

·述评·

局部晚期直肠癌盆腔脏器联合切除的难点与挑战

顾晋^{1,2} 高庆坤²¹北京大学肿瘤医院胃肠三科, 北京 100142; ²北京大学首钢医院胃肠外科, 北京 100144

通信作者: 顾晋, Email: zlguj@bjmu.edu.cn

【摘要】 近年来,随着盆腔肿瘤学和外科技术的进步,外科医生重新定义了盆腔手术的边界。盆腔脏器联合切除术,目前被认为是部分局部晚期和局部复发直肠癌患者的最佳选择。但由于手术复杂,切除范围大,并发症发生率和围手术期病死率较高,所以国内只在少数医院开展。尽管近年来肿瘤药物及外科技术设备有了很大的进步,但作为盆腔脏器联合切除术,对于适应证的选择及其术前评估、新辅助治疗和围手术期治疗策略等方面,仍存在很多争议和挑战。充分认识盆腔脏器的解剖学特征,加强临床多学科团队的密切配合,客观评估以及规范地进行术前综合治疗,积极为复发和复杂局部晚期直肠癌手术根治切除创造条件,同时合理规范地实施R₀切除,仍然有可能给局部晚期和复发直肠癌患者带来新的希望。

【关键词】 直肠肿瘤,局部晚期; 直肠肿瘤,局部复发; 盆腔脏器联合切除术; R₀切除

基金项目: 国家自然科学基金(82073223)

Difficulties and challenges of pelvic exenteration in locally advanced rectal cancer

Gu Jin^{1,2}, Gao Qingkun²

¹Department of Gastrointestinal Surgery III, Peking University Cancer Hospital & Institute, Beijing 100142, China; ²Department of Gastrointestinal Surgery, Peking University Shougang Hospital, Beijing 100144, China

Corresponding author: Gu Jin, Email: zlguj@bjmu.edu.cn

【Abstract】 In recent years, with advances in pelvic oncology and surgical techniques, surgeons have redefined the boundaries of pelvic surgery. Combined pelvic exenteration is now considered the treatment of choice for some patients with locally advanced and locally recurrent rectal cancer, but it is only performed in a few hospitals in China due to the complexity of the procedure and the large extent of resection, complications, and high perioperative mortality. Although there have been great advances in oncologic drugs and surgical techniques and equipment in recent years, there are still many controversies and challenges in the preoperative assessment of combined pelvic organ resection, neoadjuvant treatment selection and perioperative treatment strategies. Adequate understanding of the anatomical features of the pelvic organs, close collaboration of the clinical multidisciplinary team, objective assessment and standardized preoperative combination therapy creates the conditions for radical surgical resection of recurrent and complex locally advanced rectal cancer, while the need for rational and standardized R₀ resection still has the potential to bring new hope to patients with locally advanced and recurrent rectal cancer.

【Key words】 Rectal neoplasms, locally advanced; Rectal neoplasms, locally recurrent; Pelvic organ resection; R₀ resection

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82073223)

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20221123-00488

收稿日期 2022-11-23 本文编辑 卜建红

引用本文: 顾晋, 高庆坤. 局部晚期直肠癌盆腔脏器联合切除的难点与挑战[J]. 中华胃肠外科杂志, 2023, 26(3): 215-221. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20221123-00488.



尽管近些年直肠癌的综合治疗取得了一些进展,手术后的局部复发率显著降低,但仍然有相当一部分患者出现肿瘤的局部复发^[1]。其中部分患者肿瘤复发会导致盆腔多脏器受累,给临床上再次根治手术带来困难。特别是一些复发的直肠癌侵犯后方骶骨,使根治性外科手术受到技术难度方面的挑战^[2]。对于局部复发的直肠癌,临床多学科综合治疗显得尤为重要。一方面,新辅助放化疗可使部分临床判断为不可切除的病例转化成为可切除者;另一方面,这类患者最后大都选择盆腔联合脏器切除术,并需要临床多学科包括病理科、妇科、泌尿外科、骨肿瘤科以及盆腔外科、整形外科医师以及造口师等的通力合作。

盆腔脏器联合切除术(pelvic exenteration, PE)的开展始于 20 世纪 50 年代。Thompson 和 Howe^[3]报道了第 1 例 PE 治疗局部晚期直肠癌(locally advanced rectal cancer, LARC)。然而,由于手术过程的复杂性和术后的高并发症发生率,直到 20 世纪 90 年代,PE 才逐渐成为一种被广泛接受的外科技术。虽然之后其术后并发症发生率有所降低,无瘤生存率大大提高,但不同机构报道的生存结局却存在很大差异^[4-5]。造成这一结果的主要原因,是治疗策略存在差异。目前,世界范围内关于 PE 术前评估、新辅助治疗的选择、可切除性标准评判和手术技术等方面仍存在很大差异。本文将围绕以上几点,介绍目前 PE 手术的难点与挑战。

