastric nerves **Figure 13** Protection of pelvic splanchnic nerves and inferior hypogastric nerves 13A: Left inferior hypogastric nerves (compact type); 13B: Right inferior hypogastric nerves(compact type); 13C: Left inferior hypogastric nerves (mesh/grid type); 13D: Right inferior hypogastric nerves (branching type)



图 14 血管神经束的保护 14A:左侧血管神经束(红色箭头);14B:右侧的血管神经束(红色箭头);14C:血管神经束分布到前列腺包膜上的神经分支(红色箭头)

Figure 14 Protection of the neurovascular bundle 14A: Left neurovascular bundle (red arrow); 14B: Right neurovascular bundle (red arrow); 14C: Nerve branches of the neurovascular bundle distributed on the prostatic capsule (red arrow)

者术后 9 个月有更好的性功能(术后 9 个月国际勃起功能指数评分:(17.76 ± 5.35)分比(12.10 ± 6.37)分, $P < 0.05$)和泌尿功能[术后 9 个月国际尿失禁咨询委员会尿失禁问卷简表(ICIQ-UI)评分为(4.34 ± 3.31)分比(6.85 ± 4.75)分, $P < 0.05$, 术后 9 个月国际前列腺症状评分为(18.82 ± 7.2)分比(23.54 ± 9.1)分, $P < 0.05$]。也有研究者认为:高低位结扎 IMA 对直肠癌患者术后自主神经功能的影响不显著^[39-41]。Yu 等^[39]的回顾性研究结果显示:在直肠癌患者中,高低位结扎 IMA 并不影响患者术后的排便和泌尿功能。Matsuda 等^[40]的 RCT 结果显示:高位结扎和低位结扎 IMA 的直肠癌患者术后 3 个月和 1 年的排便功能和失禁无差别(术后 3 个月 Wexner 评分:4.2 分比 4.4 分, $P = 0.617$, 术后 1 年 Wexner 评分:3.8 分比 2.2 分, $P = 0.215$)。Feng 等^[28]和 Fujii 等^[29]的 RCT 结果显示:高位结扎和低位结扎 IMA 的直肠癌患者术后的泌尿功能没有差异。Zeng 等^[41]的荟萃分析研究结果显示:直肠癌患者高位结扎 IMA、低位结扎 IMA 联合 253 组淋巴结清扫和低位结扎 IMA 不清扫 253 组淋巴结术后泌尿和排便功能比较,差异无统计学意义。因此,选择高位还是低位结扎 IMA,需综合考虑肿瘤位置、肿瘤分期和分化情况、根部淋巴结情况、IMA 分型、吻合口漏风险、术中评估等因素。

直肠癌手术中高位结扎 IMA,需确定其最安全的结扎点,避免损伤自主神经。IMA 周围神经分布主要走行:一部分沿动脉形成血管神经鞘,另一部分绕其根部向尾侧延伸构成上腹下丛,部分纤维与动脉根部伴行缠绕。腰交感神经干从 IMA 头侧开始走行在腹下神经前筋膜内,分成两束分别绕过 IMA 左右两侧,走向 SHP,其中左侧交感神经干纤维比较粗大^[42]。因此,从距离腹主动脉 1.5~2.0 cm 处离断,避免大块夹闭 IMA,以减少对自主神经丛

的损伤^[43]。

推荐意见 9: 直肠癌手术中,需要综合考虑肿瘤位置、肿瘤分期和分化情况、根部淋巴结情况、IMA 分型、吻合口漏风险、术中评估等因素决定高位或低位结扎 IMA。高位结扎 IMA 时,距离腹主动脉 1.5~2.0 cm 处离断,以减少自主神经丛损伤。(证据级别:IB,推荐强度:强烈推荐)

(二) IHP 和直肠侧韧带以及直肠中动脉关系

直肠侧韧带是盆腔脏层筋膜与壁层筋膜移行部位,中间是致密结缔组织,IHP 位于侧韧带中间,直肠中动脉穿行其间,同时 IHP 发出走向直肠的神经分支。随着腹腔镜直肠癌 TME 对盆腔膜解剖的研究,侧韧带的概念被质疑,所谓“侧韧带”结构并未将直肠脏层筋膜与盆腔壁层筋膜相互连接延续^[44]。术中多数直肠系膜与盆腔筋膜之间可以直接锐性分离而未见出血^[45]。这证实其并非上述假定的固有结构,因此,侧韧带被更准确描述为盆丛直肠分支与淋巴管、小血管构成的韧带样结构。基于对侧韧带的重新认识和临床重要性,更应正确认识直肠固有筋膜层面,避免因离断位置过深而损伤盆丛进入膀胱及生殖器官的自主神经。直肠中动脉出现率为 12%~97%,传统观点将直肠中动脉描述为与侧韧带一起从外侧穿透盆丛的动脉;侧型直肠中动脉出现概率为 20%~30%,直肠中动脉从前外侧方向穿透 NVB 的概率更高,常与前列腺动脉形成一条共同主干^[46]。Sato 和 Sato^[47]将侧韧带描述为骨盆侧壁和直肠间的结构,由两部分组成:PSN 组成的韧带外侧段,盆丛直肠支和淋巴管组成的韧带内侧段。侧韧带内侧段可以被离断以便于直肠游离,而外侧段应该保留。由直肠后间隙向侧方间隙游离时,助手需向侧方提供较强张力,同时由直肠后间隙向外侧延续游离,有利于寻找正确平面。

当到达侧韧带结构位置时,应紧贴直肠系膜侧面离断盆神经直肠分支,注意直肠中动脉并仔细凝固、切断,保证根治性同时,可保留、保护 IHP 和 NVB。

推荐意见 10: 直肠癌手术中,从后侧方间隙游离时,正确的走行层面为直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜之间的直肠后间隙,尽量游离直肠后间隙,从直肠后间隙向外侧延续游离至侧韧带,可最大限度保留 PSN、腹下神经和 IHP。也可以同时分离侧韧带前间隙,向外侧推开 NVB,然后处理侧韧带。(证据级别: III B, 推荐强度: 强烈推荐)

推荐意见 11: 直肠癌手术中,向侧方间隙游离到达侧韧带位置时,应紧贴直肠固有筋膜部位离断 IHP 到直肠分支。血管和淋巴管,保留包含 PSN 的侧韧带外侧段,注意直肠中动脉的走行位置和凝固离断。(证据级别 III B, 推荐强度: 强烈推荐)

(三) NVB 的保护和 Denonvillier's 筋膜的保留与部分切除

Denonvillier's 筋膜由填充在直肠和膀胱之间的胚胎间质形成,为两层腹膜融合并从腹膜返折最低点延伸至盆底^[48]。Heald 教授和 Moran 教授将 Denonvillier's 筋膜描述为直肠系膜的前壁,在 TME 手术中应将其切除^[49-50]。

Denonvillier's 筋膜紧密贴在前列腺上,与直肠固有筋膜间存在疏松间隙,在此间隙进行手术分离并保留 Denonvillier's 筋膜有助于更好保护直肠癌患者的泌尿生殖功能。97% 的男性患者 Denonvillier's 筋膜与前列腺固有包膜融合^[51]。该结构延伸至会阴中心腱,而前列腺上方精囊腺后方与 Denonvillier's 筋膜间的组织较疏松,因此仅能在前列腺后上缘切断 Denonvillier's 筋膜,在手术过程中通常需选择部分切除或完全保留该筋膜。

NVB 存在变异^[52],部分 NVB 不仅可直接穿过 Denonvillier's 筋膜边缘,还可从 Denonvillier's 筋膜中间穿过直接支配相应器官。NVB 主要走行在 Denonvillier's 筋膜外缘,切除 Denonvillier's 筋膜时注意两侧边缘,避免损伤走行在靠近 Denonvillier's 筋膜内侧的 NVB,前列腺尖部和底部后外侧边缘穿过 Denonvillier's 筋膜并走行其前方,为避免损伤 NVB,术中需在腹膜返折以上约 1 cm 处切开腹膜,进入 Denonvillier's 筋膜前方,倒“U”型切除部分 Denonvillier's 筋膜,手术平面进入并保持在直肠固有筋膜前方间隙(图 15)。PUF-01 研究证实保留 Denonvillier's 筋膜比部分切除的直肠癌患者(如肿瘤位于前壁、仅限 cT1~2 期),术后泌尿及性功能障

