·论著·

直肠环周筋膜分布模式的解剖学观察 及其临床意义

王枭杰! 邓煜² 郑志芳! 黄颖! 池畔!

'福建医科大学附属协和医院结直肠外科,福州 350001; 2福建医科大学附属协和医院 微创外科培训中心,福州 350001 王枭杰和邓煜对本文有同等贡献

通信作者:池畔,Email:cp3169@163.com

【摘要】 目的 对直肠环周筋膜的分布模式进行研究。方法 采用描述性研究的方法。选择福 建医科大学解剖学教研室的4个男性半盆腔尸体标本进行大体解剖观察:另选择2022年1-12月期 间于福建医科大学附属协和医院结直肠外科行全直肠系膜切除术(TME)的16例直肠癌术后新鲜标 本进行组织学观察。采用尸体标本大体解剖与术后新鲜标本组织学观察结合的方式进行研究。观察 区域包括:(1)腹膜反折区直肠前方系膜形态和筋膜:(2)邓氏筋膜尾侧附着点:(3)盆从和腹下神经前 筋膜融合区;(4)直肠骶骨筋膜侧方附着缘;(5)直肠骶骨筋膜后方附着缘。结果 (1)腹膜反折区直 肠前方系膜形态和筋膜:直肠前方系膜呈三角形脂肪垫结构。底边向前跨越了腹膜反折最低点,邓氏 筋膜起自三角形腹侧、腹膜反折前上方靠近膀胱侧的腹膜处,呈致密的筋膜结构。(2)邓氏筋膜尾侧附 着点:邓氏筋膜向尾侧移行,于精囊腺、输精管壶腹和前列腺的交角处,与前列腺被膜紧密附着,其头 侧见血管束穿经。(3)盆丛和腹下神经前筋膜的融合区:腹下神经前筋膜向腹侧与邓氏筋膜相移行,其 中份与盆从主体融合,不可分离,盆从发出直肠支支配直肠。(4)直肠骶骨筋膜侧方和后方附着缘;直 肠后方,直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜相融合,形成直肠骶骨筋膜。融合筋膜向右侧分成两叶,外 侧叶为腹下神经前筋膜,内侧叶为直肠固有筋膜。紧靠直肠系膜,沿着其向外发出筋膜的附着缘剪 开,见直肠骶骨筋膜侧缘,与腹下神经前筋膜相连结。(5)术后新鲜标本组织学观察;腹膜反折区见 腹膜的立方上皮,其最低点未见邓氏筋膜起源,腹膜反折腹侧见双层筋膜结构,邓氏筋膜呈较致密 肥厚的胶原纤维结构,均从腹膜反折腹侧发出(16/16);直肠固有筋膜呈较菲薄疏松的胶原纤维结构, 直肠固有筋膜起源呈个体差异,16例中有13例与邓氏筋膜紧靠,共同从腹膜反折腹侧上方发出;有 3例单独从腹膜反折最低点发出。邓氏筋膜尾侧断缘见双层筋膜结构,邓氏筋膜内多处S100着染。 直肠骶骨筋膜后方断缘的尾侧为融合筋膜结构,高倍视野下,源自腹下神经前筋膜的胶原纤维间可清 晰观察到粗壮的神经纤维结构。直肠骶骨筋膜侧方断缘向内发出的直肠固有筋膜的膜结构仍完整。 结论 本研究发现,直肠前方系膜呈三角形脂肪垫结构。底边向前跨越了腹膜反折最低点,邓氏筋膜 起自三角形腹侧、腹膜反折前上方靠近膀胱侧的腹膜处,并非起自腹膜反折最低点,这为术中从腹膜 反折上1 cm 切开、分离邓氏筋膜前间隙提供了依据。邓氏筋膜尾侧与前列腺被膜融合,融合区域可 见丰富的神经血管束支配,并不存在前列腺后间隙的传统分离平面,这为从精囊腺底腹侧0.5 cm切开 邓氏筋膜提供了依据。直肠后方直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜融合,形成直肠骶骨筋膜(本质为融 合筋膜)。融合筋膜在直肠两侧重新分成两叶,内侧叶为直肠固有筋膜,外侧叶为腹下神经前筋膜,向 前移行为邓氏筋膜,且在两前侧外与盆丛主体发生致密融合。这为术中离断邓氏筋膜后从上向下(即 从腹侧向尾侧)分离、离断腹下神经前筋膜、从而保护其外侧融合的盆丛和腹下神经提供了理论依据。

【关键词】 直肠环周筋膜; 邓氏筋膜; 直肠系膜; 直肠骶骨筋膜

基金项目:福建省卫生健康科技计划项目(2021GGA013);福建省自然基金科学(2023J01099)

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240710-00242 **收稿日期** 2024-07-10 本文编辑 卜建红 引用本文: 王枭杰, 邓煜, 郑志芳, 等. 直肠环周筋膜分布模式的解剖学观察及其临床意义[J]. 中华胃肠外 科杂志, 2024, 27(9): 919-927. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240710-00242.



