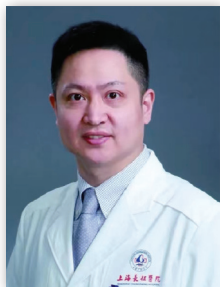


· 中青年学者论坛 ·



张 剑 海军军医大学（第二军医大学）第二附属医院肛肠外科主任，教授、主任医师，博士生导师，兼任海战伤研究所副所长。擅长结直肠癌微创根治（腹腔镜/机器人）手术、晚期/复发结直肠癌全盆腔脏器切除/扩大侧方淋巴结清扫手术、极致微创（三操作孔+单人腹腔镜操作+腹部无切口）手术、低位直肠癌极限保肛保留功能手术及腹股沟疝、腹壁疝、切口疝、造口疝等的微创修补手术和复杂腹壁重建手术。具有 3 500 余例结直肠癌手术经验、1 700 余例腹壁/盆底缺损修复重建手术经验。入选国家高科技研究发展计划（“863 计划”）青年科学家、中宣部“时代楷模”集体代表性人物、军队高层次科技创新学科拔尖人才、上海市东方学者特聘教授，获上海市五四青年奖章。担任中国医师协会肛肠医师分会青年委员、中国医师协会疝和腹壁外科专科医师委员会青年委员会副主任委员、上海市医学会普外科分会青年委员/疝和腹壁外科学组委员等。主持国家“863 计划”、国防科技应用推进/基础加强计划、国防科技卓越青年科学基金、国家自然科学基金等多项课题，在 *Ann Surg*、*Biomaterials* 等高水平 SCI 收录期刊发表论文 8 篇，发表中文论文 20 余篇，获国家发明专利授权 36 项、国际专利授权 10 项。

DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20220561

局部晚期 / 复发直肠癌行全盆腔脏器切除术的焦点和挑战

陶 禹, 张 剑*

海军军医大学（第二军医大学）第二附属医院肛肠外科, 上海 200003

【摘要】 全盆腔脏器切除术（TPE）已成为治疗局部晚期/复发直肠癌的重要方式。随着手术技术的进步、围手术期管理水平的提高及多学科诊疗模式的开展，TPE 在正确解剖入路的引导下提高了手术根治性、长期生存率并降低了再复发率。骨性骨盆（尤其是高位骶骨）和坐骨神经的切除有助于进一步提高 R0 切除率。由于切除了更多的盆腔器官和组织，TPE 后空盆腔综合征发生率较高、处理棘手，生物补片和肌皮瓣重建盆底缺损可能有助于减少术后并发症。泌尿系统重建和血管重建是 TPE 手术的难点，选择合适的重建方式尤为重要。

【关键词】 全盆腔脏器切除术；直肠肿瘤；局部晚期直肠癌；局部复发直肠癌；修复外科手术

【中图分类号】 R 735.37 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2097-1338(2023)02-0133-10

Total pelvic exenteration for locally advanced/recurrent rectal cancer: focuses and challenges

TAO Yu, ZHANG Jian*

Department of Colorectal Surgery, The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200003, China

【Abstract】 Total pelvic exenteration (TPE) has become an important modality for the treatment of locally advanced/recurrent rectal cancer. With the advancement of surgical techniques, the improvement of perioperative management, and the development of multidisciplinary treatment, the radicality and long-term survival of TPE were improved under the guidance of accurate anatomical levels, and the recurrence rate was decreased. The resection of the pelvis (especially the high sacrum) and the sciatic nerve further improved the R0 resection rate. Due to the removal of more pelvic organs and tissue, the incidence of empty-pelvic syndrome after TPE was high and difficult to manage, and the reconstruction of pelvic floor defect with

【收稿日期】 2022-07-03 **【接受日期】** 2022-11-14

【基金项目】 国防科技卓越青年科学基金(2019-JCJQ-ZQ-002)。Supported by National Defense Science and Technology Excellent Youth Science Fund (2019-JCJQ-ZQ-002).

【作者简介】 陶禹, 硕士, 住院医师. E-mail: ty312090@163.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81885596, E-mail: txzhangjian@126.com

biological patches or myocutaneous flaps might help to reduce postoperative complications. Urinary system reconstruction and vascular reconstruction were difficult for TPE, and it was particularly important to select the appropriate reconstruction method.

[**Key words**] total pelvic exenteration; rectal neoplasms; locally advanced rectal cancer; locally recurrent rectal cancer; reconstructive surgical procedures

[Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(2): 133-142]

全直肠系膜切除理念的提出、新辅助放化疗的应用及早筛早治的推广显著提升了直肠癌患者的总生存率,降低了局部及全身复发风险,然而仍有10%的患者在初次就诊时已为局部晚期直肠癌(**locally advanced rectal cancer, LARC**), 6%~10%的患者在接受根治性手术后发展为局部复发直肠癌(**locally recurrent rectal cancer, LRRC**)^[1]。辅助放化疗可能延缓LARC/LRRC的疾病进展,改善长期预后,但无法达到治愈。1948年, **Brunschwig**^[2]首次提出全盆腔脏器切除术(**total pelvic exenteration, TPE**)并将其作为治疗局部晚期盆腔恶性肿瘤的姑息性方法,旨在提高患者的生活质量。随后研究者认为,无全身多发转移的LARC/LRRC为孤立病灶,理论上行TPE有望将肿瘤侵犯的器官和组织整体切除,最终达到根治性治疗效果,延长患者的生存时间。早期TPE治疗LARC/LRRC的结果并不满意,术后死亡率高达23%~35%^[3]。随着手术技术的提高和围手术期管理的专业化, TPE的手术切除范围逐步扩大、病理切缘阴性(**R0**)切除率更高,同时手术安全性显著提升,术中出血量明显减少,术后死亡率降至10%以下^[4-6]。在过去10余年, TPE已发展成为根治LARC/LRRC的重要方式,并取得了众多研究成果和进展,也存在很多挑战。本文就TPE治疗LARC/LRRC已取得的研究进展及目前的焦点和挑战进行综述。