碍率低,说明保留 Denonvillier's 筋膜的直肠癌根治术在肿瘤学安全性上可行,且能更好保护泌尿和性功能^[53-54]。

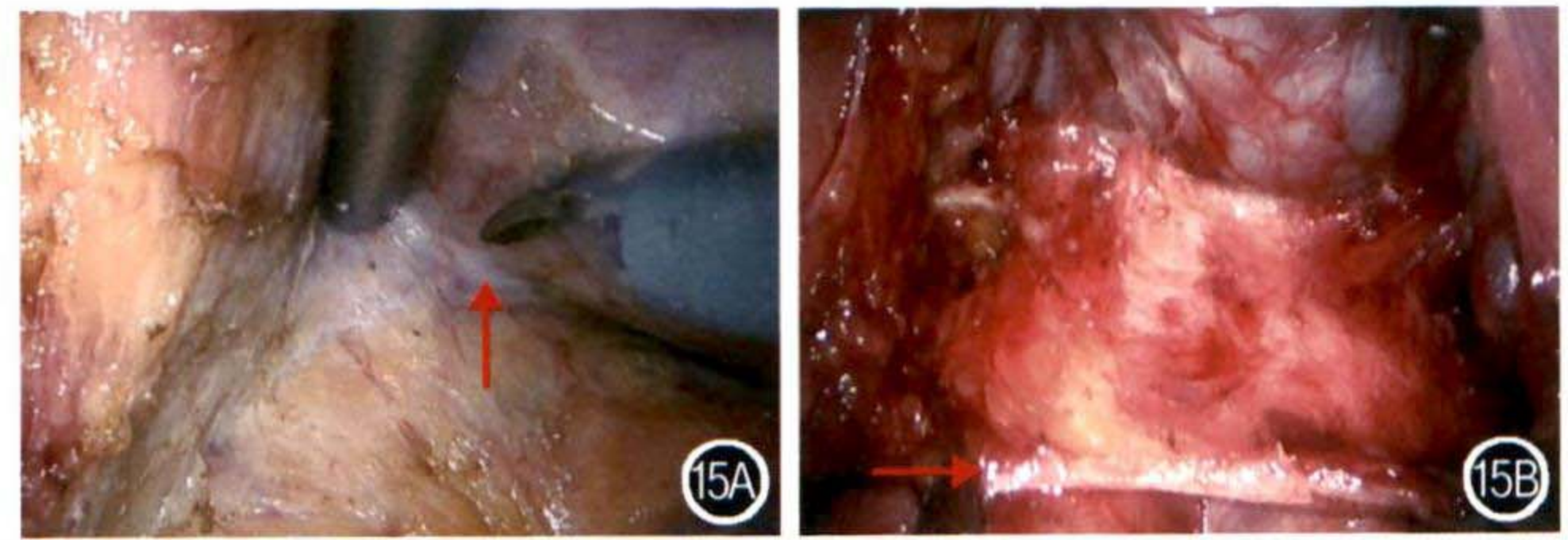


图 15 直肠前壁分离与 Denonvillier's 筋膜的关系 15A: 保留 Denonvillier's 筋膜(红色箭头)的直肠癌全直肠系膜切除手术;15B: 直肠癌全直肠系膜切除手术时切除部分 Denonvillier's 筋膜(红色箭头)

Figure 15 Relationship between anterior rectal dissection and Denonvilliers' fascia 15A: Rectal cancer total mesorectal excision with preservation of Denonvilliers' fascia (red arrow); 15B: Partial resection of Denonvilliers' fascia (red arrow) during total mesorectal excision of rectal cancer

推荐意见 12: 直肠前壁肿瘤是否需要切除 Denonvillier's 筋膜应根据肿瘤的位置、分期和是否侵犯直肠前系膜决定。对于直肠前壁的 T3 期及 T4 期肿瘤,或有证据证明肿瘤已侵犯 Denonvillier's 筋膜时,应在 Denonvillier's 筋膜前切除肿瘤和部分 Denonvillier's 筋膜,以保障肿瘤的根治性切除;对于非直肠前壁肿瘤且未侵犯 Denonvillier's 筋膜患者,选择 Denonvillier's 筋膜后方切除平面,可避免损伤 NVB 损伤,保护术后泌尿功能和性功能。(证据级别: Ib, 推荐强度: 强烈推荐)

(四) 侧方淋巴结清扫与盆腔神经保护

直肠癌侧方淋巴结清扫在确保根治性的同时,需充分保护泌尿功能和性功能。中低位直肠癌患者临床诊断为侧方淋巴结阳性(短径 ≥ 7 mm 或 < 7 mm 但有 > 2 个恶性影像学特征),且新辅助放化疗后淋巴结长径 ≥ 5 mm,建议行直肠癌 TME+侧方淋巴结清扫^[55-58]。1 项荟萃分析提示:侧方淋巴结清扫并不能提高患者总生存率,反而会导致性功能、泌尿功能障碍率升高^[59]。多项荟萃分析提示同样结果^[60-61]。Cribb 等^[62]的研究明确提示侧方盆腔淋巴结清扫术与更严重的男性性功能障碍相关。但日本 1 项 RCT (JCOG0212) 结果表明:TME 联合侧方淋巴结清扫并不会增加患者术后性功能与泌尿功能障碍率,分别为 79% 比 68% ($P=0.37$) 和 59% 比 58% ($P=0.76$)^[63]。保留盆腔自主神经的侧方淋巴结清扫术可以降低泌尿和性功能障碍发生率,分别为 13.3%~27% 和

44%~50%^[64-65]。Hanaoka 等^[66]的研究结果显示:采用达芬奇机器人手术系统行侧方淋巴结清扫可能会增加直肠癌患者术后泌尿性功能障碍率,但术后 12 月可恢复至术前水平。也有荟萃分析对比腹腔镜和机器人侧方淋巴结清扫术,结果显示:机器人手术出血量更少、术后并发症发生率和泌尿及性功能障碍率也更低^[67]。保留自主神经的侧方淋巴结清扫需要充分认识膀胱腹下筋膜和输尿管腹下筋膜。膀胱腹下筋膜包裹着髂内血管及其通往盆腔器官分支,包括膀胱和子宫的动脉和静脉,并一直延伸到子宫颈筋膜。输尿管腹下神经筋膜包裹输尿管、输尿管系膜和腹下神经,并延伸到输尿管和膀胱周围筋膜。保留输尿管腹下筋膜和膀胱腹下筋膜可以在子宫切除术中保持输尿管和子宫血管、膀胱下动脉的完整,避免损伤盆丛、PSN 干和 NVB,并防止输尿管损伤。

推荐意见 13:对于考虑侧方淋巴结转移的低位直肠癌,术前放化疗没有达到临床完全缓解,建议行保留盆腔自主神经的侧方淋巴结清扫。用 3D 腹腔镜或者机器人辅助下侧方淋巴结清扫,清扫膀胱腹下筋膜和髂内动静脉分支的淋巴结,保留输尿管腹下筋膜的完整性,避免损伤髂内血管主干和膀胱上、下动脉,盆丛、PSN 和 NVB,可降低泌尿和性功能障碍发生率。(证据级别: Ib 级;推荐等级:强烈推荐)

(五)经括约肌间切除术

经括约肌间切除术(intersphincteric resection, ISR)是一种通过经腹或联合经肛门途径切除部分或全部肛门内括约肌,并将结肠与肛管吻合的手术方式。ISR 旨在确保获得足够的安全远切缘,可分为全括约肌切除、部分括约肌切除和经括约肌间次全切除^[68-70]。ISR 增加损伤盆腔自主神经风险,导致泌尿性功能障碍及肛门功能障碍。Tschann 等^[71]的前瞻性研究证明 ISR 是影响直肠癌患者性功能障碍的独立因素之一。Min 等^[72]研究结果提示全括约肌间切除组患者 45.5% 出现肛门直肠功能障碍,明显高于部分 ISR 组(27.6%)和括约肌间次全切除组(29.9%)。Kim 等^[73-74]的研究结果表明:全 ISR 与腹会阴联合切除术的术后生存率比较,差异无统计学意义,但部分 ISR 的肛门直肠功能障碍发生率显著低于全 ISR。达芬奇 ISR 术后性功能障碍率为 17.2%,而开放 ISR 的性功能障碍率为 34.8%。适形切除是根据肿瘤形态、位置及周围解剖结构,精准切除病灶并最大限度保留正常组织,沿括约肌间沟分离,

保留外括约肌,减少神经损伤,减少泌尿性功能和肛门功能障碍。Sun 等^[75]的多中心对照试验发现与完全 ISR 比较,适形括约肌保留手术可显著提高肛门功能。

推荐意见 14:对部分低位直肠癌患者,可选择 ISR 手术,在确保根治性的前提下优先部分括约肌切除或适形切除,可降低泌尿和性功能障碍发生率,可提高术后排便功能。(证据级别: IIIa 级;推荐等级:强烈推荐)

(六)经肛门全直肠系膜切除术(transanal total mesorectal excision, TaTME)