一、定义与概念

1. 局部晚期直肠癌(LARC)的定义:目前,不同文献对 LARC 的定义并不一致^[6]。常用的 MERCURY 研究对 LARC 的定义为:T3c、T3d 或 T4 期直肠癌。EXPERT 研究的定义则为:T1~4N2、低位 T3 和 T4 以及环周切缘(circumferential resection margin, CRM)可疑阳性的直肠癌。德国的标准是:任何 T、N+ 或 T3、T4 的直肠癌。多数 PE 相关研究更倾向于超全直肠系膜切除合作组(Beyond Total Mesorectal Excision Collaborative)的定义:MRI 预测需要在 TME 平面外进行扩大手术切除以实现病理性 R₀ 切除的直肠癌。

2. 局部复发直肠癌(locally recurrent rectal cancer, LRRC)的定义:既往有明确的直肠癌手术史,出现吻合口位置或肿瘤床的复发癌灶,可合并肠系膜或侧方淋巴结转移;但不包括腹主动脉旁淋巴结转移;原手术腹壁或皮下引流通道的肿瘤种植亦可归

为 LRRC;尤指初次直肠癌根治术后 2 年内复发的病例^[7]。

3. 盆腔脏器联合切除(PE):PE 是一种用于治疗晚期原发性或局部复发性盆腔恶性肿瘤的外科手术。手术切除两个及以上的盆腔脏器,包括膀胱、子宫和输卵管、阴道、直肠、盆腔血管和神经以及骨盆的骨性结构^[8]。

根据盆腔解剖结构,PE 主要分成 3 种手术方式:前盆腔脏器切除(anterior pelvic exenteration, APE)为切除上段直肠、内生殖器和膀胱,保留下段直肠;后盆腔脏器切除(posterior pelvic exenteration, PPE)为切除内生殖器和直肠,保留膀胱;全盆腔脏器切除(total pelvic exenteration, TPE)的切除范围包括直肠及远端结肠、泌尿系统器官、病变引流区域淋巴结和盆腔壁层腹膜,女性患者还需切除子宫、附件以及阴道^[8-9]。如病变累及骶骨,还需行骶骨切除术并重建盆腔骨性结构,则为 TPE+骶骨切除重建术。

二、复发肿瘤的分期和可切除性的预测

精确的肿瘤分期,对于患者手术的预后至关重要。目前 LRRC 并没有公认的临床分期方法,应用各种影像检测手段对 LRRC 进行临床多学科评估,是做 PE 的前提。评估的主要目的首先要判断是否存在远隔转移,其次是否需要进行有效的术前综合治疗,最终判断是否可以达到根治性的 R₀ 切除。

高分辨率 MRI 是评估直肠癌的最佳成像方式^[10]。使用非脂肪抑脂 FSE T2WI 序列进行小 FOV、层厚<3 mm 的扫描,扫描序列必须包括轴位、斜轴位、矢状位和冠状位。见图 1。肝脏 MRI 也推荐用于进一步明确 CT 上的模糊病变。

胸腹部和盆腔的 CT 检查是晚期肿瘤分期的最低要求^[6]。PET-CT 被推荐用于 LRRC,以确保没有远处不可切除的病灶,不作为常规推荐^[6]。在接受肠切除手术的妇科癌症中,PET-MRI 表现优于 MRI 和 PET-CT^[11]。但是到目前为止,PET-MRI 在 LARC 或 LRRC 分期中的应用缺乏证据^[12]。

近年来,也有应用全息影像进行术前综合评估的报道,主要应用于一些复杂多脏器受累、肿瘤巨大的病例^[13-14]。北京大学首钢医院利用全息影像技术进行术前综合评估,相较于 CT、MRI 全息影像虚拟模型更加立体、直观,而且可以展示更多的血管和神经以及毗邻组织结构等精细信息。见图 2。