Distribution pattern of the rectal circumferential fascia and its clinical significance: An anatomical study

Wang Xiaojie¹, Deng Yu², Zheng Zhifang¹, Huang Ying¹, Chi Pan¹

¹Department of Colorectal Surgery, Union Hospital, Fujian Medical University, Fuzhou 350001, China; ²Minimally Invasive Surgery Training Center, Union Hospital, Fujian Medical University, Fuzhou 350001, China

Wang Xiaojie and Deng Yu contuributed equally to this article

Corresponding author: Chi Pan, Email: cp3169@163.com

Objective To investigate the pattern of distribution of the circumferential [Abstract] fascia of the rectum and elucidate its clinical implications. Methods In this descriptive study, we examined the gross anatomy of four male hemipelvic cadaveric specimens from the Department of Anatomy at Fujian Medical University and the histological features of 16 fresh postoperative specimens from patients who had undergone total mesorectal excision for rectal cancer at the Department of Colorectal Surgery, Union Hospital, Fujian Medical University, between January and December 2022. The resultant combination of gross anatomical and histological features was employed to assess the following areas: (1)the morphology of the anterior mesorectum and fascia at the peritoneal reflection; (2)the caudal attachment point of Denonvilliers' fascia; (3) the fusion area of the pelvic plexus and the pre-hypogastric fascia; (4)the lateral and posterior attachment edges of the rectosacral fascia; and (5) selected histological features. Results Our findings were as follows. (1) At the peritoneal reflection, the anterior mesorectum forms a triangular fat pad with a dense fascial structure. The base of this pad extends anteriorly across the most caudal point of the peritoneal reflection, with Denonvilliers' fascia originating from the anterior side of the triangle, near the bladder side of the peritoneum craniad to the peritoneal reflection. (2) The caudal attachment of Denonvilliers' fascia is at the angle between the seminal vesicles, the ampulla of the vas deferens, and the prostate. It adheres tightly to the prostatic capsule and vascular bundles pass through its cephalic side. (3) The pre-hypogastric fascia transitions laterally to merge with Denonvilliers' fascia; its middle part being inseparable from the main body of the pelvic plexus, which gives rise to the nerves that innervate the rectum. (4) The rectosacral fascia is formed by fusion of the fascia propria with the pre-hypogastric fascia. The resultant fused fascia bifurcates into two leaves on the right side; the outer leaf being the pre-hypogastric fascia and the inner leaf the fascia propria. (5) Histologically, the peritoneal reflection zone shows cuboidal epithelium of the peritoneum at its lowest point with no detectable origin of Denonvilliers' fascia. The anterior side of the peritoneal reflection, from which Denonvilliers' fascia originates, has a dense double-layered fascial structure comprising thick collagen fiber (16/16). The fascia propria exhibits a thinner and looser collagen fiber structure and its origin varies between individuals, 13/16 originating together with Denonvilliers' fascia from the craniad side of the peritoneal reflection, and 3/16 originating separately from the most caudal point of the peritoneal reflection. The caudal edge of Denonvilliers' fascia has a double-layered fascial structure with multiple S100-stained areas. The posterior edge of the rectosacral fascia has a fused fascial structure, thick nerve fibers being clearly observable between collagen fibers originating from the pre-hypogastric fascia under high magnification. The lateral edge of the rectosacral fascia extends interiorly, maintains the integrity of the fascia propria. **Conclusions** In this study, we investigated the pattern of distribution of the circumferential fascia of the rectum by cadaveric dissection and histological examination of postoperative specimens. We found that the anterior mesorectum forms a triangular fat pad that can serve as a reference for dissection anterior to Denonvilliers' fascia, by making incisions 1 cm above the peritoneal reflection. The region of fusion of Denonvilliers' fascia with the prostatic capsule on the caudal side is rich in neurovascular bundles, contradicting the traditional view of a retroprostatic plane. This finding supports the practice of cutting Denonvilliers' fascia 0.5 cm above the base of the seminal vesicles. The fusion of the fascia propria with the pre-hypogastric fascia posteriorly forms the rectosacral fascia, which bifurcates into two leaves on both sides of the rectum, the inner leaf being the fascia propria and the outer leaf the pre-hypogastric fascia. These transition anteriorly to become Denonvilliers' fascia and fuse densely with the main body of the pelvic plexus on both sides. These findings provide a theoretical foundation for protecting the pelvic plexus and hypogastric nerve by transecting Denonvilliers' fascia and then dissecting in a top-to-bottom direction (i.e., from anterior

to caudal), ultimately leading to the transection of the pre-hypogastric fascia.

[Key words] Circumferential Rectal Fascia; Denonvilliers' Fascia; Mesorectum; Rectosacral fascia

Fund programs: Fujian Provincial Health Technology Project (2021GGA013); Natural Science Foundation of Fujian Province (2023J01099)