TaTME 经肛门的自然腔道进入,腹腔镜从上向下分离直肠系膜,与经肛门操作汇合,确保低位直肠癌环周切缘阴性和下切缘安全。该手术适用于低位直肠癌,肿瘤大、盆腔狭窄患者。有研究结果显示:TaTME 操作可保留盆腔自主神经,尤其是盆丛和 NVB,与传统腹腔镜 TME+ANP 比较,在低位或超低位经肛直肠癌 TME 手术中,确保肿瘤安全下切缘,全层进入括约肌间沟,将不可避免地切除内括约肌和损伤其神经分支^[76]。因此,该手术方式影响重建后的排便能力。Labalde Martínez 等^[77]的研究提示 taTME 与腹腔镜 TME 相比,低位前切除综合征发生率为 15% 比 13% ($P=0.043$),大便失禁率为 15% 比 3% ($P=0.017$),性功能障碍为 15% 比 3% ($P=0.017$)。Bjoern 等^[78-79]的丹麦研究提示同样结果:TaTME 患者肛门直肠功能障碍增加($P<0.001$),其中 67.5% 有主要低位前切除综合征症状^[78-79]。高于括约肌间沟层面后,通过完整保留肛提肌筋膜及盆腔壁层筋膜,可以避免损伤盆腔自主神经和支配肛提肌神经;当自下而上从前方辨别前列腺或阴道壁时,优先 11 点~1 点方向平面分离再向外侧拓展,可有效保护位于外侧的 NVB,保护泌尿及性功能^[80]。Grass 等^[81]纳入 120 例患者进行的多中心、前瞻性观察研究对比达芬奇机器人经腹 TME 与 taTME 的术后功能性结局,经腹 TME 和 taTME 的女性国际尿失禁咨询问卷模块下尿路症状问卷评分分别为(13.8±4.9)分和(1.8±5.8)分($P=0.038$),提示 taTME 保护男性患者泌尿功能具有优势,而在女性泌尿功能和男女性功能保护上无显著差异,且患者肛门直肠功能更差。TaTME 治疗中、低位直肠癌是否能改善肿瘤预后尚无定论,而正在进行的大型随机临床试验 talar 研究和 COLOR III 研究尚无结论,期待其研究成果为直肠癌 taTME 保功能提供高级别循证医学依据。

推荐意见 15: 直肠 TaTME 手术损伤盆底神经风险增大。切断平面位于盆底以上, 在保护男性患者泌尿和性功能方面具有优势, 在女性泌尿功能和性功能保护上无显著差异, 但患者术后的肛门直肠功能更差(证据级别: IIa 级; 推荐等级: 强烈推荐)

(七) 新辅助放化疗

新辅助放化疗是针对局部进展期中低位直肠癌患者, 主要目的是降低肿瘤分期, 提高手术切除率和保肛率, 降低患者术后复发率。但直肠癌术前新辅助放化疗可导致神经变性, 影响患者术后的自主神经功能^[82]。根据约翰霍普金斯大学的 RCT 研究, 新辅助放化疗容易导致直肠癌患者的性功能(性愉悦受损-7.24, $P=0.0047$)、泌尿功能障碍(泌尿困难+13.33, $P<0.0001$; 泌尿频率+11.82, $P=0.0006$)和生命质量下降(-9.50, $P=0.0024$)^[83]。2 项分别来自丹麦和挪威的研究结果提示: 术前放疗是影响直肠癌患者泌尿(泌尿困难: $OR=1.63$, 95%CI 为 1.09~2.44)和性功能障碍率(性交困难: $OR=2.76$, 95%CI 为 1.12~6.79; 性欲缺乏: $OR=2.22$, 95%CI 为 1.09~4.53; 性生活减少: $OR=0.55$, 95%CI 为 0.30~0.98)的重要影响因素^[84-85]。Hanaoka 等^[66]多变量分析显示: 新辅助放化疗是勃起功能障碍的独立危险因素($OR=6.59$, 95%CI 为 1.51~28.8, $P=0.012$), 且较难恢复; 术后 12 个月新辅助放化疗组的恢复也很差。Li 等^[86]的荟萃分析纳入 33 项研究, 共 17 917 例患者资料, 结果显示: 与单纯手术组比较, 新辅助治疗增加患者勃起功能障碍($OR=1.77$, 95%CI 为 1.27~2.45, $P<0.001$)和排便功能障碍($OR=3.09$, 95%CI 为 2.48~3.84, $P<0.001$)。

推荐意见 16: 新辅助放化疗可以降低局部复发率, 提高直肠癌保肛手术率, 但新辅助放疗可导致直肠癌术后泌尿功能、性功能和排便功能障碍, 影响生命质量。(证据级别: IIb 级; 推荐等级: 推荐)

(八) 达芬奇机器人手术系统、3D 腹腔镜与 2D 腹腔镜的选择

不同研究中达芬奇机器人手术系统、3D 腹腔镜、2D 腹腔镜或开放手术的泌尿功能、性功能障碍率不同。Attaallah 等^[87]统计 187 例直肠癌患者术后情况, 结果显示: 腹腔镜手术组总术后性功能障碍率明显低于开放手术组($P<0.05$)。多项回顾性或前瞻性临床研究均提示腹腔镜与开放手术比较, 能保证肿瘤学结局同时, 降低患者术后泌尿功能和性功能障碍率^[88-89]。Han 等^[90]的倾向匹配研究结果证

明: 与 2D 腹腔镜比较, 3D 腹腔镜在保护自主神经方面具有明显优势, 术后 1 年性功能障碍率(3D 腹腔镜组与 2D 腹腔镜组为 8.22% 比 44.52%、 $P=0.000$), 尿潴留发生率比较差异有统计学意义(3D 腹腔镜组与 2D 腹腔镜组为 3% 比 24%、 $P=0.000$)。Kim 等^[91]前瞻性研究结果提示: 达芬奇机器人组直肠癌手术患者术后的泌尿性功能恢复更快(腹腔镜组患者从泌尿功能下降到恢复需要 6 个月[(8.2±6.3)个月], 而达芬奇组患者需要 3 个月[(8.36±5.5)个月]。Galata 等^[92]的研究发现: 术后 1 年机器人手术组的泌尿功能和性功能更好。已有研究结果显示: 与传统腹腔镜手术比较, 机器人手术治疗中低位直肠癌可显著降低术后 3 年局部复发率, 提高保肛率并改善患者的泌尿功能、性功能和控便功能^[93]。达芬奇机器人在直肠癌手术中展现出更优的神经保护效果, 这主要得益于其灵活的操作臂设计, 使其在盆腔狭窄空间的手术操作中具有显著优势^[10]。可视性是降低直肠癌手术损伤盆腔自主神经系统的关键。

推荐意见 17: 有条件的医学中心, 建议采用达芬奇机器人或 3D 腹腔镜辅助直肠癌 TME+ANP 手术。尽量使用提高微创手术可视性的设备行直肠癌根治术和神经保护。(证据级别: Ia 级; 推荐等级: 强烈推荐)

(九) 术中神经监测与神经保护

尽管 TME 已作为直肠癌根治术的金标准, 但目前缺乏监测术中神经损伤的措施。而自主神经损伤后难以恢复, 因此, 术中及时识别和保护十分重要。术中有时仅从形态学上识别神经纤维和神经丛存在困难, 术中牵拉、电凝、无意识切割、热损伤等, 都可对自主神经及分支造成损伤, 即使保持了外形上的结构完整, 其功能也可能受损。术中盆腔神经监测(pelvic intraoperative neuromonitoring, pIONM), 可以通过电生理监测保护直肠癌患者神经, 荟萃分析的结果证实没有 pIONM 的手术是泌尿功能下降的独立危险因素^[94-98]。欧洲多中心随机对照优效性试验研究(NCT01585 727)结果显示^[99]: 术中神经监测组术后泌尿功能障碍率为 8%, 对照组 19%, 术后 1 年近期和远期排便功能障碍率分别是 7%, 50% 和 21% 和 50%, 可以降低低位前切除综合征。术后 1 年, 与对照组相比, pIONM 组男性的平均国际勃起功能指数显著较高, 女性的严重性功能受损率(女性性功能指数<26.6 分)显著较低。在肿瘤穿孔、TME 标本质量、环周切缘状态或淋巴结清

均国际勃起功能指数显著较高,女性的严重性功能受损率(女性性功能指数<26.6分)显著较低。在肿瘤穿孔、TME 标本质量、环周切缘状态或淋巴结清扫数目比较,差异无统计意义。两组吻合口漏的发生率和再次手术率比较,差异无统计学意义。

推荐意见 18: 建议有条件的医学中心可考虑术中采用电极自主神经监测,降低盆腔自主神经损伤发生率,术中神经监测可以降低术后排便、泌尿和性功能障碍发生率。(证据级别: Ia 级;推荐等级: 推荐)