1 手术解剖与入路

有效的外科技术应该建立在精确的解剖学理论基础之上, TPE是对LARC/LRRC进行整体根治性切除,涉及许多重要器官、血管及神经,这要求外科医师对盆腔和会阴解剖具有准确而深刻的认识。

根据美国纪念斯隆-凯特琳癌症中心的划分标准,盆腔解剖区域被分为中盆(吻合口、会阴、直肠周围软组织)、前盆(泌尿生殖系统)、后盆(骶尾骨)及侧盆(骨盆侧壁)^[7]。研究表明,

由于侧盆存在骨性骨盆的解剖局限性、常规手术平面的缺失及包含众多血管和神经,手术切除难度大, **R0**切除率明显低于其他区域^[8]。笔者团队认为,通过术前影像学检查的精准评估和多学科会诊, LARC/LRRC侵犯侧盆的TPE手术有望实现**R0**切除。建议采用输尿管和**Marcille**三角入路,即首先显露输尿管,随后从髂总动脉分叉开始分离、显露**Marcille**三角区(内侧界第5腰椎、外侧界腰大肌、下界骶骨岬)的髂内及髂外动静脉根部,结扎离断髂内外血管根部后进一步显露包括神经(腰骶干、骶神经根、坐骨神经)、肌肉(腰大肌、梨状肌和闭孔内肌)和/或骨(坐骨结节)在内的更多侧盆结构,之后根据肿瘤侵犯范围选择沿动脉、静脉、肌肉、骨盆4个平面向盆腔切除。

解剖学研究发现,位于TPE切除线上的骶前静脉丛和背静脉复合体呈薄壁丛状,与髂内静脉有丰富的交通支,髂内静脉接受来自盆腔脏器、会阴和臀部的血液,因此该静脉丛具有高血流量特点^[9]。TPE手术过程中应仔细辨别这些静脉的解剖结构和血流动力学,避免术中或术后发生严重出血。笔者团队认为,在对腹腔进行探查并分离粘连组织后,建议以腹主动脉和下腔静脉水平处为手术入路,逐步分离输尿管、髂总血管和髂外血管,淋巴结清扫从主动脉分叉处开始,依次清扫主-髂血管分叉、髂总血管和髂外血管的淋巴结,直到髂内血管根部,髂内血管区域的淋巴结可在随后切除血管、肿瘤标本时整体取出。值得注意的是,在起始处结扎并离断髂内动静脉可有效降低术中或术后发生盆腔大出血的风险。

2 肿瘤学疗效

既往研究表明, LARC/LRRC患者在不接受任何治疗的情况下中位生存期不足1年,5年总生存率<5%,放化疗仅能将生存期延长至10~17个月^[10]。TPE旨在对肿瘤侵犯的器官、血管和神经进行完整切除,这对于无全身多发转移的LARC/

LRRC可能带来更好的肿瘤学疗效,延长患者的生存期。

Rahbari等^[11]研究表明,TPE治疗LRRC的R0切除率为58.7%(54/92),围手术期死亡率为3.3%,3年和5年肿瘤特异性生存率分别为61%和47%,达到R0切除的患者3年总生存率为42%;多因素分析结果显示手术并发症、远处转移和病理切缘阳性是肿瘤特异性生存的独立危险因素。一项前瞻性队列研究纳入了174例LRRC患者并接受TPE治疗,其中157例(90.2%)达到R0切除,达到R0切除的患者中位生存期为121个月,5年总生存率为59.3%;多因素分析结果显示病理切缘阳性、远处转移和淋巴结转移与长期预后差显著相关^[12]。PelvEx数据库回顾性分析了1184例LARC/LRRC患者的临床资料,结果显示TPE的R0切除率为55.4%,术后30 d死亡率为1.8%,R0切除患者的中位总生存期为32个月,3年总生存率为48.1%;多因素分析结果显示R0切除和骨切除可显著改善长期生存^[13]。此外,Hagemans等^[1]研究表明,尽管LARC/LRRC老年患者(>70岁)接受TPE后30 d死亡率较高(13%),但5年总生存率可达到44%,肿瘤特异性生存率为57%,说明对于LARC/LRRC患者积极行TPE可带来较好的长期预后。

关于TPE达到R0切除的切缘宽度标准,目前仍存在争议,这对指导手术操作和患者的长期预后均至关重要。研究表明,将TPE达到R0切除的最佳切缘宽度定义为1 mm时,LARC/LRRC患者的术后局部复发率较低(13%~16%)^[14-15]。Alberda等^[16]量化了TPE的R0切缘宽度,结果表明R0切缘宽度>2 mm组的5年无复发生存率(80% vs 62%, $P=0.03$)和总生存率(60% vs 37%, $P=0.01$)高于0~2 mm组。此外,Koh等^[17]开展的队列研究($n=210$)表明,当以0.5 mm为R0切缘宽度标准时,切缘>0.5 mm组患者的TPE后局部再复发率更低;而R0切缘宽度标准为1 mm或2 mm时,局部无复发生存率无显著提高。

从上述研究结果可以看出,无论是理论上还是实践中,TPE对LARC/LRRC有较好的根治效果,能够控制肿瘤进展,提高长期生存率。多数研究表明,R0切除、术前接受辅助放化疗及无全身多发转移与TPE后良好的肿瘤学疗效密切相关^[11-13,18]。笔者团队认为,新辅助放化疗后行

TPE的治疗模式有望获得LARC/LRRC的根治性治疗效果,可为患者的长期预后带来显著获益。无瘤切缘宽度>0.5 mm即可被认为达到R0切除,这将有助于指导手术切除范围,在获得最佳肿瘤学结果的同时减小手术创伤。