全直肠系膜切除术(total mesorectal excision, TME)是治疗中低位直肠癌的标准术式^[1]。基于 传统膜解剖观点,腹膜反折下直肠周围的筋膜结 构以直肠系膜为中心,内圈为直肠固有筋膜,外圈 为相互移行的腹下神经前筋膜和Denonvillier筋膜 (邓氏筋膜)^[2-3]。既往,关于TME分离路线的描述 即在这两个环圈之间[3]。该观点有诸多值得商榷 之处:(1)直肠后方:直肠骶骨筋膜由直肠固有筋 膜和腹下神经前筋膜紧密融合或桥接形成[4-5]。 如强行在两者间分离,则易进入直肠系膜内致系 膜残留。传统观点认为,直肠骶骨筋膜向两侧附 着于盆侧壁^[4]。但并未从本质上认识该处直肠环 周筋膜的分布模式。(2)直肠前方:传统观点认为, 邓氏筋膜起自腹膜反折最低点,止于会阴体^[6]。 基于该认识,无论从腹膜反折最低点或从腹膜反 折前上方切开,均能保证直肠前方系膜的完整切 除。值得注意的是,既往关于邓氏筋膜起点的尸 体解剖研究均基于分离后的标本,此时直肠前方 系膜脂肪已剔除,观察邓氏筋膜的相对位置存在 人为操作误差^[7-8]。对邓氏筋膜起点和直肠前方 系膜形态的正确认识,对保证直肠前方系膜的完 整切除、特别是保证前壁直肠癌的根治性,极为重 要。(3)直肠两侧方:关于直肠侧韧带是人为牵拉 形成的结构,已逐步明确^[9]。但对于该区域的直 肠环周筋膜移行本质,仍缺乏研究。而该区域是 TME术中直肠系膜破裂、致系膜残留的最高危区 域。据此,本研究旨在通过尸体解剖和术后新鲜 标本组织学观察,根据以上要点,对直肠环周筋膜 的分布模式进行研究,并对既往理论提供证据支 持和更新^[10]。

资料与方法

一、研究对象

采用描述性研究的方法。

选择福建医科大学解剖学教研室的4个男性 半盆腔尸体标本进行大体解剖观察。选择2022年 1—12月期间,因直肠癌于福建医科大学附属协和 医院结直肠外科行TME的16例术后新鲜标本进行 组织学观察。该研究经福建医科大学附属协和医院伦理委员会批准(伦理审批号:2023KJT063、2020KY092)。

二、解剖学观察

1.观察区域:(1)腹膜反折区直肠前方系膜形态和筋膜;(2)邓氏筋膜尾侧附着点;(3)盆丛和腹下神经前筋膜融合区;(4)直肠骶骨筋膜侧方附着缘;(5)直肠骶骨筋膜后方附着缘。见图1。



注:①为腹膜反折区直肠前方系膜形态和筋膜;②为邓氏筋膜尾侧 附着点;③为盆丛和腹下神经前筋膜融合区;④为直肠骶骨筋膜侧 方附着缘;⑤为直肠骶骨筋膜后方附着缘

图1 观察区域示意图(王枭杰绘制)

2.大体解剖:2个半盆标本,模拟TME手术进行分离,观察邓氏筋膜、直肠骶骨筋膜、腹下神经前筋膜和直肠环周筋膜分布情况;另2个半盆标本,选择未分离的正中矢状面进行观察,以克服脂肪剔除对筋膜相对位置关系的影响。

3.组织学观察:选择16例TME术后直肠标本, 选择腹膜反折区、邓氏筋膜断缘、直肠骶骨筋膜后 方和侧方断缘,标记标本方向,10%甲醛固定后,于 自来水中漂洗3min左右,从70%酒精开始上行梯 度脱水,至无水酒精,每级酒精1~2h,二甲苯透明, 直至组织透明为止,浸蜡2~4h,包埋蜡块切片,片 厚5μm,脱蜡。(1)苏木精-伊红染色:石蜡切片脱蜡 至水,苏木精染色5~10min,自来水冲去剩余染液, 1%盐酸酒精分色数秒,镜下控制分色,饱和碳酸锂 数秒使之蓝化。0.5%伊红液染色1~3min,自来水 冲去剩余染液,脱水透明封片。(2)免疫组织化学染 色:水化使用Tris-EDTA修复液进行热修复,使用 3%的过氧化氢处理切片10min,以灭活内源性过 氧化物酶。使用磷酸盐缓冲液(phosphate buffered solution,PBST)清洗切片后,将S100抗体试剂(英国 Abcam公司,ab34686)滴加在切片上,室温下孵育 30min。二抗孵育,DAB显色液进行显色,脱水、透 明和封片。

三、三维模拟

对大体解剖和组织学结果进行比对,绘制直肠 环周筋膜结构三维模拟图,标记TME分离路线。

结 果

一、腹膜反折区直肠前方系膜形态和邓氏筋膜 起源

选择未分离的旁正中矢状面尸体标本进行观察,直肠前方系膜呈三角形脂肪垫结构,底边朝上, 尖朝下。底边向前跨越了腹膜反折最低点,邓氏筋 膜起自三角形腹侧、腹膜反折前上方靠近膀胱侧的 腹膜处,呈致密的筋膜结构。直肠系膜腹侧经邓氏 筋膜紧邻精囊腺膀胱脂肪垫,该脂肪垫包绕精囊 腺。见图2。采用TME术后新鲜标本进行原位拍 摄,腹膜反折最低点未观察到邓氏筋膜起源,邓氏 筋膜起自腹膜反折腹侧,包绕直肠前方系膜。 见图3。

二、邓氏筋膜尾侧附着点

剔除直肠前方系膜和精囊腺周围脂肪组织,显 露邓氏筋膜,其向尾侧移行,于精囊腺、输精管壶腹和 前列腺的交角处,与前列腺被膜紧密附着,其头侧见 血管束穿经。见图4和图5。如从邓氏筋膜腹侧面向 尾侧分离,则该处为分离路径中的刚性筋膜障碍。 三、盆丛和腹下神经前筋膜的融合区

分离半盆尸体,见腹下神经前筋膜覆盖腹下神 经和右输尿管,向腹侧与邓氏筋膜相移行,其中份 与盆丛主体融合,不可分离,盆丛发出直肠支支配 直肠,经人为牵拉呈束状,其背侧可锚定直肠骶骨 筋膜侧缘。见图6。