(十) 术中 AI 实时神经结构识别和保护

由于盆腔自主神经纤细且具有明显的变异,术前影像学成像难以评估。外科医师经验不足和病理学变化以及术中手术视野不清晰时容易损伤自主神经,造成术后泌尿和性功能障碍。目前术中监测主要包括电生理监测和 AI 监测。电生理监测操作相对复杂,可能造成创伤,而 AI 监测操作简单,便于推广和应用。Kitaguchi 的研究证明了 AI 可用于手术器械和手术时期的识别,其识别准确度可达到 90%;也可利用 AI 评判手术技巧^[100-101]。Quero 等^[102]的研究结果显示: AI 用于判断结直肠筋膜层次和分离线。已有研究明确了 AI 在机器人辅助直肠癌手术具有可行性,可进行筋膜层次,切除层次和结肠、精囊腺等结构实时识别,避免损伤^[103]。

随着 AI 在临床领域的开发和应用,可通过算法智能识别神经走行。日本的一项研究提示利用 AI 术中识别 SHP 和腹下神经的可行性^[104]。Han 等^[105]针对直肠癌术中可能造成损伤的 IMA 根部神经、SHP、腹下神经、PSN、盆丛、NVB 的图像资料进行计算机视觉、神经卷积网络学习,训练和优化得到直肠癌术中自主神经识别模型并在临床应用。结合病理学验证,该模型识别的准确率、召回率、平均交互比和 F1 指数分别为 0.75、0.66、0.75 和 0.70。该 AI 神经识别模型的应用有望提高直肠癌患者术后的泌尿性功能,但当前尚缺乏循证医学证据支持。

推荐意见 19: 通过电子计算机视觉和神经卷积网络学习,建立大数据学习模型,可以于直肠癌 TME+ANP 手术过程中实时识别自主神经解剖结构和导航。建议作为临床研究进行,开展多中心 RCT 提供高级别证据。(证据级别: IIIb 级;推荐等级: 强烈推荐)

(十一) 低位前切除综合征

低位前切除综合征是直肠癌患者在接受低位

直肠前切除术后,出现的一系列与排便相关的肠道功能改变,可出现腹泻、便秘、肛门疼痛、肛门失禁等症状,其发生率可高达 90%,常导致患者的生命质量下降。低位前切除综合征可能与下面因素相关:(1)切除直肠壶腹部导致储便功能下降。(2)肛管长度缩短。(3)肛门括约肌损伤。(4)代直肠肠管排泄功能低下。(5)左侧结肠运动功能异常。(6)术中自主神经损伤。其中神经损伤是导致术后低位前切除综合征发生的重要原因。副交感神经纤维经 PSN(S2~S4)支配直肠及肛门内括约肌,其损伤可导致肠蠕动减弱,引起排便困难和便秘。交感神经损伤则导致无意识大便失禁和无便意。目前的评估主要依据低位前切除综合征评分表格或 Wexner 评分表格。Zhou 等^[106]的研究结果显示:术中双侧自主神经保留患者术后 12 个月肛门功能明显高于单侧保护或无保护患者。Bolton 等^[107]的研究提示:低位前切除综合征的发生率为 82.6%,其中 19.7% 为轻微,62.9% 为严重;与泌尿性功能的恢复相比,低位前切除综合征的恢复相对缓慢。瑞典一项 watch and wait 研究结果提示:低位前切除综合征的患者在术后 1 年仍未见明显恢复^[108]。1 项荟萃分析结果提示:低位前切除综合征患者通常于术后 18~24 个月可缓慢恢复^[109]。Pieniowski 等^[110]的研究结果提示:肛门冲洗可减轻低位前切除综合征症状,提高生命质量。Bosch 等^[111]的研究结果提示盆底修复训练可以改善低位前切除综合征患者的生命质量。而针对不同手术平台,多篇研究结果提示:与经腹部 TME 比较,taTME 的低位前切除综合征发生率更高^[112]。

推荐意见 20: 直肠癌保肛手术副交感神经和盆腔自主神经的损伤是影响 LARS 的重要因素之一,也可导致直肠顺应性和储便功能下降。(证据级别: IIb 级;推荐等级: 强烈推荐)

(十二) 术后泌尿性功能、肛门障碍恢复

直肠癌 TME 手术患者的泌尿性功能通常于术后下降,部分患者能在术后 1 年内恢复。有研究提示行达芬奇机器人直肠癌保功能手术男性直肠癌患者其术后勃起功能通常能在术后 1 年内恢复,包括侧方淋巴结清扫患者,但行新辅助治疗的患者却几乎无法恢复^[66]。Nishizawa 等^[113]的研究结果提示 5 型磷酸二酯酶抑制剂(西地那非)治疗对直肠癌术后性功能障碍有效。Deng 等^[114]的前瞻性研究探索了直肠癌患者术后早期单独使用西地那非或联合使用西地那非+真空勃起装置与对照组相比

术后 12 个月勃起功能明显提高。DuHamel 等^[115]的研究结果提示:术后进行数次简短的心理干预可能促进性功能恢复。肛门功能恢复则需要更长时间,通常在 18~24 个月才缓慢恢复。van der Heijden 的 FORCE 多中心 RCT 发现针对中度以上或完全性肛门失禁患者,规范化盆底康复训练(包括生物反馈、电刺激及肌力训练)可显著改善肛门节制功能^[116]。Bosch 等^[111]的研究结果提示:术后系统化盆底康复干预(如定时排便训练、肛门括约肌协调性训练)可有效提升直肠癌患者的肠道功能障碍评分,并改善生命质量。联合饮食指导、行为调整及药物和(或)补充剂干预(如益生菌、止泻药),可进一步优化术后直肠肛门功能的恢复^[117]。

推荐意见 21: 需要根据患者情况制订个体化恢复方案。早期使用西地那非和勃起装置可能有助于性功能恢复。部分患者直肠癌 ANP 术后泌尿功能和性功能障碍可以在术后 1 年恢复,可采取心理干预或等待-观察策略。肛门功能障碍的恢复过程较缓慢,但通过早期饮食指导、盆底康复训练及药物治疗等综合干预措施可有效促进功能恢复。(证据级别: IIIa 级;推荐等级: 强烈推荐)

六、结语

本共识基于现有循证医学证据与专家经验,系统规范了直肠癌根治手术中自主神经保护的解剖认知、适应证和操作要点,旨在确保肿瘤学安全的前提下,最大限度降低术后功能障碍发生率,为临床实践提供可操作、可推广的规范指导。

《直肠癌根治手术保护自主神经专家共识(2026 版)》编审委员会名单

组长:

韩方海 暨南大学附属广东省第二人民医院
张忠涛 首都医科大学附属北京友谊医院
王锡山 中国医学科学院肿瘤医院
申占龙 北京大学人民医院

委员(按姓氏汉语拼音排序):

陈 功 中山大学肿瘤防治中心
陈路川 福建省肿瘤医院
陈瑛罡 中国医学科学院肿瘤医院深圳医院
程 勇 重庆医科大学附属第一医院
池 畔 福建医科大学协和医院
崔滨滨 哈尔滨医科大学附属肿瘤医院
戴 勇 山东大学齐鲁医院
邓海军 南方医科大学南方医院
刁德昌 中山大学附属第六医院

丁克峰 浙江医科大学附属第二医院
房学东 吉林大学中日联谊医院
冯 波 上海交通大学医学院附属瑞金医院
傅传刚 同济大学附属东方医院
顾 晋 北京大学肿瘤医院
韩加刚 首都医科大学附属北京朝阳医院
何显力 空军军医大学唐都医院
计 勇 佛山市第一人民医院
江 波 山西省肿瘤医院
江志伟 江苏省中医院
金 婷 哈尔滨医科大学附属第四医院
靖昌庆 山东省立医院
康 亮 中山大学附属第六医院
兰 平 中山大学附属第六医院
李乐平 山东省立医院
李大卫 复旦大学附属肿瘤医院
李太原 南昌大学第一附属医院
李心翔 复旦大学附属肿瘤医院
李 勇 广东省人民医院
李永翔 安徽医科大学第一附属医院
李正荣 南昌大学附属第一医院
梁国刚 青岛市第八人民医院
梁 品 大连医科大学附属第一医院
林国乐 北京协和医院
林谋斌 同济大学附属杨浦医院
刘海义 山西省肿瘤医院
刘合利 中南大学湘雅医院
刘 明 哈尔滨医科大学附属第四医院
刘 骞 中国医学科学院肿瘤医院
刘 正 北京美中爱瑞肿瘤医院
刘忠臣 上海市第十人民医院
卢 云 青岛大学附属医院
罗华友 昆明医科大学第一附属医院
吕国庆 北京大学深圳医院
潘志忠 中山大学肿瘤防治中心
潘 凯 深圳市人民医院
钱 群 武汉大学中南医院
石 彦 陆军军医大学第一附属医院(西南医院)
宋 武 中山大学附属第一医院
孙学军 西安交通大学第一附属医院
孙跃明 江苏省人民医院
唐卫中 广西医科大学附属肿瘤医院
陶凯雄 华中科技大学同济医学院附属协和医院
童卫东 陆军军医大学陆军特色医学中心(大坪医院)
卫洪波 中山大学附属第三医院
汪 欣 北京大学第一医院
王桂华 华中科技大学同济医学院附属同济医院
王贵英 河北医科大学第二医院
王贵玉 哈尔滨医科大学附属第二医院