3 骨性骨盆的切除与重建

LARC/LRRC侵犯骨性骨盆一直是TPE的技术难点和挑战,其中骶骨切除术最为常见,将肿瘤累及的骶骨及其周围结构整体切除以获得R0切缘对于患者的长期预后至关重要。Milne等^[19]研究结果显示,49例LRRC患者行TPE的同时进行骶骨切除术,36例(74%)患者实现R0切除,R0切除的患者比R1(镜下切缘阳性)或R2(肉眼下切缘阳性)切除的患者具有更高的无病生存率。其他研究同样表明,LARC/LRRC行TPE手术时,将组织粘连的骶骨整体切除能明显提高患者的总生存率和无病生存率^[20-21]。骶骨切除术通常在俯卧折刀位进行,然而这种体位存在一些局限性,如骨盆的外侧壁显露较差、盆腔内主要血管的识别较困难及患者在俯卧位通气时的麻醉问题等。Solomon等^[22]于2014年首次提出经腹入路行骶骨切除术,其最大的优势在于整个手术过程中能清晰地辨别盆腔血管并进行精准结扎。Brown等^[23]同样认为,采用经腹入路行骶骨切除术能更容易显露骨盆的外侧壁和腰骶神经干,从而更准确地辨别血管及解剖坐骨神经,并且行腹直肌皮瓣重建更加方便。笔者团队认为,低位骶骨($S_2\sim S_3$ 交界处下方)的切除建议采用经腹入路,而高位骶骨($S_2\sim S_3$ 交界处及以上)的切除,尤其在涉及盆底肌的切除时则更推荐卧折刀位。

当前,术前影像学检查的精准定位和多学科诊疗模式的开展使低位骶骨($S_2\sim S_3$ 交界处下方)的切除更加安全,然而高位骶骨($S_2\sim S_3$ 交界处及以上)的切除仍存在争议,高位骶骨切除后患者的并发症发生率可能显著升高,特别是增加神经功能缺损的风险。因此,越来越多的研究开始考虑LARC/LRRC患者行高位骶骨切除术的风险效益比。Bhangu等^[15]研究表明,与 S_3 或 $S_{4/5}$ 切除相比, $S_{1/2}$ 切除术后患者的并发症发生率较高(60% vs 27%或29%)。然而,Milne等^[19]研究发现,LRRC患者行高位骶骨切除术的手术时间比低位

骶骨切除术更长,术中出血量更多,但在R0切除率(76% vs 71%, $P=0.584$)和主要并发症发生率(43% vs 36%, $P=0.612$)方面两组差异无统计学意义,并且高位骶骨切除并未显著增加神经系统并发症的风险。另一项回顾性研究纳入345例LARC患者,其中91例行高位骶骨切除术,254例行低位骶骨切除术,结果显示两组R0切除率、5年总生存率及肿瘤特异性生存率差异均无统计学意义^[24]。笔者团队认为,相较于骶骨切除水平,确保手术切除的完整性及根据术前影像学检查和术中情况确定切除范围对于达到R0切除更加重要。

高位骶骨的切除和骶神经S₁~S₃切除可能增加术后并发症,导致膀胱和肠道的神经功能障碍。笔者团队认为,当明确肿瘤侵犯高位骶骨时,高位骶骨切除术不是TPE手术的绝对禁忌证。针对肿瘤侵犯情况不同的患者进行个体化骶骨切除可同时保证R0切除并降低术后并发症发生率,如仅切除受累节段可保留远端和对侧神经根,仅切除骶骨的前皮质骨可保留神经根和后骨等,S₃及以上部分的骶骨切除术可在俯卧折刀位进行最后的骶骨横断并整体取出标本^[23-24]。然而,高位骶骨切除术后可能引起脊柱不稳定,需要进行骶骨重建。Colibaseanu等^[25]研究报道,TPE合并高位骶骨切术后采用双腓骨移植物和钛棒固定进行骨盆重建是可行的,并且能够显著改善患者的长期活动能力。应用3D打印植入物重建骶骨是另一种可行方案,其有效性和安全性还有待进一步研究证明^[26]。

TPE手术合并坐骨、耻骨支或髂骨切除难度较大,相关研究报道较少。Wanebo等^[27]研究报道了8例LARC/LRRC患者行TPE时合并切除坐骨或耻骨支,50%的患者术后存活3~6年。另一项研究报道了65例行TPE患者的临床资料,其中合并坐骨切除5例、耻骨联合切除4例、坐骨耻骨支切除4例,所有患者均未发生骨髓炎或放射性骨坏死,随访结果显示5年生存率为44%,5年肿瘤特异性生存率为52%^[28]。此外,Solomon等^[29]研究报道了一种LARC/LRRC侵犯耻骨前部的复合切除方法,该方法主要经腹分离前腹壁与耻骨联合,经会阴入路游离显露耻骨上下支,术后患者的生活质量无显著下降。笔者团队认为,LARC/LRRC侵犯坐骨、耻骨或髂骨时,在不破坏骨盆框架稳定性的情况下可行局段性切除以获得更好的局部控制和长期预后结

果,耻骨切除后骨盆结构仍然稳定则无须进行骨盆重建。

4 空盆腔综合征与盆底重建

既往研究报道,TPE治疗后并发症发生率为31.6%~86%,其中40%为会阴相关并发症,需再次手术处理并发症的患者比例高达14.6%^[30]。较大的空腔容易导致盆腔积液或脓肿、会阴伤口感染或裂开、会阴疝及慢性窦道等的发生,有放射性肠炎的小肠袢容易黏附到盆腔创面(尤其是骨表面)而导致慢性肠梗阻和肠会阴痿,以上一系列并发症被称为空盆腔综合征。如何有效重建TPE后盆底缺损、降低空盆腔综合征发生率,是结直肠外科医师一直面临的难题和挑战。

脱细胞基质材料类生物补片具有良好的组织相容性,能够为小肠、大网膜等盆腔内容物提供有效支撑,初步经验表明,生物补片重建盆底具有操作简单、不受解剖条件限制、并发症少、术后不限制活动等优点^[31]。研究表明,相较于直接缝合腹膜关闭盆底,生物补片重建盆底能显著降低会阴伤口感染或裂开、会阴疝的发生率,同时不会增加泌尿生殖系统相关并发症的发生风险^[32-33]。Lee等^[34]使用生物补片重建TPE后盆底缺损($n=10$),将补片固定到耻骨联合前上方至骶骨岬后下方,中位随访7个月发现,仅1例患者出现会阴伤口积液、裂开,2例患者发生骶前积液,所有患者均无会阴疝和慢性窦道发生。目前常见的生物补片为猪脱细胞真皮基质或猪小肠黏膜下层,此类补片主要诱导宿主细胞长入和胶原沉积,完成组织修复与重建,然而可能存在降解过快、组织再生较慢等不足。有研究者认为异体脱细胞真皮基质补片重建盆底组织缺损仅延缓会阴疝的发生,术后1年会阴疝的发生率还因补片降解而明显增加^[35]。为解决生物补片降解较快的不足,笔者团队首次提出以猪膀胱基底膜为主体、两面覆盖猪小肠黏膜下层,经脱细胞处理、复合制成三明治结构生物补片(国械注准202113130873),通过诱导内源性组织在补片表面再生以修复组织缺损,并实现材料降解与组织再生同步。