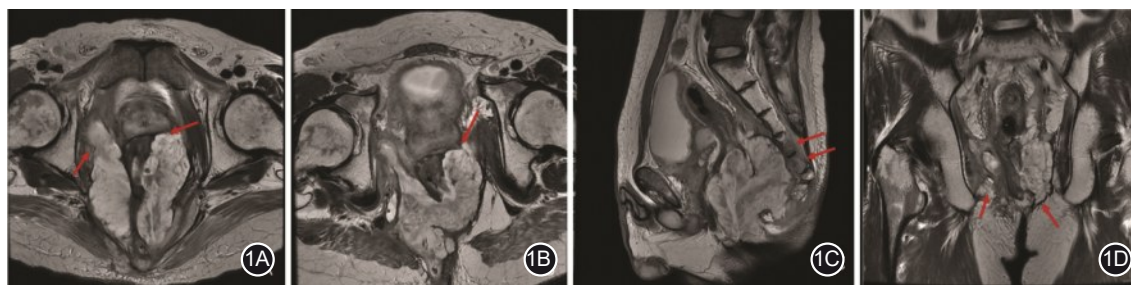


图1 一例36岁的男性患者术前盆腔高分辨增强MRI影像图片(作者提供) 1A.轴位T2WI,直肠左侧壁较长T2信号,肿块突出壁外生长,向右前侵犯右侧闭孔内肌(箭头所示),前缘与前列腺后缘交界不清;1B.斜轴位T2WI,肿块与前列腺后壁交界较轴位清楚(箭头所示);1C.矢状位T2WI,肿块向后侵及骶前筋膜,骶4、5可见骨质破坏(箭头所示);1D.冠状位T2WI,肿块下缘累及肛门内、外括约肌及双侧肛提肌(箭头所示)

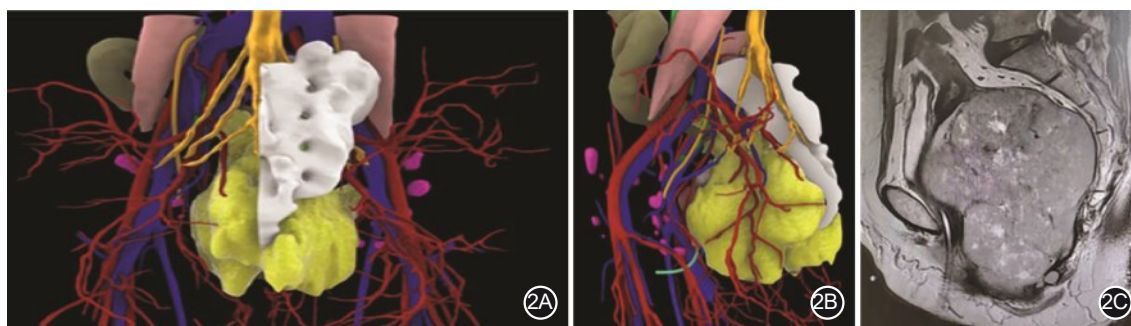


图2 一例晚期直肠癌患者的盆腔全息影像及核磁共振对比(作者提供) 2A和2B.全息影像直观地显示肿瘤(图中黄色部分)与周围脏器、特别是重要的供血血管的解剖学关系;2C.核磁共振图像

三、LRRC的新辅助治疗

对于LRRC的新辅助治疗策略,目前仍有争议。由于这类患者大多数已经对其原发恶性肿瘤进行过放疗或放化疗,其局部解剖结构的复杂性给二次辅助治疗带来困难。对于多数复发的、病情复杂的直肠癌说来,肿瘤呈浸润性生长,同时伴有区域淋巴结转移和多脏器受累,往往需要临床多学科团队进行科学的评估,在充分考虑患者初治的治疗手段已经带来的获益以及风险的情况下,联合化疗以及分子靶向治疗或许能够使这些局部晚期的LRRC患者肿瘤达到降期,最大限度地保留受累脏器的功能,同时达到手术 R_0 切除的目的。但是,对术前的综合治疗也存在争议。最近一项研究,比较了荷兰的Catharina医院和瑞典Karolinska学院LRRC的数据显示:新辅助放化疗使未接受放疗患者的预后得以改善^[15]。为实现 R_0 切除术,治疗重点应该是确定手术范围,而不是依靠新辅助治疗降低分期。

因此提出,手术切除的范围应取决于任何治疗开始前LRRC的初期成像结果。通过增加再放疗或新辅助化疗来减少手术范围、或通过术中放疗来弥补难以达到 R_0 手术的缺憾,其效果值得怀疑,而唯

有根治性手术方可以获得更好的 R_0 结果和总生存率^[16]。围手术期化疗或放疗不应取代根治性手术。

四、LARC和LRRC的可切除性标准

目前在国际上,对LARC和LRRC的可切除性标准和手术技术方面仍存在很大争议。什么样的患者适合PE,最终应取决于患者的自身因素、肿瘤生物学因素和医疗机构或外科医生的因素,其中包括术者的经验和多学科团队的技术水平。 R_0 切除是PE手术的终极目标。此外,在平衡可接受的手术风险和确保术后患者生活质量的前提下,切除所有肿瘤累及的器官和组织,是对每个外科团队的基本要求。最大限度地减少手术带来的相关并发症,最大限度地对受到损伤的组织器官进行重建,确保患者术后的生活质量,是外科团队的最高追求。目前,PE切除的绝对禁忌证包括患者不能耐受手术、双侧坐骨神经受累和(或)坐骨受累;相对禁忌证包括髂外血管闭塞、肿瘤累及骶(S)2以上、肿瘤侵犯坐骨切迹、或不可切除的盆外转移灶^[6]。