王 权 吉林大学白求恩第一医院
 王小忠 汕头市中心医院
 王振军 首都医科大学附属北京朝阳医院
 王振宁 中国医科大学附属第一医院
 王自强 四川大学华西医院
 王子卫 重庆医科大学附属第一医院
 韦 焯 复旦大学附属华东医院
 魏正强 重庆医科大学附属第一医院
 武爱文 北京大学肿瘤医院
 吴思雨 哈尔滨医科大学附属第二医院
 吴 畏 中南大学湘雅医院
 夏利刚 深圳市人民医院
 肖卫东 陆军军医大学第二附属医院(新桥医院)
 肖 毅 中国医学科学院北京协和医学院
 许剑民 复旦大学附属中山医院
 徐 焯 复旦大学附属肿瘤医院
 燕 速 青海大学附属医院
 杨 春 四川省医学科学院·四川省人民医院
 杨春康 福建省肿瘤医院
 杨 烈 四川大学华西医院
 杨道贵 聊城市人民医院
 杨向东 成都肛肠专科医院
 杨熊飞 甘肃省人民医院
 杨盈赤 首都医科大学附属北京友谊医院
 姚宏伟 首都医科大学附属北京友谊医院
 袁维堂 郑州大学第一附属医院
 张成武 青海大学附属医院
 张海增 中国医学科学院肿瘤医院
 张 宏 中国医科大学附属盛京医院
 张 森 广西医科大学附属第一医院
 赵 任 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 郑朝旭 中国医学科学院肿瘤医院
 钟 鸣 上海健康医学院附属浦东公利医院
 周海涛 中国医学科学院肿瘤医院
 周岩冰 青岛大学附属医院

执笔:

钟广宇 暨南大学附属广东省第二人民医院
 谢焯权 暨南大学附属广东省第二人民医院
 周声宁 暨南大学附属广东省第二人民医院
 谭嘉男 暨南大学附属广东省第二人民医院
 蒙珍琦 暨南大学附属广东省第二人民医院

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin,2024,74(3):229-263. DOI:10.3322/caac.21834.

[2] 杨 莹,辛城霖,张忠涛.中低位直肠癌的精准诊断与规范治疗[J].中华消化外科杂志,2024,23(1):85-90. DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20231211-00248.

[3] Heald RJ, Ryall RD. Recurrence and survival after total mesorectal excision for rectal cancer [J]. Lancet,1986,1(8496):1479-1482. DOI:10.1016/s0140-6736(86)91510-2.

[4] Heald RJ, Husband EM, Ryall RD. The mesorectum in rectal cancer surgery—the clue to pelvic recurrence? [J]. Br J Surg,1982,69(10):613-616. DOI:10.1002/bjs.1800691019.

[5] Ito M, Kobayashi A, Fujita S, et al. Urinary dysfunction after rectal cancer surgery: results from a randomized trial comparing mesorectal excision with and without lateral lymph node dissection for clinical stage II or III lower rectal cancer (Japan Clinical Oncology Group Study, JCOG0212) [J]. Eur J Surg Oncol,2018,44(4):463-468. DOI:10.1016/j.ejso.2018.01.015.

[6] Duran E, Tanriseven M, Ersoz N, et al. Urinary and sexual dysfunction rates and risk factors following rectal cancer surgery[J]. Int J Colorectal Dis,2015,30(11):1547-1555. DOI:10.1007/s00384-015-2346-z.

[7] Lange MM, van de Velde CJ. Urinary and sexual dysfunction after rectal cancer treatment[J]. Nat Rev Urol,2011,8(1):51-57. DOI:10.1038/nrurol.2010.206.

[8] Celentano V, Cohen R, Warusavitarne J, et al. Sexual dysfunction following rectal cancer surgery[J]. Int J Colorectal Dis,2017,32(11):1523-1530. DOI:10.1007/s00384-017-2826-4.

[9] Liu Y, Liu M, Lei Y, et al. Evaluation of effect of robotic versus laparoscopic surgical technology on genitourinary function after total mesorectal excision for rectal cancer[J]. Int J Surg,2022,104:106800. DOI:10.1016/j.ijsu.2022.106800.

[10] Hansen SB, Oggesen BT, Fonnes S, et al. Erectile dysfunction is common after rectal cancer surgery: a cohort study [J]. Curr Oncol,2023,30(10):9317-9326. DOI:10.3390/curr-oncol30100673.

[11] Jiang J, Zhu S, Yi B, et al. Comparison of the short-term operative, oncological, and functional outcomes between two types of robot-assisted total mesorectal excision for rectal cancer: Da Vinci versus Micro Hand S surgical robot [J]. Int J Med Robot,2021,17(4):e2260. DOI:10.1002/rcs.2260.

[12] Kim HS, Kang JH, Yang SY, et al. Long-term voiding and sexual function in male patients after robotic total mesorectal excision with autonomic nerve preservation for rectal cancer: a cross-sectional study[J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech,2020,30(2):137-143. DOI:10.1097/SLE.0000000000000779.

[13] Kinugasa Y, Sugihara K. Topology of the fascial structures in rectal surgery: complete cancer resection and the importance of avoiding autonomic nerve injury [J]. Seminars in Colon and Rectal Surgery,2010,21:95-101. DOI:10.1053/j.scrs.2010.01.006.

[14] Kim H, Nam YS, Lee UY, et al. Anatomy of the superior hypogastric plexus and its application in nerve-sparing paraaortic lymphadenectomy[J]. Folia Morphol (Warsz), 2021,80(1):70-75. DOI:10.5603/FM.a2020.0037.

[15] Kutlu B, Guner MA, Akyol C, et al. Comprehensive anatomy of the superior hypogastric plexus and its relationship with pelvic surgery landmarks: defining the safe zone around the promontory[J]. Tech Coloproctol,2022,26(8):655-664. DOI:10.1007/s10151-022-02622-z.