肌皮瓣是另一种常见的TPE后盆底重建方式。Horch等^[36]的研究纳入接受TPE治疗后使用腹直肌皮瓣重建盆底的100例患者,术后平均随访时间

为26.3个月,皮瓣相关并发症发生率为11%,2例患者发生皮瓣坏死。腹直肌皮瓣具有较大的面积和更稳定的血供,能充分覆盖TPE后盆底缺损、填塞盆底死腔,然而较大的手术创伤可能导致腹部伤口并发症增加。股薄肌皮瓣重建TPE后盆底缺损具有更小的手术创伤,可能减少会阴并发症,并且不会影响肠造瘘及输尿管造瘘^[37]。Stein等^[38]比较了腹直肌皮瓣和股薄肌皮瓣重建盆底的效果,结果显示2种技术在主要或轻微伤口并发症发生率、30 d死亡率和中位伤口完全愈合时间等方面差异无统计学意义。此外,考虑到股薄肌皮瓣无法修复较大的会阴缺损,皮瓣边缘容易缺血坏死,一些研究者尝试使用双侧V-Y臀大肌推进皮瓣、腹壁下深动脉穿支皮瓣等,目前多为小样本病例报道,其重建效果有待进一步研究^[39-40]。

Carboni等^[41]研究报道使用乳房假体填塞TPE后盆底缺损,56例患者均未发生植入物感染、肠梗阻或肠痿,乳房假体可有效避免小肠移位至盆腔,也有助于部分患者行二期肠吻合术时迅速找到直肠残端。子宫填塞球囊导管在充气后可填塞盆底空腔,防止小肠进入盆腔,但盆腔积液和血清肿的发生率仍然很高^[42]。也有研究者使用网膜成形术填塞盆腔,但会阴伤口感染发生率高达40%^[43]。以上方法多为小样本病例报道,仍需进一步评估其有效性和安全性。

笔者团队认为,TPE后行盆底重建是必要的,生物补片和肌皮瓣2种重建方式均有助于降低空盆腔综合征的发生率,哪种方法更优尚无定论。肌皮瓣重建方式可起到有效支撑作用,并填塞盆底空腔,然而手术技术难度较大,需整形外科医师协助,较高的皮瓣相关并发症发生率限制了其广泛应用。生物补片重建盆底操作简单,术后患者异物感较轻,尤其是当发生盆腔感染、积液或出血时,生物补片能发挥封闭盆腔、避免扩散至腹腔的作用,然而生物补片重建盆底缺损后盆腔仍然残留空腔。涉及切除骶骨的TPE导致盆底存在巨大空腔,盆底重建可采用肌皮瓣联合生物补片重建盆底;仅涉及泌尿生殖系统切除时,可采用2张生物补片分别覆盖前盆、后盆及侧盆创面,使小肠、大网膜等填塞盆腔的同时避免严重炎症反应及组织粘连,减少术后并发症。此外,术后保持盆底引流通畅是避免盆腔积液甚至感染的关键,盆底重建联合负压吸引有

可能进一步减少会阴伤口并发症的发生。

5 泌尿系统重建

3%~10%的LARC/LRRC会侵犯前盆,当肿瘤累及膀胱时,需要部分甚至全部切除膀胱以达到R0切除。部分切除膀胱后可将残端缝合,或输尿管重新种植到膀胱上;若全部切除膀胱,则需要行泌尿系统重建,选择合适的重建方式有助于减少并发症,提高患者术后生活质量。输尿管皮肤造瘘术操作简单,但术后护理较棘手,尿液容易外渗导致浸润性皮炎、腹部切口感染的发生,并且缺少膀胱的储存和屏障作用后容易发生输尿管狭窄及感染,严重降低患者的术后生活质量。回肠代膀胱术和结肠代膀胱术是目前较常见的2种TPE后泌尿系统重建方式。Kazi等^[44]研究结果显示,96例接受TPE治疗的LARC/LRRC患者行回肠代膀胱术,术后泌尿系统重建相关并发症的发生率为30%,其中术后早期输尿管-回肠吻合口痿发生率为5%,回肠-回肠吻合口痿发生率为2%;术后晚期肾积水发生率为14%,输尿管-回肠吻合口狭窄发生率为11%。术前辅助放射治疗不会明显增加泌尿系统重建相关并发症的发生率。Hagemans等^[45]比较了TPE后回肠代膀胱术($n=214$)和结肠代膀胱术($n=45$)2种重建方式的并发症发生情况,结果显示回肠代膀胱术后肠梗阻发生率较高(21% vs 7%, $P=0.024$),但伤口感染率较低(14% vs 31%, $P=0.006$),两组在输尿管-肠吻合口痿发生率、泌尿系统并发症发生率、术后死亡率及主要并发症(Clavien Dindo评分 ≥ 3 分)发生率等方面差异均无统计学意义。此外,也有研究者采用输尿管-乙状结肠吻合加近端乙状结肠造瘘,即双腔湿结肠造口术进行TPE后泌尿系统重建,其优势在于腹壁仅有1个造口,并且不影响行腹直肌皮瓣重建盆底,但尿液和粪便混合排放可能增加术后造口的护理难度,影响患者术后的生活质量^[46]。

既往研究表明,TPE后行泌尿系统重建的总体并发症发生率为17%~60%,其中最常见的并发症为输尿管感染(30%~40%),输尿管痿的发生率为3%~14%,输尿管梗阻的发生率为3%~8%,明显高于根治性膀胱切除术^[47]。笔者团队认为,对于TPE后需要行泌尿系统重建的患者,结肠代膀胱术和回肠代膀胱术均为可行的选择,采用何种方式