1. 联合骶骨切除以及盆侧壁侵犯肿瘤的切除:近几十年来,各种外科技术的发展,促进了超越传统的直肠系膜层面的扩大盆腔肿瘤的整体切除,包

括高位骶骨切除术、耻骨切除术和侧筋膜室切除术^[17]。

低位骶骨切除术(S3 以下)对于有经验的盆腔外科医生并不陌生,并发症发生率相对较低。近年有研究证实,高位骶骨切除术也是安全有效的,不影响肿瘤的 R₀切除率,不再被认为是手术的禁忌证,术后患者 5 年总体生存率为 28%~50%^[18-20]。一些专业肿瘤中心已经采用新的骶骨切除技术,通过避免完全骶骨切除术来降低并发症的发生率,如前骶骨切除术(切除前皮质以保留神经根)、节段骶骨切除术或高位皮质下骶骨切除术^[21-22]。

以往由于骨性组织的限制和主要神经血管结构的存在,肿瘤侵及盆腔侧壁被认为是手术的绝对禁忌证^[23]。然而多项研究显示,盆腔侧壁结构的选择性整体切除,包括髂内血管、梨状肌和闭孔内肌、坐骨和骶棘韧带的切除被证实是可行的^[24-26]。几乎所有接受坐骨神经完全切除的患者,在强化物理治疗和矫形器植入后,都能在术后恢复活动能力^[25]。在专科中心的特定患者中,对主动脉及髂动脉进行整体大血管切除也被证明是可行的。一项研究结果显示,其 R₀切除率为 81.8%^[26]。

2. 复发直肠癌合并远隔转移:对于合并腹膜转移的可切除 LRRC 患者是否适合进行 PE? 既往研究显示,不推荐肿瘤减灭术(cytoreductive surgery, CRS)联合腹腔热灌注化疗(heated intraperitoneal chemotherapy, HIPEC)用于需要 PE 的患者^[27]。一项研究结果显示,在接受 CRS-HIPEC 和 PE 的 LRRC 合并腹膜转移患者中, R₀切缘达到 81.2%,但 56.2% 的患者发生了严重并发症,术后病死率为 12.5%^[27-28]。因此,对于 LRRC 合并腹膜转移患者是否适合 PE 手术,仍然是一个存在争议的问题。

在所有直肠癌的患者中,15%~20% 会有同步肝转移^[29]。目前对这些患者的最佳治疗策略也存在争议。PelvEx (Pelvic Exenteration) 协作组报道,在 128 例同时性肝转移患者中,73.5% 的盆腔切除和 66.4% 的肝切除均为 R₀切除。R₀切除患者的 5 年总生存率为 54.6%,而 R₁、R₂切除患者的 5 年总生存率为 20%。证明了同时肝切除术的安全性和可行性^[29]。

关于可切除的 LRRC 合并肺转移的最佳治疗方法的争论也仍然存在^[30]。最近的一项 Meta 分析结果显示,结直肠癌肺转移患者,接受手术与未接受手术治疗其生存率相当,这与早期研究证据相

反^[30]。最近发表的 LaIT-SABR 研究结果,支持在肺转移患者中采用立体定向放疗^[31]。为了更好地了解肺转移切除术对转移性结直肠癌的长期疗效,还需要进一步进行前瞻性研究。因此,可切除的 LRRC 合并肺转移是否行 PE 联合肺转移灶切除,有待进一步证实。

五、手术策略的优化

1. PE 切缘和切除范围的判定:研究证实,PE 如果能够获得明确的阴性切缘,可以带来良好的生存预后^[5]。然而,对于 PE 切缘的定义,仍然存在混淆。一种是“传统的 R₀概念”,目的是在剥离平面(PE 切缘>0 mm)切除而不暴露肿瘤;另一种是“基于 CRM 概念的阴性切缘”,目的是切除 PE 切缘>1 mm。最近,在一些研究中,CRM 被认为是 PE 术后良好生存和局部控制的预测因素^[5,32]。对 LARC 和 LRRC 进行单独分析结果显示,LRRC 患者可能需要比 LARC 患者更大距离的切缘。Koh 等^[33]回顾性调查了 210 例接受 PE 的 LRRC 患者,得出的结论是,当 PE 切缘为 0.5 mm 时,增加切缘宽度并不会带来生存获益,但会改善局部控制率。因此,1.0 mm 的 PE 切缘是预测局部控制的最好切缘。

有研究表明,治疗后影像学上与肿瘤相邻的纤维化区域应被认为具有恶性潜能,应纳入扩大切除范围^[34-35]。所以,无论新辅助治疗后的分期如何,根治性切除的操作平面应根据治疗前在影像学检查发现的最大可能的疾病范围进行规划。