- [16] Lee JF, Maurer VM, Block GE. Anatomic relations of pelvic autonomic nerves to pelvic operations[J]. *Arch Surg*, 1973, 107(2):324-328. DOI:10.1001/archsurg.1973.01350200184038.
- [17] Moszkowicz D, Alsaïd B, Bessedé T, et al. Where does pelvic nerve injury occur during rectal surgery for cancer? [J]. *Colorectal Dis*, 2011, 13(12):1326-1334. DOI:10.1111/j.1463-1318.2010.02384.x.
- [18] Lin M, Chen W, Huang L, et al. The anatomic basis of total mesorectal excision[J]. *Am J Surg*, 2011, 201(4):537-543. DOI:10.1016/j.amjsurg.2009.12.010.
- [19] Moszkowicz D, Alsaïd B, Bessedé T, et al. Where does pelvic nerve injury occur during rectal surgery for cancer? [J]. *Colorectal Dis*, 2011, 13(12):1326-1334. DOI:10.1111/j.1463-1318.2010.02384.x.
- [20] Stelzner S, Böttner M, Kupsch J, et al. Internal anal sphincter nerves—a macroanatomical and microscopic description of the extrinsic autonomic nerve supply of the internal anal sphincter[J]. *Colorectal Dis*, 2018, 20(1):7-16. DOI:10.1111/codi.13942.
- [21] Quaghebeur J, Petros P, Wyndaele JJ, et al. The innervation of the bladder, the pelvic floor, and emotion: a review[J]. *Auton Neurosci*, 2021, 235:102868. DOI:10.1016/j.autneu.2021.102868.
- [22] Kinugasa Y, Murakami G, Suzuki D, et al. Histological identification of fascial structures posterolateral to the rectum [J]. *Br J Surg*, 2007, 94(5):620-626. DOI:10.1002/bjs.5540.
- [23] Stelzner S, Heinze T, Nikolouzakis TK, et al. Perirectal fascial anatomy: new insights into an old problem[J]. *Dis Colon Rectum*, 2021, 64(1):91-102. DOI:10.1097/DCR.0000000000001778.
- [24] Stelzner S, Heinze T, Heimke M, et al. Beyond total mesorectal excision: compartment-based anatomy of the pelvis revisited for exenterative pelvic surgery[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(1):e58-e67. DOI:10.1097/SLA.0000000000005715.
- [25] Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum. Japanese classification of colorectal, appendiceal, and anal carcinoma: the 3d english edition [secondary publication] [J]. *J Anus Rectum Colon*, 2019, 3(4):175-195. DOI:10.23922/jarc.2019-018.
- [26] Kim NK, Kim YW, Cho MS. Total mesorectal excision for rectal cancer with emphasis on pelvic autonomic nerve preservation: Expert technical tips for robotic surgery[J]. *Surg Oncol*, 2015, 24(3):172-180. DOI:10.1016/j.suronc.2015.06.012.
- [27] Zheng Z, Wang X, Huang Y, et al. An intrasheath separation technique for nerve-sparing high ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer surgery[J]. *Front Oncol*, 2021, 11:694059. DOI:10.3389/fonc.2021.694059.
- [28] Feng W, Zong Y, Zhao J, et al. High versus low ligation of the inferior mesenteric artery during laparoscopic rectal cancer surgery: A prospective study of surgical and oncological outcomes[J]. *J Surg Oncol*, 2021, 123 Suppl 1:S76-S80. DOI:10.1002/jso.26362.
- [29] Fujii S, Ishibe A, Ota M, et al. Randomized clinical trial of high versus low inferior mesenteric artery ligation during anterior resection for rectal cancer [J]. *BJS open*, 2018, 2(4):195-202. DOI:10.1002/bjs5.71.
- [30] Park SS, Park B, Park EY, et al. Outcomes of high versus low ligation of the inferior mesenteric artery with lymph node dissection for distal sigmoid colon or rectal cancer [J]. *Surgery today*, 2020, 50(6):560-568. DOI:10.1007/s00595-019-01942-2.
- [31] You X, Liu Q, Wu J, et al. High versus low ligation of inferior mesenteric artery during laparoscopic radical resection of rectal cancer: a retrospective cohort study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(12):e19437. DOI:10.1097/MD.00000000000019437.
- [32] Lee MW, Park SS, You K, et al. Long-term clinical outcomes after high and low ligations with lymph node dissection around the root of the inferior mesenteric artery in patients with rectal cancer[J]. *Ann Coloproctol*, 2024, 40(1):62-73. DOI:10.3393/ac.2023.00094.0013.
- [33] Fiori E, Crocetti D, Lamazza A, et al. Is low inferior mesenteric artery ligation worthwhile to prevent urinary and sexual dysfunction after total mesorectal excision for rectal cancer? [J]. *Anticancer Res*, 2020, 40(8):4223-4228. DOI:10.21873/anticancer.14423.
- [34] Jonnada PK, Karunakaran M, Rao D. Outcomes of level of ligation of inferior mesenteric artery in colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Future Oncol*, 2021, 17(27):3645-3661. DOI:10.2217/fon-2021-0149.
- [35] Si MB, Yan PJ, Du ZY, et al. Lymph node yield, survival benefit, and safety of high and low ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2019, 34(6):947-962. DOI:10.1007/s00384-019-03291-5.
- [36] Suffat LP, Petrelli LC, Mondini G, et al. Ideal level of ligation of the inferior mesenteric artery. An old debate for a current surgical approach[J]. *Ann Ital Chir*, 2021, 92:549-553.
- [37] Wang Y, Wang Y, Zou L, et al. Does the level of inferior mesenteric artery ligation affect short-term and long-term outcomes of patients with sigmoid colon cancer or rectal cancer? A single-center retrospective study[J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1):274. DOI:10.1186/s12957-022-02741-9.
- [38] Mari GM, Crippa J, Cocozza E, et al. Low ligation of inferior mesenteric artery in laparoscopic anterior resection for rectal cancer reduces genitourinary dysfunction: results from a randomized controlled trial (HIGHLOW trial) [J]. *Ann Surg*, 2019, 269(6):1018-1024. DOI:10.1097/SLA.0000000000002947.
- [39] Yu J, Chen Y, Li T, et al. High and low inferior mesenteric artery ligation in laparoscopic low anterior rectal resections: a retrospective study[J]. *Front Surg*, 2022, 9:1027034. DOI:10.3389/fsurg.2022.1027034.
- [40] Matsuda K, Hotta T, Takifuji K, et al. Randomized clinical trial of defaecatory function after anterior resection for rectal cancer with high versus low ligation of the inferior mesenteric artery[J]. *Br J Surg*, 2015, 102(5):501-508. DOI:10.1002/bjs.9739.
- [41] Zeng H, Lan Q, Li F, et al. Comparison of the short-term and long-term outcomes of three different types of inferior mesenteric artery ligation in left colonic and rectal cancers: a network meta-analysis[J]. *Updates Surg*, 2023, 75(8):2085-2102. DOI:10.1007/s13304-023-01631-3.
- [42] Nano M, Dal Corso H, Ferronato M, et al. Ligation of the inferior mesenteric artery in the surgery of rectal cancer: anatomical considerations[J]. *Dig Surg*, 2004, 21(2):123-127. DOI:10.1159/000077347.
- [43] Chew MH, Yeh YT, Lim E, et al. Pelvic autonomic nerve preservation in radical rectal cancer surgery: changes in