需要根据术中具体情况而定。结肠代膀胱术可避免小肠吻合口瘘,并可能降低术后肠梗阻的发生风险。对于部分LRRC患者,肠系膜下动脉根部结扎、反复切除降结肠可能导致长度和血供较差,建议采用回肠代膀胱术。此外,重建后放置输尿管支架是必要的,其能够降低术后因肠管压迫或瘢痕引起输尿管梗阻的风险。

6 血管重建

LARC/LRRC侵犯侧盆的髂总动/静脉到髂外动/静脉的部分节段时,可能需要整体切除被侵犯的髂血管,如何重建血管将是外科医师面临的另一个挑战。目前研究报道TPE后重建髂血管的方法包括带蒂大网膜或牛心包补片覆盖膜覆盖、自体血管移植、人工血管移植、股-股动脉人工血管转流术等。当肿瘤仅侵犯部分髂总/外血管壁时,可使用带蒂大网膜或牛心包补片修补缺口,牛心包具有良好的组织相容性和稳定性,胶原结构能促进宿主细胞迁移,术后感染和移植物血栓形成的发生率低于合成补片,且发生狭窄和节段性闭塞的可能性较低^[48]。节段切除髂血管后行自体血管移植和人工血管移植重建能有效恢复下肢血运,当血管移植较困难时可直接行股-股动脉人工血管转流术。自体血管移植具有低血栓形成发生率和抗感染效果等优势,其中大隐静脉是最常用的自体血管,但由于管径差异较大而很难应用于髂血管的移植。Brown等^[49]将双侧大隐静脉切开并以螺旋方式缠绕在注射器上并且缝合切边,构建螺旋移植血管后替换右侧部分髂总动/静脉,术后5个月超声检查未见狭窄。

Abdelsattar等^[50]报道了12例主-髂血管轴受到肿瘤侵犯的LARC/LRRC患者,其中7例需行血管重建,重建方法包括人工血管移植、股-股动脉人工血管转流术或直接吻合,结果显示术后无移植物并发症发生,术后4年移植血管通畅率为100%。笔者团队认为,目前LARC/LRRC侵犯主-髂血管轴不再是TPE手术的禁忌证,在血管外科的协助下重建髂外动/静脉已被证明是安全的,血管断流后立即行血管重建、恢复血液循环有助于降低血栓形成、骨-筋膜室综合征及缺血再灌注损伤的发生风险。

7 生活质量

随着TPE治疗LARC/LRRC的肿瘤学疗效和安

全性逐渐提升,外科医师开始更加重视患者的术后生活质量。Esnaola等^[51]较早开始研究LRRC患者在接受TPE后的生活质量,结果表明术后疼痛评分越高患者的生活质量越差,两者存在显著相关性($P<0.001$);此外,女性患者、骨切除及TPE是患者术后疼痛加重的独立危险因素。外科医师应重视对TPE患者术前和术后的镇痛治疗。Choy等^[52]比较了接受TPE和保守治疗的LARC/LRRC患者1年内的生活质量变化,结果显示保守治疗组患者的生活质量在1年内逐渐下降,TPE组患者的生活质量先下降后提高;术前生活质量评分、性别和骨切除是TPE治疗后1年内生活质量水平的显著预测因素。另一项研究表明,TPE治疗后患者的生活质量评分在术后2个月恢复到术前水平,并在此后的时间内持续改善^[53]。此外,系统评价也表明,大多数LARC/LRRC患者的生活质量在TPE治疗后2~9个月逐渐改善,基线生活质量是术后生活质量的最强预测因素,而女性、TPE和骨切除与术后生活质量下降显著相关^[54]。

通常认为累及坐骨神经或股神经的LARC/LRRC无法根治性切除,主要因为R0切除率较低,并且切除神经后可能导致术后功能和生活质量下降。Kameyama等^[55]报道了3例LRRC侵犯坐骨神经并接受TPE手术的患者,术中均将坐骨神经整体切除,随访结果显示患者的长期生活质量均有所改善,并且能够在膝盖以下护具的帮助下独立行走。Brown等^[56]的研究纳入713例接受TPE手术的LARC/LRRC患者,其中68例(9.5%)行坐骨神经或股神经整体切除,结果显示65%患者实现R0切除,坐骨神经完全切除(26例)和部分切除(38例)术后分别有22例(96%)和25例(92%)患者能够独立活动,并且术后生活质量在术后12个月恢复到基线水平。

笔者团队认为,TPE可明显改善LARC/LRRC患者的生活质量,尽管术后早期患者的生活质量下降,但之后呈逐渐升高趋势。为达到根治性切除以改善长期预后,可整体或部分切除肿瘤侵犯的坐骨神经或股神经,术后患者的行走能力和生活质量可能不会发生明显下降。此外,外科医师应重视LARC/LRRC患者术前的生活质量水平,可通过加强支持、术前镇痛、缓解梗阻症状等措施提高术前基线生活质量。

8 腹腔镜的应用

与开放手术方式相比,腹腔镜手术具有视野清晰、操作精细、创伤小等优势,随着微创手术技术的普及,一些研究者探索了腹腔镜TPE治疗LARC/LRRC的可行性。Akiyoshi等^[57]报道了1例行腹腔镜TPE治疗的LRRC患者,手术总时长18 h 5 min,术中出血量为750 mL,病理切缘阴性。尽管手术时间较长,但腹腔镜TPE具有清晰的手术视野,有助于精确解剖和分离周围神经、血管和组织。Hasegawa等^[58]对1例侵犯前列腺及尿道的LRRC患者采用腹腔镜联合肛门内镜的方式行TPE治疗,手术时间为775 min,术中出血量为485 mL,术后病理切缘阴性,该方式的最大优势为能够很好地暴露手术视野。另一项回顾性研究纳入了10例LARC患者并接受腹腔镜TPE治疗,结果显示平均出血量为1 000 mL,平均手术时间为9.13 h,所有患者均达到R0切除,且未发生严重的手术相关并发症^[59]。此外,Kumar等^[60]研究表明,与采用开放方式行TPE($n=72$)相比,腹腔镜TPE($n=23$)的手术时间更短(432 min vs 640 min, $P<0.01$)、术中出血量更少(900 mL vs 1 550 mL, $P<0.01$)、术中输血量更少(170 mL vs 250 mL, $P=0.03$)、而两者的总体并发症发生率(60% vs 49%, $P=0.306$)、中位住院时间(11 d vs 12 d, $P=0.634$)和R0切除率(87% vs 89%, $P=0.668$)差异均无统计学意义。