2. PE 术后盆腔重建方式:进行软组织、血管和骨重建,可以提高接受 PE 患者的功能预后。但 PE 后如何选择恰当的盆腔重建手术方式,至今仍无共识。

软组织重建:PE 术后由于广泛的组织损失,许多患者在切除手术后需要皮瓣重建。但重建方式的可行性受多种因素的影响。既往放化疗、盆腔死腔、组织血供不良、积液和细菌污染等都是导致皮瓣并发症发生的原因^[36]。根据不同的区域,可以考虑以下软组织重建方法:(1)腹部:垂直或斜腹直肌(vertical rectus abdominus myocutaneous, VRAM 或 oblique rectus abdominus myocutaneous, ORAM);(2)臀:肌膜皮或筋膜皮 VY 成形术,臀下动脉穿支(inferior gluteal artery perforator, IGAP)皮瓣;(3)大腿上部:大腿前外侧联合股外侧肌瓣,双侧带蒂股薄肌瓣;(4)臀襞和会阴:阴部内动脉穿支皮瓣或会阴翻转穿支皮瓣^[37-38]。

阴道重建:肿瘤根治性切除后阴道缺损的重建

具有挑战性。这些缺损范围从单纯的黏膜缺损到阴道后壁切除所致的全周缺损。采用腹直肌肌筋膜瓣、腹壁下深穿支(deep inferior epigastric perforator, DIEP)瓣、双侧扁平股薄肌瓣或臀大肌特殊瓣均可修复其解剖结构^[39]。

骶骨重建:PE 术后骶骨重建的目的是恢复骨盆环和脊柱骨盆连接及稳定性^[40]。虽然有几种固定方法,如脊柱骨盆固定(spinopelvic fixation, SPF)、骨盆后环固定(posterior pelvic ring fixation, PPRF)和脊柱前路固定(anterior spinal column fixation, ASCF),但目前尚无证据证明何种重建方式更优^[41]。

血管重建:在晚期盆腔恶性肿瘤中,主动脉、髂血管和坐骨神经受累增加了 R₀切除的难度^[42]。为了获得清晰的侧缘,可将髂血管整体切除,然后用自体或人工血管重建^[42]。

3. PE 术后空盆腔综合征(empty pelvis syndrome, EPS):EPS 是近年来临床上较为关注的 PE 手术并发症,包括小肠梗阻、腹腔内疝或盆腔脓肿等,发生率约为 10%, 占所有术后并发症的 40%^[43]。目前可以使用生物补片、腹直肌皮瓣、腹膜或者硅胶假体进行盆腔重建。但有文献报道,使用肌皮瓣、腹膜或假体进行盆腔重建的方式,有较高的切口感染发生率及病死率,需谨慎选择^[44]。笔者的经验建议,使用生物补片来重建盆底。将补片覆盖固定在骨盆腔入口,上面覆盖大网膜,于补片下方放置引流管。如此可以有效地防止小肠坠入盆腔,并减少液体积聚的空间。见图 3。

4. PE 术后尿液流出通道重建方式及相应问题:PE 术后的尿路重建包括:(1)膀胱切除术后输尿管

近端横断与带或不带 Boari 皮瓣的再植;(2)全膀胱切除术后结肠或回肠导管形式的尿路改道。与尿路重建相关的术后并发症仍然是 PE 患者的主要问题^[42]。研究表明,与单纯接受膀胱切除术患者相比,PE 术后的尿路重建导致泌尿系统并发症的发生率更高(59% 比 33%)^[45]。最常见的泌尿系统并发症是尿路感染(36%~40%)和尿漏(11%~16%)^[45-46]。如何选择合适的 PE 术后尿路重建方式,建议结合术中病灶切除范围和患者小肠或结肠健康情况来定。更重要的是,手术团队需考虑对上述术式的熟悉程度,进行综合决策。

5. 姑息性手术:对于 LARC 和 LRRC 患者,是否进行姑息性 PE 目前争议很大,必须根据具体情况进行分析考虑。局部晚期疾病会对患者的生活质量产生深远影响。肿瘤的进展会导致难以缓解的症状,包括疼痛、出血、膀胱痿、腹壁痿和肠梗阻等^[47]。PelvEx 合作组最近发表的一项 Meta 分析显示,“经过筛选的患者”接受姑息性 PE 后,中位数为 79% 的患者症状得到缓解。尽管现有数据有限,但结果表明,姑息性切除对部分选择性患者的症状控制方面可能获益^[47]。然而,姑息性 PE 是一种相对极端的手术,没有足够的证据证明患者会有持续的生活质量改善。由于该队列研究的患者中位总生存期仅为 14 个月^[47]。因此,手术医生应在手术前与患者充分沟通,以便让他们了解手术所有的风险和收益。