- the past 3 decades[J]. *Gastroenterol Rep (Oxf)*,2016,4(3):173-185. DOI:10.1093/gastro/gow023.
- [44] Nano M, Dal Corso HM, Lanfranco G, et al. Contribution to the surgical anatomy of the ligaments of the rectum[J]. *Dis Colon Rectum*,2000,43(11):1592-1598. DOI:10.1007/BF02236746.
- [45] Jones OM, Smeulders N, Wiseman O, et al. Lateral ligaments of the rectum: an anatomical study[J]. *Br J Surg*,1999,86(4):487-489. DOI:10.1046/j.1365-2168.1999.01080.x.
- [46] Kiyomatsu T, Ishihara S, Muroto K, et al. Anatomy of the middle rectal artery: a review of the historical literature [J]. *Surg Today*,2017,47(1):14-19. DOI:10.1007/s00595-016-1359-8.
- [47] Sato K, Sato T. The vascular and neuronal composition of the lateral ligament of the rectum and the rectosacral fascia[J]. *Surg Radiol Anat*,1991,13(1):17-22. DOI:10.1007/BF01623135.
- [48] Zhu XM, Yu GY, Zheng NX, et al. Review of Denonvilliers' fascia: the controversies and consensuses[J]. *Gastroenterol Rep (Oxf)*,2020,8(5):343-348. DOI:10.1093/gastro/goaa053.
- [49] Heald RJ, Moran BJ. Embryology and anatomy of the rectum[J]. *Semin Surg Oncol*,1998,15(2):66-71. DOI:10.1002/(sici)1098-2388(199809)15:2<66::aid-ssu2>3.0.co;2-3.
- [50] Heald RJ, Moran BJ, Brown G, et al. Optimal total mesorectal excision for rectal cancer is by dissection in front of Denonvilliers' fascia[J]. *Br J Surg*,2004,91(1):121-123. DOI:10.1002/bjs.4386.
- [51] Kiyoshima K, Yokomizo A, Yoshida T, et al. Anatomical features of periprostatic tissue and its surroundings: a histological analysis of 79 radical retropubic prostatectomy specimens[J]. *Jpn J Clin Oncol*,2004,34(8):463-468. DOI:10.1093/jjco/hyh078.
- [52] Lee JY, Spratt DE, Liss AL, et al. Vessel-sparing radiation and functional anatomy-based preservation for erectile function after prostate radiotherapy[J]. *Lancet Oncol*,2016,17(5):e198-e208. DOI:10.1016/S1470-2045(16)00063-2.
- [53] Fang J, Wei B, Zheng Z, et al. Preservation versus resection of Denonvilliers' fascia in total mesorectal excision for male rectal cancer: follow-up analysis of the randomized PUF-01 trial[J]. *Nat Commun*,2023,14(1):6667. DOI:10.1038/s41467-023-42367-3.
- [54] Wei B, Zheng Z, Fang J, et al. Effect of Denonvilliers' fascia preservation versus resection during laparoscopic total mesorectal excision on postoperative urogenital function of male rectal cancer patients: initial results of Chinese PUF-01 randomized clinical trial[J]. *Ann Surg*,2021,274(6):e473-e480. DOI:10.1097/SLA.0000000000004591.
- [55] Kroon HM, Hoogervorst LA, Hanna-Rivero N, et al. Systematic review and meta-analysis of long-term oncological outcomes of lateral lymph node dissection for metastatic nodes after neoadjuvant chemoradiotherapy in rectal cancer[J]. *Eur J Surg Oncol*,2022,48(7):1475-1482. DOI:10.1016/j.ejso.2022.04.016.
- [56] Kroon HM, Malakorn S, Dudi-venkata NN, et al. Local recurrences in western low rectal cancer patients treated with or without lateral lymph node dissection after neoadjuvant (chemo)radiotherapy: an international multi-centre comparative study [J]. *Eur J Surg Oncol*,2021,47(9):2441-2449. DOI:10.1016/j.ejso.2021.06.004.
- [57] Gao X, Wang C, Yu Y, et al. Lateral lymph node dissection reduces local recurrence of locally advanced lower rectal cancer in the absence of preoperative neoadjuvant chemoradiotherapy: a systematic review and meta-analysis[J]. *World J Surg Oncol*,2020,18(1):304. DOI:10.1186/s12957-020-02078-1.
- [58] Oh HK, Kang SB, Lee SM, et al. Neoadjuvant chemoradiotherapy affects the indications for lateral pelvic node dissection in mid/low rectal cancer with clinically suspected lateral node involvement: a multicenter retrospective cohort study[J]. *Ann Surg Oncol*,2014,21(7):2280-2287. DOI:10.1245/s10434-014-3559-z.
- [59] Hajibandeh S, Hajibandeh S, Matthews J, et al. Meta-analysis of survival and functional outcomes after total mesorectal excision with or without lateral pelvic lymph node dissection in rectal cancer surgery[J]. *Surgery*,2020,168(3):486-496. DOI:10.1016/j.surg.2020.04.063.
- [60] Anania G, Davies RJ, Arezzo A, et al. Rise and fall of total mesorectal excision with lateral pelvic lymphadenectomy for rectal cancer: an updated systematic review and meta-analysis of 11,366 patients[J]. *Int J Colorectal Dis*,2021,36(11):2321-2333. DOI:10.1007/s00384-021-03946-2.
- [61] Wang X, Qiu A, Liu X, et al. Total mesorectal excision plus lateral lymph node dissection vs TME on rectal cancer patients: a meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*,2020,35(6):997-1006. DOI:10.1007/s00384-020-03610-1.
- [62] Cribb BI, Kong J, McCormick J, et al. Functional outcomes after lateral pelvic lymph node dissection for rectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*,2022,37(3):583-595. DOI:10.1007/s00384-021-04073-8.
- [63] Saito S, Fujita S, Mizusawa J, et al. Male sexual dysfunction after rectal cancer surgery: results of a randomized trial comparing mesorectal excision with and without lateral lymph node dissection for patients with lower rectal cancer: Japan Clinical Oncology Group Study JCOG0212[J]. *Eur J Surg Oncol*,2016,42(12):1851-1858. DOI:10.1016/j.ejso.2016.07.010.
- [64] Akasu T, Sugihara K, Moriya Y. Male urinary and sexual functions after mesorectal excision alone or in combination with extended lateral pelvic lymph node dissection for rectal cancer[J]. *Ann Surg Oncol*,2009,16(10):2779-2786. DOI:10.1245/s10434-009-0546-x.
- [65] Kyo K, Sameshima S, Takahashi M, et al. Impact of autonomic nerve preservation and lateral node dissection on male urogenital function after total mesorectal excision for lower rectal cancer[J]. *World J Surg*,2006,30(6):1014-1019. DOI:10.1007/s00268-005-0050-9.
- [66] Hanaoka M, Kagawa H, Shiomi A, et al. Risk factors for and longitudinal course of male sexual dysfunction after robotic rectal cancer surgery[J]. *Colorectal Dis*,2023,25(5):932-942. DOI:10.1111/codi.16508.
- [67] Shi H, Yi X, Yan X, et al. Meta-analysis of the efficacy and safety of robot-assisted comparative laparoscopic surgery in lateral lymph node dissection for rectal cancer[J]. *Surg Endosc*,2024,38(10):5584-5595. DOI:10.1007/s00464-024-11111-3.
- [68] Zhang B, Zhuo GZ, Zhao Y, et al. Quality of life and functional outcomes after intersphincteric resection for ultralow rectal cancer: a prospective observational study[J]. *Dis Colon Rectum*,2023,66(7):1029-1038. DOI:10.1097/DCR.0000000000002615.
- [69] Liu J, Wang X, Chen H, et al. Risk factors, quality of life, and

- oncological effects of refractory anastomotic leakage for laparoscopic intersphincteric resection[J]. *J Gastroenterol Hepatol*,2023,38(11):1934-1941. DOI:10.1111/jgh.16270.
- [70] Koyama M, Murata A, Sakamoto Y, et al. Long-term clinical and functional results of intersphincteric resection for lower rectal cancer[J]. *Ann Surg Oncol*,2014,21(Suppl 3):S422-S428. DOI:10.1245/s10434-014-3573-1.
- [71] Tschann P, Weigl M, Brock T, et al. Identification of risk factors for sexual dysfunction after multimodal therapy of locally advanced rectal cancer and their impact on quality of life: a single-center trial[J]. *Cancers (Basel)*,2022,14(23):5796. DOI:10.3390/cancers14235796.
- [72] Min L, Fan Z, Zhi W, et al. Risk factors for anorectal dysfunction after intersphincteric resection in patients with low rectal cancer[J]. *Front Surg*,2021,8:727694. DOI:10.3389/fsurg.2021.727694.
- [73] Kim JC, Lee JL, Kim CW, et al. Technical, functional, and oncological validity of robot-assisted total-intersphincteric resection (T-ISR) for lower rectal cancer[J]. *Eur J Surg Oncol*,2023,49(1):188-195. DOI:10.1016/j.ejso.2022.07.010.
- [74] Kim JC, Lee JL, Bong JW, et al. Oncological and anorectal functional outcomes of robot-assisted intersphincteric resection in lower rectal cancer, particularly the extent of sphincter resection and sphincter saving[J]. *Surg Endosc*,2020,34(5):2082-2094. DOI:10.1007/s00464-019-06989-3.
- [75] Sun G, Zang Y, Ding H, et al. 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[J]. *Tech Coloproctol*,2023,27(12):1275-1287. DOI:10.1007/s10151-023-02819-w.
- [76] Ishiyama G, Hinata N, Kinugasa Y, et al. Nerves supplying the internal anal sphincter: an immunohistochemical study using donated elderly cadavers[J]. *Surg Radiol Anat*,2014,36(10):1033-1042. DOI:10.1007/s00276-014-1289-3.
- [77] Labalde Martínez M, Nevado García C, García Borda FJ, et al. Long-term outcomes of transanal total mesorectal excision for rectal cancer: what could we do to improve them? [J]. *Minerva Surg*,2022,77(6):564-572. DOI:10.23736/S2724-5691.22.09463-1.
- [78] Bjoern MX, Clausen FB, Seiersen M, et al. Quality of life and functional outcomes after transanal total mesorectal excision for rectal cancer-results from the implementation period in Denmark[J]. *Int J Colorectal Dis*,2022,37(9):1997-2011. DOI:10.1007/s00384-022-04219-2.
- [79] 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.
- [80] Oikonomou C, Gourgiotis S, Cirocchi R, et al. Re-exploring the pelvic neuroanatomy from a new perspective and a potential guidance for TaTME: a "bottom-up" approach[J]. *Updates Surg*,2021,73(2):503-512. DOI:10.1007/s13304-020-00968-3.
- [81] Grass JK, Persiani R, Tirelli F, et al. Robotic versus transanal total mesorectal excision in sexual, anorectal, and urinary function: a multicenter, prospective, observational study[J]. *Int J Colorectal Dis*,2021,36(12):2749-2761. DOI:10.1007/s00384-021-04030-5.
- [82] Koushi K, Nishizawa Y, Kojima M, et al. Association between pathologic features of peripheral nerves and postoperative anal function after neoadjuvant therapy for low rectal cancer[J]. *Int J Colorectal Dis*,2016,31(12):1845-1852. DOI:10.1007/s00384-016-2640-4.
- [83] Herman JM, Narang AK, Griffith KA, et al. The quality-of-life effects of neoadjuvant chemoradiation in locally advanced rectal cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*,2013,85(1):e15-e19. DOI:10.1016/j.ijrobp.2012.09.006.
- [84] Brachet S, Meillat H, Chanez B, et al. Case-matched comparison of functional and quality of life outcomes of local excision and total mesorectal excision following chemoradiotherapy for rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*,2022,65(12):1464-1474. DOI:10.1097/DCR.0000000000002384.
- [85] Bregendahl S, Emmertsen KJ, Lindegaard JC, et al. Urinary and sexual dysfunction in women after resection with and without preoperative radiotherapy for rectal cancer: a population-based cross-sectional study[J]. *Colorectal Dis*,2015,17(1):26-37. DOI:10.1111/codi.12758.
- [86] Li X, Fu R, Ni H, et al. Effect of neoadjuvant therapy on the functional outcome of patients with rectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*,2023,35(2):e121-e134. DOI:10.1016/j.clon.2022.07.003.
- [87] Attaallah W, Ertekin SC, Yegen C. Prospective study of sexual dysfunction after proctectomy for rectal cancer[J]. *Asian J Surg*,2018,41(5):454-461. DOI:10.1016/j.asjsur.2017.04.005.
- [88] Jiang WZ, Xu JM, Xing JD, et al. Short-term outcomes of laparoscopy-assisted vs open surgery for patients with low rectal cancer: the LASRE randomized clinical trial[J]. *JAMA Oncol*,2022,8(11):1607-1615. DOI:10.1001/jamaoncol.2022.4079.
- [89] Laurent C, Leblanc F, Wütrich P, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer: long-term oncologic results [J]. *Ann Surg*,2009,250(1):54-61. DOI:10.1097/SLA.0b013e3181ad6511.
- [90] Han FH, Zhou SN, Zhong GY, et al. Three-dimensional versus two-dimensional laparoscopic surgery for rectal cancer: better promote postoperative sexual and urinary function of a propensity-matched study[J]. *Am J Cancer Res*,2022,12(7):3148-3163.
- [91] Kim JY, Kim NK, Lee KY, et al. A comparative study of voiding and sexual function after total mesorectal excision with autonomic nerve preservation for rectal cancer: laparoscopic versus robotic surgery[J]. *Ann Surg Oncol*,2012,19(8):2485-2493. DOI:10.1245/s10434-012-2262-1.
- [92] Galata C, Vassilev G, Haas F, et al. Clinical, oncological, and functional outcomes of Da Vinci (Xi)-assisted versus conventional laparoscopic resection for rectal cancer: a prospective, controlled cohort study of 51 consecutive cases [J]. *Int J Colorectal Dis*,2019,34(11):1907-1914. DOI:10.1007/s00384-019-03397-w.
- [93] Feng Q, Yuan W, Li T, et al. Robotic vs laparoscopic surgery for middle and low rectal cancer: the REAL randomized clinical trial[J]. *JAMA*,2025,334(2):136-148. DOI:10.1001/jama.2025.8123.
- [94] Kneist W, Kauff DW, Juhre V, et al. Is intraoperative neuro-monitoring associated with better functional outcome in patients undergoing open TME? Results of a case-control study[J]. *Eur J Surg Oncol*,2013,39(9):994-999. DOI:10.1016/j.ejso.2013.06.004.