四、直肠骶骨筋膜侧方和后方附着缘

直肠后方,直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜相 融合,形成直肠骶骨筋膜。将直肠后方空间分成直 肠后间隙和肛提肌上间隙。见图7。融合筋膜向右 侧分成两叶,外侧叶为腹下神经前筋膜,内侧叶为直 肠固有筋膜。见图8。紧靠直肠系膜,沿着其向外 发出筋膜的附着缘剪开,见直肠骶骨筋膜侧缘。该 侧缘由背侧头侧向外侧走行,逐步走行至腹侧尾侧, 呈斜行走向,与腹下神经前筋膜相连结。腹下神经 前筋膜向腹侧移行为邓氏筋膜。见图9。

五、组织学观察

1.腹膜反折区:见腹膜的立方上皮,锚定其最低点,未见明显邓氏筋膜起源,腹膜反折腹侧见双层筋膜结构,邓氏筋膜呈较致密肥厚的胶原纤维结构,其间可见少量立方上皮细胞,均从腹膜反折腹侧发出(16/16);直肠固有筋膜呈较菲薄疏松的胶原纤维结构,直肠固有筋膜起源呈个体差异;其中,13例与邓氏筋膜紧靠,一起从腹膜反折腹侧上方发出,直肠前方系膜较肥厚;3例单独从腹膜反折最低点发出,直肠前方系膜较薄。见图10A和图10B。

2.邓氏筋膜尾侧断缘:见双层筋膜结构,采用 S100染色,见邓氏筋膜内多处S100着染,提示邓氏 筋膜为富神经纤维筋膜。见图10C。



图2 腹膜反折区直肠前方系膜形态和邓氏筋膜起源(尸体标本矢状面) 直肠前方系膜呈三角形脂肪垫结构,邓氏筋膜(白色点线)起自三角形腹侧、腹膜反折的上方靠近膀胱侧的腹膜处,呈致密的筋膜结构
图3 腹膜反折区直肠前方系膜形态和邓氏筋膜起源(全直肠系膜切除术后新鲜标本) 腹膜反折(白色点线)最低点未观察到邓氏筋膜起源,邓氏筋膜(白色排箭头)起自腹膜反折腹侧,包绕直肠前方系膜(五角星)
图4 邓氏筋膜尾侧附着点(尸体解剖标本) 邓氏筋膜(白色点线)向尾侧移行,于精囊腺、输精管壶腹和前列腺的交角处,与前列腺被膜(黄色点线)紧密附着(白色箭头),如从邓氏筋膜腹侧面向尾侧分离,则该处为分离路径中的刚性筋膜障碍(白色虚线箭头)



图5 邓氏筋膜尾侧附着点(尸体解剖标本) 邓氏筋膜(白色点线)与前列腺被膜紧密附着点头侧见血管束穿经(白色排箭头) 图6 盆 丛和腹下神经前筋膜的融合区(尸体解剖标本) 腹下神经前筋膜(白色半透明影)向腹侧与邓氏筋膜(绿色半透明影)相移行,其中份与盆丛 主体融合(黄色虚线区域),盆丛发出直肠支支配直肠,经人为牵拉呈束状(粉色橡皮索带),其背侧可锚定直肠骶骨筋膜侧缘(白色点线),分隔 直肠后间隙(三角形)和肛提肌上间隙(五角星) 图7 直肠骶骨筋膜(尸体解剖标本) 直肠固有筋膜(白色点线)和腹下神经前筋膜(蓝色 点线)相融合,形成直肠骶骨筋膜(绿色点线);将直肠后方空间分成直肠后间隙(三角形)和肛提肌上间隙(五角星) 图8 直肠骶骨筋膜的 侧方和后方附着缘(尸体解剖标本) 融合筋膜向右侧分成两叶,外侧叶为腹下神经前筋膜,内侧叶为直肠固有筋膜;紧靠直肠系膜,沿着其向 外发出筋膜的附着缘剪开,黑色点线示邓氏筋膜 图9 直肠骶骨筋膜的侧方和后方附着缘(直肠骶骨筋膜已剪开,尸体解剖标本) 沿直 肠骶骨筋膜向外发出筋膜的附着缘剪开后见直肠骶骨筋膜侧缘(白色点线)。该侧缘由背侧头侧向外侧走行,逐步走行至腹侧尾侧,呈斜行走 向,与腹下神经前筋膜(蓝色半透明影)相连结;腹下神经前筋膜向腹侧移行为邓氏筋膜(橘色半透明影),该筋膜屏障分隔了直肠后间隙(三角 形)和肛提肌上间隙(五角星);白色虚线示直肠固有筋膜侧的直肠骶骨筋膜附着缘,绿色半透明影为融合筋膜

3. 直肠骶骨筋膜后方断缘:可清晰锚定术中切 断直肠骶骨筋膜断缘,其头侧见菲薄的直肠固有筋 膜,呈菲薄疏松的胶原纤维结构,断缘尾侧为融合 筋膜结构(两种着染胶原纤维),高倍视野下,源自 腹下神经前筋膜的胶原纤维间可清晰观察到粗壮 的神经纤维结构。见图 10D 和图 10E。