小结 PE 已成为 LARC 和 LRRC 的一种广泛被接受的治疗方法,但是对手术团队的技术要求较高,加上需要多学科团队的密切配合以及相对较多的手术并发症和较大范围的修复重建,使一些医疗机构的外科医生难以达到技术要求,故尚不能在基层普遍开展。我们应该看到,对于局部晚期和复发的复杂直肠癌患者,尽管各种新辅助治疗措施在不断涌现,但外科切除仍然不失为一种能够显著改善病患预后的重要手段,规范的 R₀切除仍然是改善患者预后最重要的因素。充分认识 PE 的技术要领及多学科团队的密切配合,有可能给 LARC 和 LRRC 患者带来新的希望。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] van Gijn W, Marijnen CA, Nagtegaal ID, et al. Preoperative radiotherapy combined with total mesorectal excision for resectable rectal cancer: 12-year follow-up of the multicentre, randomised controlled TME trial[J]. Lancet Oncol, 2011, 12(6):575-582. DOI:10.1016/S1470-2045(11)

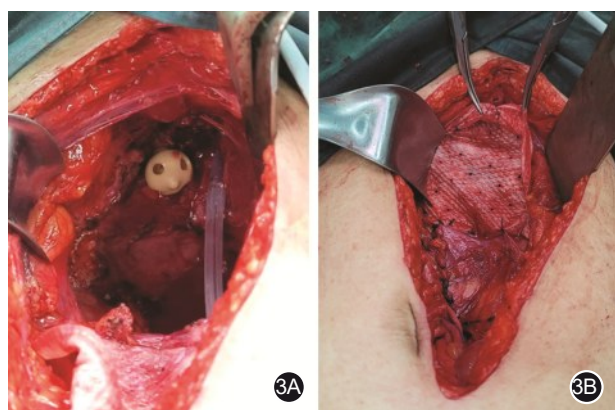


图 3 盆腔脏器联合切除术(PE)后应用生物补片修补盆腔及引流管放置方法(作者提供) 3A.全盆腔脏器切除术后空骨盆状态;3B.生物补片修补盆腔缺损

- 70097-3.
- [2] Kimura K, Ikeda M, Kataoka K, et al. Sacrectomy for recurrent rectal cancer using the transanal total mesorectum excision technique[J]. *Dis Colon Rectum*, 2020, 63(12): e566-e573. DOI: 10.1097/DCR.0000000000001794.
 - [3] Thompson JE, Howe CW. Complete pelvic evisceration in the male for complicated carcinoma of the rectum; the use of a defunctionalized, sterilized loop of colon for ureterosigmoid anastomosis[J]. *N Engl J Med*, 1950, 242(3): 83-86, illust. DOI: 10.1056/NEJM195001192420302.
 - [4] PelvEx Collaborative. Contemporary management of locally advanced and recurrent rectal cancer: views from the Pelvex Collaborative[J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(5): 1161. DOI: 10.3390/cancers14051161.
 - [5] PelvEx Collaborative. Surgical and survival outcomes following pelvic exenteration for locally advanced primary rectal cancer: results from an international collaboration[J]. *Ann Surg*, 2019, 269(2): 315-321. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002528.
 - [6] Beyond TME Collaborative. Consensus statement on the multidisciplinary management of patients with recurrent and primary rectal cancer beyond total mesorectal excision planes[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(8): 1-33. DOI: 10.1002/bjs.9192.1.
 - [7] Pilipshen SJ, Heilweil M, Quan SH, et al. Patterns of pelvic recurrence following definitive resections of rectal cancer [J]. *Cancer*, 1984, 53(6): 1354-1362. DOI: 10.1002/1097-0142(19840315)53: 6<1354:: aid-cnrcr2820530623>3.0.co;2-j.
 - [8] Yang TX, Morris DL, Chua TC. Pelvic exenteration for rectal cancer: a systematic review[J]. *Dis Colon Rectum*, 2013, 56(4): 519-531. DOI: 10.1097/DCR.0b013e31827a7868.
 - [9] PelvEx Collaborative. Minimum standards of pelvic exenterative practice: PelvEx Collaborative guideline[J]. *Br J Surg*, 2022. DOI: 10.1093/bjs/znac317.
 - [10] Shihab OC, Taylor F, Bees N, et al. Relevance of magnetic resonance imaging-detected pelvic sidewall lymph node involvement in rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2011, 98(12): 1798-1804. DOI: 10.1002/bjs.7662.
 - [11] Catalano OA, Lee SI, Parente C, et al. Improving staging of rectal cancer in the pelvis: the role of PET/MRI[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 48(4): 1235-1245. DOI: 10.1007/s00259-020-05036-x.
 - [12] Rutegård MK, Båtsman M, Axelsson J, et al. PET/MRI and PET/CT hybrid imaging of rectal cancer - description and initial observations from the RECTOPET (REctal Cancer trial on PET/MRI/CT) study[J]. *Cancer Imaging*, 2019, 19(1): 52. DOI: 10.1186/s40644-019-0237-1.
 - [13] Tokunaga T, Sugimoto M, Saito Y, et al. Intraoperative holographic image-guided surgery in a transanal approach for rectal cancer[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2022, 407(6): 2579-2584. DOI: 10.1007/s00423-022-02607-4.