目前关于腹腔镜TPE的报道多为小样本回顾性研究,相关结果初步表明腹腔镜TPE治疗LARC/LRRC安全、有效,具有手术视野清晰、创伤小、术中出血量和输血量少及术后恢复快等优势,然而腹腔镜TPE需要术者具有熟练的腹腔镜操作技术,也需要与助手配合娴熟。此外,还需进一步开展大样本前瞻性研究证实腹腔镜TPE的肿瘤学疗效。

9 小结和展望

无论理论上还是初步的临床研究结果均提示,TPE有望对LARC/LRRC实现根治性治疗,提高患者的长期生存率、控制肿瘤进展。随着多学科诊疗模式的开展和手术技术的进步,骨性骨盆切除(尤其是高位骶骨)和神经切除有望不再是TPE的禁忌证,并可能进一步提高R0切除率。目前较高

的围手术期并发症发生风险仍是TPE面临的主要难题,如何选择合适的盆底重建方式以减少空盆腔综合征的发生仍需进一步探究。此外,合适的泌尿系统重建方式及血管重建方式对于减少术后并发症、提高生活质量同样重要。众多的探索和挑战恰恰表明有必要对TPE进行深入的研究,在开展TPE的同时需要更加熟悉盆底解剖、术中操作细致,并在保证根治性的前提下鼓励腹腔镜手术、个体化手术等,以减少患者创伤和术后并发症。

[参考文献]

- [1] HAGEMANS J A W, ROTHBARTH J, KIRKELS W J, BOORMANS J L, VAN MEERTEN E, NUYTENS J J M E, et al. Total pelvic exenteration for locally advanced and locally recurrent rectal cancer in the elderly[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2018, 44: 1548-1554.
- [2] BRUNSCHWIG A. Complete excision of pelvic viscera for advanced carcinoma; a one-stage abdominoperineal operation with end colostomy and bilateral ureteral implantation into the colon above the colostomy[J]. *Cancer*, 1948, 1: 177-183.
- [3] HAFNER G H, HERRERA L, PETRELLI N J. Morbidity and mortality after pelvic exenteration for colorectal adenocarcinoma[J]. *Ann Surg*, 1992, 215: 63-67.
- [4] WATERS P S, PEACOCK O, WARRIER S K, WAKEMAN C, EGLINTON T, LYNCH A C, et al. Evolution of pelvic exenteration surgery—resectional trends and survival outcomes over three decades[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2019, 45: 2325-2333.
- [5] VIGNESWARAN H T, SCHWARZMAN L S, MADUEKE I C, MACLAUGHLAN DAVID S, NORDENSTAM J, MOREIRA D, et al. Morbidity and mortality of total pelvic exenteration for malignancy in the US[J]. *Ann Surg Oncol*, 2021, 28: 2790-2800.
- [6] PelvEx Collaborative. Changing outcomes following pelvic exenteration for locally advanced and recurrent rectal cancer[J]. *BJS Open*, 2019, 3: 516-520.
- [7] BOYLE K M, SAGAR P M, CHALMERS A G, SEBAG-MONTEFIORE D, CAIRNS A, EARDLEY I. Surgery for locally recurrent rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2005, 48: 929-937.
- [8] HERIOT A G, BYRNE C M, LEE P, DOBBS B, TILNEY H, SOLOMON M J, et al. Extended radical resection: the choice for locally recurrent rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2008, 51: 284-291.
- [9] ISHII M, SHIMIZU A, LEFOR A K, NODA Y. Surgical anatomy of the pelvis for total pelvic exenteration with distal sacrectomy: a cadaveric study[J]. *Surg Today*, 2021, 51: 627-633.