4. 直肠骶骨筋膜侧方断缘:在横断面方向,融 合筋膜呈双层结构,可清晰锚定其向外侧发出腹下 神经前筋膜断缘,向内发出直肠固有筋膜的膜结构 仍完整。见图 10F。

六、直肠环周筋膜分布模式

结合以上大体解剖和TME术后新鲜标本组织 学发现,绘制直肠环周筋膜分布模式,见图11。要 点如下:(1)直肠后方:直肠固有筋膜和腹下神经前 筋膜融合,形成直肠骶骨筋膜(本质为融合筋膜)。 (2)直肠两侧:融合筋膜在斜排箭头(直肠骶骨筋膜 侧缘)所示水平,在直肠两侧重新分成两叶,内侧叶 为直肠固有筋膜,外侧叶为腹下神经前筋膜,向前 移行为邓氏筋膜,且在两前侧外与盆丛主体发生致 密融合。(3)直肠前方:邓氏筋膜并非起自腹膜反折 最低点,而是起自其稍前方,向尾侧在精囊腺与前 列腺交角处与前列腺被膜融合。

讨 论

关于腹膜反折区直肠前方系膜形态和邓氏筋 膜起源的探讨:新辅助治疗和TME的提出,显著降 低了直肠癌的术后局部复发率^[11]。但前壁直肠癌 的复发率仍高。Chan等^[12]发现,前壁直肠癌术后 的5年局部复发率为15.9%,高于非前壁肿瘤的 5.8%。对于前壁肿瘤,保证直肠前方系膜的完整切 除并确保环周切缘阴性,是降低复发率的关键。基 于对邓氏筋膜起自腹膜反折最低点的传统认识,从 腹膜反折最低点或从腹膜反折最低点的传统认识,从 腹膜反折最低点或从腹膜反折最低点的传统认识,从 腹膜反折最低点或从腹膜反折最低点的传统认识, 筋膜后方分离更易保护自主神经。卫洪波团队开



图10 直肠环周筋膜结构的组织学观察(全直肠系膜切除术后标本) 10A.腹膜反折区(黑色箭头示腹膜反折,苏木精-伊红染色,×100);10B. 腹膜反折区高倍视野(苏木精-伊红染色,×200),腹膜反折区腹膜的立方上皮,清晰锚定其最低点(五角星),未见明显邓氏筋膜起源,腹膜反折 腹侧见双层筋膜结构,邓氏筋膜呈较致密肥厚的胶原纤维结构,其间可见少量立方上皮细胞(蓝色排箭头),直肠固有筋膜呈较菲薄疏松的胶 原纤维结构(黑色排箭头);10C.邓氏筋膜尾侧断缘(黑点),采用免疫组织化学S100染色(×400),见邓氏筋膜内多处S100着染(红色箭头),提 示邓氏筋膜为富神经纤维筋膜,尾侧见菲薄直肠固有筋膜(黑色排箭头);10D.高倍视野下(苏木精-伊红染色,×200)直肠骶骨筋膜后方断缘 (黑点),其头侧见菲薄的直肠固有筋膜,呈菲薄疏松的胶原纤维结构(黑色排箭头),断缘尾侧为融合筋膜结构(两种着染胶原纤维,黑半圈 框);10E.融合筋膜结构高倍视野(苏木精-伊红染色,×400),源自腹下神经前筋膜的胶原纤维间可清晰观察到粗壮的神经纤维结构(五角星); 10F.高倍视野下(苏木精-伊红染色,×100)直肠骶骨筋膜侧方断缘(黑点),融合筋膜呈双层结构(黑半圈框),其向外侧发出腹下神经前筋膜断 缘(蓝色排箭头),向内发出直肠固有筋膜的膜结构仍完整(黑色排箭头)



注:红色区域为融合筋膜;①、②、③分别代表从直肠后方、前方及 两侧分离直肠环周间隙

图11 直肠环周筋膜分布模式(王枭杰绘制)

展的第一项针对该理论的随机对照研究亦证实了 该观点^[15]。但该分离方式仅适用于直肠侧壁和后 壁象限的肿瘤。值得注意的是,既往关于邓氏筋膜 起源的解剖学研究均基于分离后的标本,此时,邓 氏筋膜和腹膜反折的相对位置不可避免地存在人 为操作误差^[78]。本研究基于原位拍摄发现,直肠 前方系膜呈三角形脂肪垫结构,底边朝上,尖朝下, 底边向前跨越了腹膜反折最低点;邓氏筋膜起自三 角形腹侧、腹膜反折前上方靠近膀胱侧的腹膜处, 呈致密的筋膜结构,而并非起自腹膜反折最低点。 所以,如沿着传统理论术中从腹膜反折最低点切 开,将导致直肠前方系膜残留;对于前壁癌肿,可出 现癌泄露,致局部复发。见图12^[16]。因此,应于腹 膜反折前上方1 cm切开,分离走行于邓氏筋膜前 间隙,方可保证直肠前方系膜的完整切除。

