

磁共振成像对直肠癌根治术后骶前复发靶区勾画的指导意义



扫码阅读电子版

李夏南¹ 刘涛² 王畅³ 郭鹏³ 叶颖江³ 陈亚林¹ 程瑾²

¹北京大学人民医院放疗科 100044; ²北京大学人民医院放射科 100044; ³北京大学人民医院胃肠外科 100044

李夏南和刘涛对本文有同等贡献

通信作者:程瑾, Email:chengjin@pkuph.edu.cn; 陈亚林, Email:ylchen_1023@sina.com

【摘要】 目的 直肠癌骶前复发患者由于既往直肠癌根治手术,不同程度地改变了原有盆腔器官毗邻结构,复发肿瘤组织与盆腔内结构分界欠清,常规CT检查由于其软组织分辨率较差,对于实施放疗前准确的靶区勾画存在一定困难。故本研究探索磁共振成像(MRI)在直肠癌根治术后骶前复发病灶靶区勾画的指导作用。**方法** 采用描述性病例系列研究方法。收集2014年5月至2019年5月期间,于北京大学人民医院收治、经病理证实、或经多学科团队(MDT)讨论、MRI和CT及病例信息完整的直肠癌根治术后骶前复发30例患者的临床资料。根据CT和MRI图像中勾画出的患者骶前复发的肿瘤区域(GTV),包括骶前复发病灶(GTVT)和转移淋巴结(GTVN),计算出GTV体积,测量肿瘤边界及径线等指标,比较在MRI和CT两种影像方法中的差异。**结果** 30例患者在CT中勾画测量所得GTV体积均大于MRI,其中GTVT-CT中位体积为67.86(范围5.12~234.10) cm³,明显大于GTVT-MR的43.02(范围3.42~142.50) cm³,差异有统计学意义($Z=-4.288, P<0.001$)。CT与MRI勾画的GTVN值分别为(0.43±0.11) cm³和(0.40±0.10) cm³,差异无统计学意义($t=1.550, P=0.132$)。在CT图像中勾画的骶前复发病灶的各边界及径线的均值均较MRI图像中所勾画的边界大,其中GTVT的上下径CT和MRI分别为(6.66±2.92) cm比(5.17±2.40) cm($t=5.466, P<0.001$),前界分别为(3.24±2.51) cm比(2.69±2.48) cm($t=4.685, P<0.001$),前后径分别为(4.92±2.02) cm比(4.04±1.57) cm($t=6.210, P<0.001$),左界分别为(3.05±1.00) cm比(2.64±0.78) cm($t=2.561, P=0.016$),右界分别为2.66(0.00~4.23) cm比1.82(-1.10~3.59) cm($Z=-3.950, P<0.001$),横径分别为(5.01±1.78) cm比(3.82±1.29) cm($t=4.648, P<0.001$),差异均具有统计学意义。在前向脏器受累如肠管、前列腺、膀胱以及后向骶骨受累范围的判断方面,MRI显示优于CT。15例患者根据MRI所指导的靶区制定放疗计划并行放射治疗,10例达临床症状缓解。**结论** MRI图像中所勾画的直肠癌术后骶前复发病灶的GTV较CT小,MRI对肿瘤与周围正常组织边界的判定较CT显示更清晰,因而能够更加精确地显示肿瘤的侵及范围,从而指导放疗的准确实施。

【关键词】 直肠肿瘤; 骶前复发; 磁共振成像; 放射治疗

基金项目:北京大学人民医院研究与发展基金资助课题(RDX2019-01)

DOI:10.3760/cma.j.cn.441530-20200905-00511

Guidance of magnetic resonance imaging for target area delineation of postoperative presacral recurrence of rectal cancer

Li Xianan¹, Liu Tao², Wang Chang³, Guo Peng³, Ye Yingjiang³, Chen Yalin¹, Cheng Jin²