- [10] YANG T X, MORRIS D L, CHUA T C. Pelvic exenteration for rectal cancer: a systematic review[J]. *Dis Colon Rectum*, 2013, 56: 519-531.
- [11] RAHBARI N N, ULRICH A B, BRUCKNER T, MÜNTER M, NICKLES A, CONTIN P, et al. Surgery for locally recurrent rectal cancer in the era of total mesorectal excision: is there still a chance for cure?[J]. *Ann Surg*, 2011, 253: 522-533.
- [12] RADWAN R W, JONES H G, RAWAT N, DAVIES M, EVANS M D, HARRIS D A, et al. Determinants of survival following pelvic exenteration for primary rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2015, 102: 1278-1284.
- [13] PelvEx Collaborative. Factors affecting outcomes following pelvic exenteration for locally recurrent rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2018, 105: 650-657.
- [14] BHANGU A, ALI S M, BROWN G, NICHOLLS R J, TEKKIS P. Indications and outcome of pelvic exenteration for locally advanced primary and recurrent rectal cancer[J]. *Ann Surg*, 2014, 259: 315-322.
- [15] BHANGU A, BROWN G, AKMAL M, TEKKIS P. Outcome of abdominosacral resection for locally advanced primary and recurrent rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2012, 99: 1453-1461.
- [16] ALBERDA W J, VERHOEF C, SCHIPPER M E, NUYTENS J J, ROTHBARTH J, DE WILT J H, et al. The importance of a minimal tumor-free resection margin in locally recurrent rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2015, 58: 677-685.
- [17] KOH C E, BROWN K G M, STEFFENS D, YOUNG J, SALKELD G, SOLOMON M J. What constitutes a clear margin in patients with locally recurrent rectal cancer undergoing pelvic exenteration?[J]. *Ann Surg*, 2022, 275: 157-165.
- [18] HARRIS C A, SOLOMON M J, HERIOT A G, SAGAR P M, TEKKIS P P, DIXON L, et al. The outcomes and patterns of treatment failure after surgery for locally recurrent rectal cancer[J]. *Ann Surg*, 2016, 264: 323-329.
- [19] MILNE T, SOLOMON M J, LEE P, YOUNG J M, STALLEY P, HARRISON J D. Assessing the impact of a sacral resection on morbidity and survival after extended radical surgery for locally recurrent rectal cancer[J]. *Ann Surg*, 2013, 258: 1007-1013.
- [20] WELLS B J, STOTLAND P, KO M A, AL-SUKHNI W, WUNDER J, FERGUSON P, et al. Results of an aggressive approach to resection of locally recurrent rectal cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2007, 14: 390-395.
- [21] MELTON G B, PATY P B, BOLAND P J, HEALEY J H, SAVATTA S G, CASAS-GANEM J E, et al. Sacral resection for recurrent rectal cancer: analysis of morbidity and treatment results[J]. *Dis Colon Rectum*, 2006, 49: 1099-1107.
- [22] SOLOMON M J, TAN K K, BROMILOW R G, AL-MOZANY N, LEE P J. Sacrectomy via the abdominal approach during pelvic exenteration[J]. *Dis Colon Rectum*, 2014, 57: 272-277.
- [23] BROWN K G M, SOLOMON M J, AUSTIN K K S, LEE P J, STALLEY P. Posterior high sacral segmental disconnection prior to anterior en bloc exenteration for recurrent rectal cancer[J]. *Tech Coloproctol*, 2016, 20: 401-404.
- [24] LAU Y C, JONGERIUS K, WAKEMAN C, HERIOT A G, SOLOMON M J, SAGAR P M, et al. Influence of the level of sacrectomy on survival in patients with locally advanced and recurrent rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2019, 106: 484-490.
- [25] COLIBASEANU D T, DOZOIS E J, MATHIS K L, ROSE P S, UGARTE M L, ABDELSATTAR Z M, et al. Extended sacropelvic resection for locally recurrent rectal cancer: can it be done safely and with good oncologic outcomes?[J]. *Dis Colon Rectum*, 2014, 57: 47-55.
- [26] KIM D, LIM J Y, SHIM K W, HAN J W, YI S, YOON D H, et al. Sacral reconstruction with a 3D-printed implant after hemisacrectomy in a patient with sacral osteosarcoma: 1-year follow-up result[J]. *Yonsei Med J*, 2017, 58: 453-457.
- [27] WANEBO H J, WHITEHILL R, GAKER D, WANG G J, MORGAN R, CONSTABLE W. Composite pelvic resection. An approach to advanced pelvic cancer[J]. *Arch Surg*, 1987, 122: 1401-1406.
- [28] LOPEZ M J, LUNA-PÉREZ P. Composite pelvic exenteration: is it worthwhile?[J]. *Ann Surg Oncol*, 2004, 11: 27-33.
- [29] SOLOMON M J, AUSTIN K K, MASYA L, LEE P. Pubic bone excision and perineal urethrectomy for radical anterior compartment excision during pelvic exenteration[J]. *Dis Colon Rectum*, 2015, 58: 1114-1119.
- [30] PLATT E, DOVELL G, SMOLAREK S. Systematic review of outcomes following pelvic exenteration for the treatment of primary and recurrent locally advanced rectal cancer[J]. *Tech Coloproctol*, 2018, 22: 835-845.
- [31] HAN J G, WANG Z J, GAO Z G, XU H M, YANG Z H, JIN M L. Pelvic floor reconstruction using human acellular dermal matrix after cylindrical abdominoperineal resection[J]. *Dis Colon Rectum*, 2010, 53: 219-223.
- [32] BLOK R D, SHARABIANY S, STOKER J, LAAN E T M, BOSKER R J I, BURGER J W A, et al. Cumulative