关于邓氏筋膜尾侧附着点的探讨。传统解剖 学观点认为,邓氏筋膜向尾侧附着于会阴体,在前 列腺水平,邓氏筋膜将直肠前方间隙分为前列腺后 间隙和直肠前间隙[17]。本研究发现,邓氏筋膜向尾 侧移行,于精囊腺、输精管壶腹和前列腺的交角处, 与前列腺被膜紧密附着。如从邓氏筋膜腹侧面向 尾侧分离,则该处为分离路径中的刚性筋膜障碍, 需锐性横断。见图4中的白色箭头。该发现与既 往的尸体解剖研究结果类似[2,18]。其尾侧,邓氏筋 膜与前列腺被膜融合,并不存在前列腺后间隙的 传统分离平面,如在该区域分离,将不可避免地出 现前列腺囊出血和神经血管束分支损伤。考虑这 就是传统术中在前列腺上缘离断邓氏筋膜、或在 前列腺后间隙分离,出现极高性功能障碍发生率 (高于70%)的原因所在^[19]。此外,靠近精囊腺和 前列腺水平,邓氏筋膜表面存在丰富的神经交通 支,故应在精囊腺底部头侧 0.5 cm 水平离断邓氏 筋膜以保护之。笔者中心即采用该策略进行保留 部分邓氏筋膜的直肠前间隙分离,回顾性研究显 示,术后随访12个月时,机器人手术组和腹腔镜 手术组患者均未出现严重的泌尿功能障碍,勃起 功能优良率(定义为勃起功能正常或轻度障碍)分 别为92.2%和92.6%^[20]。

关于直肠环周筋膜分布模式的理论更新和解 剖学证据:直肠环周筋膜的分布模式仍是目前的研 究热点。其中传统的两环圈模式认为,直肠后间隙 是理想的TME分离平面,即在内圈(直肠固有筋 膜)和外圈(腹侧的邓氏筋膜和背侧的腹下神经前 筋膜相移行所构成)之间分离。该理论是直肠环周 筋膜分布模式的简化和理想化模型,但其并未考虑 到直肠后方融合筋膜(直肠骶骨筋膜)对实际外科 分离路线的影响。笔者曾基于高清腹腔镜或机器 人手术录像和尸体标本解剖对直肠骶骨筋膜形态 进行大体观察,但回顾性研究提出的直肠环周筋膜 模式主要基于理论推测[21]。此外,对于直肠骶骨筋 膜的解剖学本质亦有争议。部分学者认为,直肠骶 骨筋膜(部分文献与Waldever筋膜混用)的解剖本 质是直肠固有筋膜和骶前筋膜的"H"型桥接[5]。桥 接的尾侧两层筋膜再次分开,故术中切开该桥接筋 膜后,手术层面不变。此外,传统大体解剖学观察 认为,直肠骶骨筋膜向两侧附着于盆侧壁^[4]。仅强 调在后间隙分离时术中离断直肠骶骨筋膜的必要 性,而未深入探讨直肠骶骨筋膜向两侧的移行情况 以及其与直肠侧间隙分离的关系。

据此,本研究首先从组织学角度证实,直肠骶 骨筋膜水平以下为融合筋膜(可见两种筋膜着染), 而非筋膜桥接。提示,直肠后间隙和肛提肌上间隙 分属不同的分离平面,肛提肌上间隙分离平面更 深,术者在该间隙分离常可隐约透见骶前静脉从, 而其上的直肠后间隙未见该静脉从。故在直肠骶 骨筋膜以上的直肠后间隙分离时,分离路线位于传 统认识的两环圈之内,而离断直肠骶骨筋膜后,此 时后间隙分离路线走行至两环圈之外^[10]。本研究 接着发现,融合筋膜向右侧(左侧同右侧对称)分成 两叶,外侧叶为腹下神经前筋膜,内侧叶为直肠固 有筋膜。紧靠直肠系膜,沿着其向外发出筋膜的附 着缘剪开,见直肠骶骨筋膜侧缘。该侧缘由背侧头 侧向外侧走行,逐步走行至腹侧尾侧,呈斜行走向, 与腹下神经前筋膜相连结。腹下神经前筋膜向腹 侧移行为邓氏筋膜。另一方面,笔者通过组织学观 察发现,邓氏筋膜和腹下神经前筋膜均为富神经纤 维筋膜,提示其同源性。部分学者将其描述为泌尿

生殖筋膜,以表示其同源性^[22]。以上观察结果,为 最终提出直肠环周筋膜分布模式提供了大体和组 织学证据。

笔者中心遵循"后-前-侧"的分离顺序,首先行 直肠后方骶前隧道式分离^[23]。然后向两侧盆壁扩 展,弧形横断直肠骶骨筋膜,从直肠后间隙进入肛 提肌上间隙。离断后仍由中央向两侧盆壁扩展,当 分离至阻力时,则到达融合筋膜向两侧发出腹下 神经前筋膜及其与盆丛主体融合处。见图11和 图 13A 路线①。此时应暂停分离,采用"保留部分 邓氏筋膜"的直肠前间隙分离策略,即在腹膜反折 上1 cm 切开, 进入邓氏筋膜前间隙并保证直肠前 方系膜的完整切除,在双侧精囊腺上0.5 cm相当于 两侧神经血管束内侧水平,倒"U"型切断邓氏筋 膜,保留与前列腺被膜融合的邓氏筋膜和神经血管 束结构,从相对疏松的邓氏筋膜后间隙自上而下 (即从直肠腹侧向背侧)向两边直肠前侧间隙拓展, 保护与腹下神经前筋膜相融合的盆丛主体,并逐步 切断盆从发出的细小直肠支。见图11和图13A路 线②。直肠前后间隙均充分扩展后,此时,可见直 肠侧间隙仅遗留少量未分离区,即残留的直肠骶骨 筋膜的两侧附着缘,予以切断,沟通前后间隙,完成 侧间隙分离。见图11和图13A路线③,以保证直 肠系膜完整切除。