 - [14] Saito Y, Sugimoto M, Imura S, et al. Intraoperative 3D hologram support with mixed reality techniques in liver surgery[J]. *Ann Surg*, 2020, 271(1): e4-e7. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003552.
 - [15] Nordkamp S, Voogt E, van Zoggel D, et al. Locally recurrent rectal cancer: oncological outcomes with different treatment strategies in two tertiary referral units [J]. *Br J Surg*, 2022, 109(7): 623-631. DOI: 10.1093/bjs/znac083.
 - [16] van Kessel CS, Solomon MJ. Understanding the philosophy, anatomy, and surgery of the extra-tme plane of locally advanced and locally recurrent rectal cancer; single institution experience with international benchmarking [J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(20). DOI: 10.3390/cancers14205058.
 - [17] Kazi M, Sukumar V, Desouza A, et al. State-of-the-art surgery for recurrent and locally advanced rectal cancers [J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2021, 406(6): 1763-1774. DOI: 10.1007/s00423-021-02285-8.
 - [18] You YN, Skibber JM, Hu CY, et al. Impact of multimodal therapy in locally recurrent rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2016, 103(6): 753-762. DOI: 10.1002/bjs.10079.
 - [19] Yang TX, Morris DL, Chua TC. Pelvic exenteration for rectal cancer: a systematic review[J]. *Dis Colon Rectum*, 2013, 56(4): 519-531. DOI: 10.1097/DCR.0b013e31827a7868.
 - [20] Harris CA, Solomon MJ, Heriot AG, et al. The outcomes and patterns of treatment failure after surgery for locally recurrent rectal cancer[J]. *Ann Surg*, 2016, 264(2): 323-329. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001524.
 - [21] Brown K, Solomon MJ, Koh CE. Pelvic exenteration surgery: the evolution of radical surgical techniques for advanced and recurrent pelvic malignancy[J]. *Dis Colon Rectum*, 2017, 60(7): 745-754. DOI: 10.1097/DCR.0000000000000839.
 - [22] Shaikh I, Holloway I, Aston W, et al. High subcortical sacrectomy: a novel approach to facilitate complete resection of locally advanced and recurrent rectal cancer with high (S1-S2) sacral extension[J]. *Colorectal Dis*, 2016, 18(4): 386-392. DOI: 10.1111/codi.13226.
 - [23] Yamada K, Ishizawa T, Niwa K, et al. Patterns of pelvic invasion are prognostic in the treatment of locally recurrent rectal cancer[J]. *Br J Surg*, 2001, 88(7): 988-993. DOI: 10.1046/j.0007-1323.2001.01811.x.
 - [24] Austin KK, Solomon MJ. Pelvic exenteration with en bloc iliac vessel resection for lateral pelvic wall involvement[J]. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(7): 1223-1233. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3181a73f48.
 - [25] Brown K, Solomon MJ, Lau YC, et al. 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(5): 982-988. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003390.
 - [26] Peacock O, Smith N, Waters PS, et al. Outcomes of extended radical resections for locally advanced and recurrent pelvic malignancy involving the aortoiliac axis [J]. *Colorectal Dis*, 2020, 22(7): 818-823. DOI: 10.1111/codi.14969.
 - [27] Shinde RS, Acharya R, Kumar NA, et al. Pelvic exenteration with cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (CRS+HIPEC) for rectal cancer-case series with review of literature[J]. *Indian J Surg Oncol*, 2019, 10(Suppl 1): S80-S83. DOI: 10.1007/s13193-019-00882-0.
 - [28] Tuech JJ, Pinson J, Nouhaud FX, et al. Total pelvic exenteration, cytoreductive surgery, and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy for rectal cancer with