- 5-year results of a randomized controlled trial comparing biological mesh with primary perineal wound closure after extralevator abdominoperineal resection (BIOPEX-study)[J/OL]. *Ann Surg*, 2022, 275: e37-e44. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004763.
- [33] HAN J G, WANG Z J, GAO Z G, WEI G H, YANG Y, ZHAI Z W, et al. Perineal wound complications after extralevator abdominoperineal excision for low rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2019, 62: 1477-1484.
- [34] LEE P, TAN W J, BROWN K M, SOLOMON M J. Addressing the empty pelvic syndrome following total pelvic exenteration: does mesh reconstruction help?[J]. *Colorectal Dis*, 2019, 21: 365-369.
- [35] SANCHO-MURIEL J, OCAÑA J, CHOLEWA H, NUÑEZ J, MUÑOZ P, FLOR B, et al. Biological mesh reconstruction versus primary closure for preventing perineal morbidity after extralevator abdominoperineal excision: a multicentre retrospective study[J]. *Colorectal Dis*, 2020, 22: 1714-1723.
- [36] HORCH R E, HOHENBERGER W, EWEIDA A, KNESER U, WEBER K, ARKUDAS A, et al. A hundred patients with vertical rectus abdominis myocutaneous (VRAM) flap for pelvic reconstruction after total pelvic exenteration[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2014, 29: 813-823.
- [37] KIISKI J, RÄIKÖNEN K, VUENTO M H, HYÖTY M K, KALLIO J, KUOKKANEN H O, et al. Transverse myocutaneous gracilis flap reconstruction is feasible after pelvic exenteration: 12-year surgical and oncological results[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2019, 45: 1632-1637.
- [38] STEIN M J, KARIR A, RAMJI M, ALLEN M, BAIN J R, AVRAM R, et al. Surgical outcomes of VRAM versus gracilis flaps for the reconstruction of pelvic defects following oncologic resection[J]. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*, 2019, 72: 565-571.
- [39] TASHIRO J, YAMAGUCHI S, ISHII T, SUWA H, KONDO H, SUZUKI A, et al. Salvage total pelvic exenteration with bilateral V-Y advancement flap reconstruction for locally recurrent rectal cancer[J]. *Case Rep Gastroenterol*, 2013, 7: 175-181.
- [40] QIU S S, JURADO M, HONTANILLA B. Comparison of TRAM versus DIEP flap in total vaginal reconstruction after pelvic exenteration[J/OL]. *Plast Reconstr Surg*, 2013, 132: 1020e-1027e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182a97ea2.
- [41] CARBONI F, FEDERICI O, GIOFRE' M, ZAZZA S, VALLE M. Empty pelvis syndrome: the use of breast prosthesis in the prevention of complications[J]. *Colorectal Dis*, 2019, 21: 1321-1325.
- [42] BANKAR S, DESOUZA A, PALIWAL V, PANDEY D, GORI J, SUKUMAR V, et al. Novel use of the Bakri balloon to minimize empty pelvis syndrome following laparoscopic total pelvic exenteration[J]. *Colorectal Dis*, 2020, 22: 2322-2325.
- [43] JOHNSON Y L, WEST M A, GOULD L E, DRAMI I, BEHRENBRUCH C, BURNS E M, et al. Empty pelvis syndrome: a systematic review of reconstruction techniques and their associated complications[J]. *Colorectal Dis*, 2022, 24: 16-26.
- [44] KAZI M, ROHILA J, KUMAR N A, BANKAR S, ENGINEER R, DESOUZA A, et al. Urinary reconstruction following total pelvic exenteration for locally advanced rectal cancer: complications and factors affecting outcomes[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2021, 406: 329-337.
- [45] HAGEMANS J W, VOOGT E K, ROTHBARTH J, NIEUWENHUIJZEN G P, KIRKELS W J, BOORMANS J L, et al. Outcomes of urinary diversion after surgery for locally advanced or locally recurrent rectal cancer with complete cystectomy; ileal and colon conduit[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2020, 46: 1160-1166.
- [46] BLOEMENDAAL A L A, KRAUS R, BUCHS N C, HAMDY F C, HOMPES R, COGSWELL L, et al. Double-barrelled wet colostomy formation after pelvic exenteration for locally advanced or recurrent rectal cancer[J]. *Colorectal Dis*, 2016, 18: O427-O431.
- [47] KHAN O, PATSOURAS D, RAVINDRAANANDAN M, ABRAR M M, SCHIZAS A, GEORGE M, et al. Total pelvic exenteration for locally advanced and recurrent rectal cancer: urological outcomes and adverse events[J]. *Eur Urol Focus*, 2021, 7: 638-643.
- [48] JARA M, MALINOWSKI M, BAHRA M, STOCKMANN M, SCHULZ A, PRATSCHKE J, et al. Bovine pericardium for portal vein reconstruction in abdominal surgery: a surgical guide and first experiences in a single center[J]. *Dig Surg*, 2015, 32: 135-141.
- [49] BROWN K G M, KOH C E, SOLOMON M J, CHOY I C, DUBENEC S. Spiral saphenous vein graft for major pelvic vessel reconstruction during exenteration surgery[J]. *Ann Vasc Surg*, 2015, 29: 1323-1326.
- [50] ABDELSATTAR Z M, MATHIS K L, COLIBASEANU D T, MERCHEA A, BOWER T C, LARSON D W, et al. Surgery for locally advanced recurrent colorectal cancer involving the aortoiliac axis: can we achieve R0 resection and long-term survival?[J]. *Dis Colon Rectum*, 2013, 56: 711-716.
- [51] ESNAOLA N F, CANTOR S B, JOHNSON M L, MIRZA A N, MILLER A R, CURLEY S A, et al. Pain

- and quality of life after treatment in patients with locally recurrent rectal cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2002, 20: 4361-4367.
- [52] CHOY I, YOUNG J M, BADGERY-PARKER T, MASYA L M, SHEPHERD H L, KOH C, et al. Baseline quality of life predicts pelvic exenteration outcome[J]. *ANZ J Surg*, 2017, 87: 935-939.
- [53] QUYN A J, AUSTIN K K S, YOUNG J M, BADGERY-PARKER T, MASYA L M, ROBERTS R, et al. Outcomes of pelvic exenteration for locally advanced primary rectal cancer: overall survival and quality of life[J]. *Eur J Surg Oncol EJSO*, 2016, 42: 823-828.
- [54] RAUSA E, KELLY M E, BONAVINA L, O'CONNELL P R, WINTER D C. A systematic review examining quality of life following pelvic exenteration for locally advanced and recurrent rectal cancer[J]. *Colorectal Dis*, 2017, 19: 430-436.
- [55] KAMEYAMA M, NAKAMORI S, IMAOKA S, HINAKAWA M, SASAKI Y, ISHIKAWA O, et al. Composite resection of sciatic nerve for local recurrence of rectal cancer[J]. *Gan To Kagaku Ryoho*, 1993, 20: 1689-1691.
- [56] BROWN K G M, SOLOMON M J, LAU Y C, STEFFENS D, AUSTIN K K S, LEE P J. Sciatic and femoral nerve resection during extended radical surgery for advanced pelvic tumours: long-term survival, functional, and quality-of-life outcomes[J]. *Ann Surg*, 2021, 273: 982-988.
- [57] AKIYOSHI T, NAGASAKI T, UENO M. Laparoscopic total pelvic exenteration for locally recurrent rectal cancer[J/OL]. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22: 3896. DOI: 10.1245/s10434-015-4473-8.
- [58] HASEGAWA S, KAJITANI R, MATSUMOTO Y, OHMIYA T, NAGANO H, KOMONO A, et al. Combined laparoscopic and transperineal endoscopic total pelvic exenteration for local recurrence of rectal cancer[J]. *Tech Coloproctol*, 2020, 24: 599-601.
- [59] POKHARKAR A, KAMMAR P, D'SOUZA A, BHAMRE R, SUGOOR P, SAKLANI A. Laparoscopic pelvic exenteration for locally advanced rectal cancer, technique and short-term outcomes[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2018, 28: 1489-1494.
- [60] KUMAR N A, SASI S P, SHINDE R S, VERMA K, SUGOOR P, DESOUZA A, et al. Minimally invasive surgery for pelvic exenteration in primary colorectal cancer[J/OL]. *JLS*, 2020, 24: e2020.00026. DOI: 10.4293/JLS.2020.00026.

[本文编辑] 杨亚红