本研究从本质上对盆筋膜和自主神经的相对 解剖位置关系进行了系统观察,综合分析了直肠前 间隙(邓氏筋膜与神经血管束)、侧间隙(盆从与腹 下神经前筋膜)和后间隙(直肠骶骨筋膜、腹下神经 前筋膜和腹下神经)的神经和筋膜分布。本质上, 盆自主神经系统均分布于两环圈的外圈(即盆筋膜 壁层的浅层,包括邓氏筋膜、腹下神经前筋膜和直 肠骶骨筋膜)的外缘,两者呈融合关系,故TME本 质即维持外圈的完整保留,并保证内圈(即直肠系 膜)的完整切除。因直肠后方直肠骶骨筋膜处腹下 神经前筋膜与直肠固有筋膜紧密融合,故需切除部 分融合筋膜,同时在融合筋膜发出腹下神经前筋膜 处从上向下(即从腹侧向尾侧)离断腹下神经前筋 膜,最大限度地保留外圈筋膜和其融合的盆自主神 经系统。见图13。从胚胎发育角度理解,胎8周时 已具有与成人盆腔神经相对应的排列结构,而胚胎 盆腔的结缔组织发育较晚,由间充质带在19~28周 逐步发育成盆筋膜,两者在发育过程中互为支 架^[24-25]。由此,可解释外圈筋膜与盆自主神经的融



图12 前壁直肠癌见直肠前方系膜内癌结节,位于腹膜反折前下方^[16] **图13** 直肠环周筋膜结构和分离策略(轴位观)示意图,改编自文 献[10](王枭杰绘制) 13A.分离路线(①为后间隙分离;②为前间隙分离;③为侧间隙分离);13B.分离后景象

合原理。

综上,本研究通过尸体解剖和术后标本组织学 观察,对直肠环周筋膜的分布模式进行研究,并对 既往理论提供证据支持和更新。基于原位拍摄,发 现直肠前方系膜呈三角形脂肪垫结构,底边朝上, 尖朝下。底边向前跨越了腹膜反折最低点,邓氏筋 膜起自三角形腹侧、腹膜反折前上方靠近膀胱侧的 腹膜处,呈致密的筋膜结构,并非起自腹膜反折最 低点,为从腹膜反折上1 cm 切开,这为分离邓氏筋 膜前间隙提供了依据。邓氏筋膜尾侧与前列腺被 膜融合,融合区域可见丰富的神经血管束支配,并 不存在前列腺后间隙的传统分离平面,为从精囊腺 底腹侧 0.5 cm 切开邓氏筋膜提供了依据。直肠后 方直肠固有筋膜和腹下神经前筋膜融合,形成直肠 骶骨筋膜(本质为融合筋膜)。融合筋膜在直肠两 侧重新分成两叶,内侧叶为直肠固有筋膜,外侧叶 为腹下神经前筋膜,向前移行为邓氏筋膜,且在两 前侧外与盆丛主体发生致密融合。这为离断邓氏 筋膜后从上向下(即从腹侧向尾侧)分离及离断腹 下神经前筋膜,从而保护其外侧融合的盆丛和腹下 神经提供了理论依据。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王枭杰:酝酿和设计实验,实施研究,采集数据,分 析并解释数据,起草文章;统计分析,获取研究经费。邓煜:实施组 织切片研究,采集数据;郑志芳:实施组织切片研究,采集数据;黄 颖:分析并解释数据,对文章的知识性内容作批评性审阅和指导。 池畔:分析并解释数据,对文章的知识性内容作批评性审阅,行政、 技术或材料支持;指导;支持性贡献

参考文献

[1] 国家卫生健康委员会医政司,中华医学会肿瘤学分会.国家卫生健康委员会医政司,中华医学会肿瘤学分会.国家卫生健康委员会中国结直肠癌诊疗规范(2023 版)[]].中华胃肠外科杂志,2023,26(6):505-528.D0I:10.3760/cma.j.cn44 1530-20230525-00182.