- associate peritoneal metastases: surgical strategies to optimize safety[J]. *Cancers (Basel)*, 2020, 12(11): 3478. DOI:10.3390/cancers12113478.
- [29] PelvEx Collaborative. Simultaneous pelvic exenteration and liver resection for primary rectal cancer with synchronous liver metastases: results from the PelvEx Collaborative[J]. *Colorectal Dis*, 2020, 22(10): 1258-1262. DOI: 10.1111/codi.15064.
- [30] Ratnayake C, Wells CI, Atherton P, et al. Meta-analysis of survival outcomes following surgical and non surgical treatments for colorectal cancer metastasis to the lung[J]. *ANZ J Surg*, 2021, 91(3):255-263. DOI: 10.1111/ans.16383.
- [31] Nicosia L, Franceschini D, Perrone-Congedi F, et al. A multicenter LARge retrospective database on the personalization of stereotactic ablative radiotherapy use in lung metastases from colon-rectal cancer: the LaIT-SABR study[J]. *Radiother Oncol*, 2022, 166: 92-99. DOI: 10.1016/j.radonc.2021.10.023.
- [32] Sasikumar A, Bhan C, Jenkins JT, et al. Systematic review of pelvic exenteration with en bloc sacrectomy for recurrent rectal adenocarcinoma: R0 resection predicts disease-free survival[J]. *Dis Colon Rectum*, 2017, 60(3): 346-352. DOI: 10.1097/DCR.0000000000000737.
- [33] Koh CE, Brown K, Steffens D, et al. What constitutes a clear margin in patients with locally recurrent rectal cancer undergoing pelvic exenteration? [J]. *Ann Surg*, 2022, 275(1):157-165. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003834.
- [34] Ryan JE, Warrier SK, Lynch AC, et al. Assessing pathological complete response to neoadjuvant chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer: a systematic review [J]. *Colorectal Dis*, 2015, 17(10): 849- 861. DOI: 10.1111/codi.13081.
- [35] Hartley A, Ho KF, McConkey C, et al. Pathological complete response following pre-operative chemoradiotherapy in rectal cancer: analysis of phase II/III trials[J]. *Br J Radiol*, 2005, 78(934): 934-938. DOI: 10.1259/bjr/86650067.
- [36] Griffin N, Rabouhans J, Grant LA, et al. Pelvi-perineal flap reconstruction: normal imaging appearances and post-operative complications on cross-sectional imaging [J]. *Insights Imaging*, 2011, 2(3): 215-223. DOI: 10.1007/s13244-011-0070-y.
- [37] Sagebiel TL, Faria SC, Balachandran A, et al. Pelvic reconstruction with pedicled thigh flaps: indications, surgical techniques, and postoperative imaging[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 202(3): 593-601. DOI: 10.2214/AJR.13.11394.
- [38] Kuntscher MV, Mansouri S, Noack N, et al. Versatility of vertical rectus abdominis musculocutaneous flaps[J]. *Microsurgery*, 2006, 26(5): 363-369. DOI: 10.1002/micr.20253.
- [39] Drami I, Lord AC, Sarmah P, et al. Preoperative assessment and optimisation for pelvic exenteration in locally advanced and recurrent rectal cancer: a review[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2021, S0748-7983(21)00792-7. DOI: 10.1016/j.ejso.2021.11.007
- [40] Wuisman P, Lieshout O, Sugihara S, et al. Total sacrectomy and reconstruction: oncologic and functional outcome [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2000, 381: 192-203. DOI: 10.1097/00003086-200012000-00023.
- [41] Griffin N, Rabouhans J, Grant LA, et al. Pelvi-perineal flap reconstruction: normal imaging appearances and post-operative complications on cross-sectional imaging [J]. *Insights Imaging*, 2011, 2(3): 215-223. DOI: 10.1007/s13244-011-0070-y.
- [42] Lau YC, Brown K, Lee P. Pelvic exenteration for locally advanced and recurrent rectal cancer-How much more? [J]. *J Gastrointest Oncol*, 2019, 10(6): 1207-1214. DOI: 10.21037/jgo.2019.01.21.
- [43] Heriot AG, Byrne CM, Lee P, et al. Extended radical resection: the choice for locally recurrent rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2008, 51(3): 284-291. DOI: 10.1007/s10350-007-9152-9.
- [44] Jacombs AS, Rome P, Harrison JD, et al. Assessment of the selection process for myocutaneous flap repair and surgical complications in pelvic exenteration surgery[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(4): 561-567. DOI: 10.1002/bjs.9002.
- [45] Brown KG, Solomon MJ, Latif ER, et al. Urological complications after cystectomy as part of pelvic exenteration are higher than that after cystectomy for primary bladder malignancy[J]. *J Surg Oncol*, 2017, 115 (3): 307-311. DOI: 10.1002/jso.24511.
- [46] Goldberg GL, Sukumvanich P, Einstein MH, et al. Total pelvic exenteration: the Albert Einstein College of Medicine/Montefiore Medical Center experience (1987 to 2003) [J]. *Gynecol Oncol*, 2006, 101(2): 261-268. DOI: 10.1016/j.ygyno.2005.10.011.
- [47] PelvEx Collaborative. Palliative pelvic exenteration: a systematic review of patient-centered outcomes[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2019, 45(10): 1787-1795. DOI: 10.1016/j.ejso.2019.06.011.