- [95] Kauff DW, Lang H, Kneist W. Risk factor analysis for newly developed urogenital dysfunction after total mesorectal excision and impact of pelvic intraoperative neuromonitoring—a prospective 2-year follow-up study[J]. *J Gastrointest Surg*, 2017, 21(6):1038-1047. DOI:10.1007/s11605-017-3409-y.
- [96] Kauff DW, Roth Y, Bettzieche RS, et al. Fecal incontinence after total mesorectal excision for rectal cancer-impact of potential risk factors and pelvic intraoperative neuromonitoring[J]. *World J Surg Oncol*, 2020, 18(1):12. DOI:10.1186/s12957-020-1782-6.
- [97] Wałęga P, Romaniszyn M, Wałęga M, et al. Intraoperative neuromonitoring of hypogastric plexus branches during surgery for rectal cancer—preliminary report[J]. *Pol Przegl Chir*, 2017, 89(2):69-72. DOI:10.5604/01.3001.0009.9161.
- [98] Samara AA, Baloyiannis I, Perivoliotis K, et al. Intraoperative neuromonitoring in rectal cancer surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2021, 36(7):1385-1394. DOI:10.1007/s00384-021-03884-z.
- [99] Kauff DW, Kronfeld K, Gorbulev S, et al. Continuous intraoperative monitoring of pelvic autonomic nerves during TME to prevent urogenital and anorectal dysfunction in rectal cancer patients (NEUROS): a randomized controlled trial[J]. *BMC Cancer*, 2016, 16:323. DOI:10.1186/s12885-016-2348-4.
- [100] Kitaguchi D, Lee Y, Hayashi K, et al. Development and validation of a model for laparoscopic colorectal surgical instrument recognition using convolutional neural network-based instance segmentation and videos of laparoscopic procedures[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(8):e2226265. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2022.26265.
- [101] Kitaguchi D, Takeshita N, Matsuzaki H, et al. Development and validation of a 3-dimensional convolutional neural network for automatic surgical skill assessment based on spatiotemporal video analysis[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(8):e2120786. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2021.20786.
- [102] Quero G, Mascagni P, Kolbinger FR, et al. Artificial intelligence in colorectal cancer surgery: present and future perspectives[J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(15):3803. DOI:10.3390/cancers14153803.
- [103] Kolbinger FR, Bodenstedt S, Carstens M, et al. Artificial Intelligence for context-aware surgical guidance in complex robot-assisted oncological procedures: an exploratory feasibility study[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2024, 50(12):106996. DOI:10.1016/j.ejso.2023.106996.
- [104] Kojima S, Kitaguchi D, Igaki T, et al. Deep-learning-based semantic segmentation of autonomic nerves from laparoscopic images of colorectal surgery: an experimental pilot study[J]. *Int J Surg*, 2023, 109(4):813-820. DOI:10.1097/JS9.0000000000000317.
- [105] Han, F, Zhong, G, Zhi, S, et al. Artificial intelligence recognition system of pelvic autonomic nerve during total mesorectal excision[J]. *Dis Colon Rectum*, 2024, 68(3):308-315. DOI:10.1097/DCR.00000000000003547.
- [106] Zhou MW, Huang XY, Chen ZY, et al. Intraoperative monitoring of pelvic autonomic nerves during laparoscopic low anterior resection of rectal cancer[J]. *Cancer Manag Res*, 2019, 11:411-417. DOI:10.2147/CMAR.S182181.
- [107] Bolton WS, Chapman SJ, Corrigan N, et al. The incidence of low anterior resection syndrome as assessed in an international randomized controlled trial (MRC/NIHR ROLARR) [J]. *Ann Surg*, 2021, 274(6):e1223-e1229. DOI:10.1097/SLA.0000000000003806.
- [108] Temmink S, Martling A, Angenete E, et al. Complete response rates in rectal cancer: temporal changes over a decade in a population-based nationwide cohort[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2023, 49(11):106991. DOI:10.1016/j.ejso.2023.106991.
- [109] Varghese C, Wells CI, O'Grady G, et al. The longitudinal course of low-anterior resection syndrome: an individual patient meta-analysis[J]. *Ann Surg*, 2022, 276(1):46-54. DOI:10.1097/SLA.0000000000005423.
- [110] Pieniowski E, Bergström CM, Nordenvall C, et al. A randomized controlled clinical trial of transanal irrigation versus conservative treatment in patients with low anterior resection syndrome after rectal cancer surgery[J]. *Ann Surg*, 2023, 277(1):30-37. DOI:10.1097/SLA.0000000000005482.
- [111] Bosch NM, Kalkdijk-Dijkstra AJ, van Westreenen HL, et al. Pelvic floor rehabilitation after rectal cancer surgery one-year follow-up of a multicenter randomized clinical trial (FORCE trial) [J]. *Ann Surg*, 2024, 281(2):235-242. DOI:10.1097/SLA.0000000000006402.
- [112] Mohamedahmed A, Zaman S, Wuheb AA, et al. Peri-operative, oncological and functional outcomes of robotic versus transanal total mesorectal excision in patients with rectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Tech Coloproctol*, 2024, 28(1):75. DOI:10.1007/s10151-024-02947-x.
- [113] Nishizawa Y, Ito M, Saito N, et al. Male sexual dysfunction after rectal cancer surgery[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2011, 26(12):1541-1548. DOI:10.1007/s00384-011-1247-z.
- [114] Deng H, Liu D, Mao X, et al. Phosphodiesterase-5 inhibitors and vacuum erection device for penile rehabilitation after laparoscopic nerve-preserving radical proctectomy for rectal cancer: a prospective controlled trial[J]. *Am J Mens Health*, 2017, 11(3):641-646. DOI:10.1177/1557988316665084.
- [115] DuHamel K, Schuler T, Nelson C, et al. The sexual health of female rectal and anal cancer survivors: results of a pilot randomized psycho-educational intervention trial[J]. *J Cancer Surviv*, 2016, 10(3):553-563. DOI:10.1007/s11764-015-0501-8.
- [116] van der Heijden J, Kalkdijk-Dijkstra AJ, Pierie J, et al. Pelvic floor rehabilitation after rectal cancer surgery: a multicenter randomized clinical trial (FORCE trial)[J]. *Ann Surg*, 2022, 276(1):38-45. DOI:10.1097/SLA.0000000000005353.
- [117] Sun V, Crane TE, Slack SD, et al. Rationale, development, and design of the altering intake, managing symptoms (AIMS) dietary intervention for bowel dysfunction in rectal cancer survivors[J]. *Contemp Clin Trials*, 2018, 68:61-66. DOI:10.1016/j.cct.2018.03.010.