- [2] 张策,丁自海,余江,等.直肠周围筋膜和间隙环形分布模式的解剖学观察[J].中华胃肠外科杂志,2011,14(11):882-886. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2011.11.017.
- [3] Norbert R, Harald R. Nerve-oriented mesorectal excision (NOME): autonomic nerves as landmarks for laparoscopic rectal resection[J]. Int J Colorectal Dis, 2013,28(10):1367-1375. DOI: 10.1007/s00384-013-1705-x.
- [4] García-Armengol J, García-Botello S, Martinez-Soriano F, et al. Review of the anatomic concepts in relation to the retrorectal space and endopelvic fascia: Waldeyer's fascia and the rectosacral fascia[J]. Colorectal Dis, 2008, 10(3): 298-302. DOI: 10.1111/j.1463-1318.2007.01472.x.
- [5] Kim NK, Kim HS, Aiessa M, et al. Optimal complete rectum mobilization focused on the anatomy of the pelvic fascia and autonomic nerves: 30 years of experience at severance hospital[J]. Yonsei Med J, 2021,62(3):187-199. DOI: 10.3349/ymj.2021.62.3.187.
- [6] Lindsey I, Guy RJ, Warren BF, et al. Anatomy of Denonvilliers' fascia and pelvic nerves, impotence, and implications for the colorectal surgeon[J]. Br J Surg, 2000,87(10):1288-1299. DOI:10.1046/j.1365-2168.2000.
 01542.x.
- [7] Huang JL, Liu J, Fang JF, et al. Identification of the surgical indication line for the Denonvilliers' fascia and its anatomy in patients with rectal cancer[J]. Cancer Commun (Lond), 2020,40(1):25-31. DOI:10.1002/cac2.12003.
- [8] Li Y, Zhao YM, Ma YB, et al. The "Y"-shaped Denonvilliers' fascia and its adjacent relationship with the urogenital fascia based on a male cadaveric anatomical study[J]. BMC Surg, 2023, 23(1): 13. DOI: 10.1186/s12893-023-01913-y.
- [9] 中国医师协会外科医师分会结直肠外科医师专业委员会, 中华医学会外科学分会结直肠外科学组,国家卫生健康委员会能力建设和继续教育外科学专家委员会结直肠外科 专业委员会,中国性学会结直肠肛门功能外科分会.结直肠 系膜、筋膜和间隙的定义及名称中国专家共识(2023版) [].中华胃肠外科杂志,2023,26(6):529-535.DOI:10.3760/ cma.j.cn441530-20230604-00192.
- [10] 池畔,王枭杰.直肠侧方膜解剖完整对盆丛神经保护的意义 [J].中华胃肠外科杂志,2021,24(4):297-300. DOI:10.3760/ cma.j.cn.441530-20210121-00035.
- [11] Banwell VC, Phillips HA, Duff MJ, et al. Five-year oncological outcomes after selective neoadjuvant radiotherapy for resectable rectal cancer[J]. Acta Oncol, 2019, 58(9): 1267-1272. DOI: 10.1080/0284186X. 2019. 1631473.
- [12] Chan CLH, Bokey EL, Chapuis PH, et al. Local recurrence after curative resection for rectal cancer is associated

with anterior position of the tumour[J]. Br J Surg, 2005, 93(1):105-112. DOI:10.1002/bjs. 5212.

- [13] Li K , He XB, Zheng YB. An optimal surgical plane for laparoscopic functional total mesorectal excision in rectal cancer[J]. J Gastrointest Surg, 2021, 25(10): 2726-2727. DOI:10.1007/s11605-021-05035-9.
- [14] Kinugasa Y, Murakami G, Uchimoto K, et al. Operating behind Denonvilliers' fascia for reliable preservation of urogenital autonomic nerves in total mesorectal excision: a histologic study using cadaveric specimens, including a surgical experiment using fresh cadaveric models[J]. Dis Colon Rectum, 2006, 49(7): 1024-1032. DOI: 10.1007/ s10350-006-0557-7.
- [15] Wei B, Zheng ZH, Fang JF, 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, 2020, 274(6): e473-e480. DOI: 10.1097/SLA. 0000000 00004591.
- [16] 王枭杰.直肠前方系膜形态和周围盆壁组织垫在直肠癌手术中的价值[J].中华胃肠外科杂志,2023,26(7):658-659. DOI:10.3760/cma.j.cn441530-20230409-00110.
- [17] 卫洪波,魏波,郑宗珩.保留 Denonvilliers 筋膜的价值与可 行性[]].中华胃肠外科杂志,2015,18(8):773-776.DOI:10. 3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.08.012.
- [18] María GG, Juan GA, Gianluca P, et al. Navigating surgical anatomy of the Denonvilliers' fascia and dissection planes of the anterior mesorectum with a cadaveric simulation

model[J]. Updates Surg, 2022, 74(2): 629-636. DOI: 10. 1007/s13304-022-01252-2.

- [19] Sun V, Grant M, Wendel CS, et al. Sexual Function and Health-Related Quality of Life in long-term rectal cancer survivors[J]. J Sex Med, 2016, 13(7): 1071-1079. DOI: 10. 1016/j.jsxm.2016.05.005.
- [20] 黄哲昆,池畔,黄颖.低位直肠癌保留部分邓氏筋膜的机器 人与腹腔镜全直肠系膜切除术近期疗效与泌尿和勃起功 能对照研究[]].中华胃肠外科杂志,2021,24(4):327-334. DOI:10.3760/cma.j.cn.441530-20200724-00444.
- [21] 王泉杰, Ghareeb Waleed M,池畔,等.直肠骶骨筋膜的临床 和尸体标本解剖观察及其临床意义[J].中华胃肠外科杂志, 2020,23(7):689-694. DOI:10.3760/cma.j.cn.441530-2020 0111-00016.
- [22] Liu HL, Chang Y, Li AJ, et al. Laparoscopic total mesorectal excision with urogenital fascia preservation for mid-low rectal cancer: anatomical basis and clinical effectexperimental research[J]. Int J Surg, 2022,99:106263. DOI: 10.1016/j.ijsu.2022.106263.
- [23] 池畔,林惠铭,卢星榕,等.确保腹腔镜直肠系膜完全切除的手术技巧:介绍一种自创骶前隧道式分离法[J].中华胃肠外科杂志,2009,12(3):317-318.DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2009.03.034.
- [24] 任星儒,梁小波.盆腔植物神经的胚胎学研究现状[J/CD].中 华结直肠疾病电子杂志,2018,7(6):510-513. DOI:10.3877/ cmaj.issn.2095-3224.2018.06.002.
- [25] 马国龙,梁小波,王毅.盆腔筋膜的胚胎学研究进展[].中华 解剖与临床杂志,2016,21(6):573-575. DOI:10.3760/cma. j.issn.2095-7041.2016.06.024.

・读者・作者・编者・

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)

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)