¹Department of Radiotherapy, People's Hospital of Peking University, Beijing 100044, China; ²Department of Radiology, People's Hospital of Peking University, Beijing 100044, China; ³Department of Gastrointestinal Surgery, People's Hospital of Peking University, Beijing 100044, China

Li Xianan and Liu Tao contributed equally to this article

Corresponding authors: Cheng Jin, Email:chengjin@pkuph.edu.cn; Chen Yalin, Email:ylchen_1023@sina.com

【Abstract】 Objective Presacral recurrence of rectal cancer have altered the adjacent structures of original pelvic organs due to the previous radical surgery of rectal cancer, and the boundary between

recurrent tumor tissues and pelvic internal structures is not clear. Conventional CT examination has poor soft tissue resolution, which makes it difficult to accurately delineate the target area of radiotherapy. This study aimed to explore the guiding role of magnetic resonance imaging (MRI) in delineating the target area of presacral recurrence after radical resection of rectal cancer. **Methods** A descriptive case series research method was adopted. From May 2014 to May 2019, the clinical data of 30 patients with presacral recurrence after radical resection of rectal cancer were collected, who were admitted to Peking University People's Hospital, confirmed by pathology or discussed by multidisciplinary team (MDT), with complete MRI, CT and case information. According to the gross tumor volume (GTV) with presacral recurrence outlined in CT and MRI images, including presacral recurrent lesions (GTVT) and metastatic lymph nodes (GTVN), the GTV volume was calculated, and the tumor boundary and diameter were measured. The differences between MRI and CT were compared. **Results** The volume of GTVT-CT was larger than that of GTVT-MR in all the 30 patients. The median volume of GTVT-CT was 67.86 (range 5.12-234.10) cm³, which was significantly larger than 43.02 (range 3.42-142.50) cm³ of GTVT-MR with statistically significant difference ($Z=-4.288, P<0.001$). The mean volume of GTVN outlined by CT and MRI was (0.43±0.11) cm³ and (0.40±0.10) cm³ respectively without statistically significant difference ($t=1.550, P=0.132$). The mean values of boundary and radial line of the presacral lesions on CT images were all longer than those on MRI images. The vertical diameter of GTVT on CT and MRI images was (6.66±2.92) cm and (5.17±2.40) cm ($t=5.466, P<0.001$); the anterior boundary was (3.24±2.51) cm and (2.69±2.48) cm ($t=4.685, P<0.001$); the anteroposterior diameter was (4.92±2.02) cm and (4.04±1.57) cm ($t=6.210, P<0.001$); the left boundary was (3.05±1.00) cm and (2.64±0.78) cm ($t=2.561, P=0.016$); the right boundary was 2.66 (0.00-4.23) cm and 1.82 (-1.10-3.59) cm ($Z=-3.950, P<0.001$); the transverse diameter was (5.01±1.78) cm and (3.82±1.29) cm ($t=4.648, P<0.001$), respectively, whose differences were all statistically significant. MRI was superior to CT in judging the involvement of anterior organs, such as intestine, prostate, bladder and the posterior sacrum. Fifteen patients received radiotherapy according to the target area guided by MRI and 10 patients obtained clinical symptom relief. **Conclusion** Compared with CT, the GTV of postoperative presacral recurrence of rectal cancer outlined in MRI images is smaller, and MRI can determine the boundary between tumor and surrounding normal tissues more precisely, so it can show the invasion range of tumor more accurately and guide the accurate implementation of radiotherapy.

【Key words】 Rectal neoplasms; Presacral recurrence; MRI; Radiotherapy

Fund program: Peking University People's Hospital Scientific Research Development Funds (RDX2019-01)

DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200905-00511

随着直肠癌多学科综合治疗的广泛开展,直肠癌的局部复发率已降至 10% 以下^[1-2]。但局部复发患者的生存率显著下降^[3-5];并有约 50% 的患者将失去手术机会,仅有 17% 的患者可以达到 R₀ 切除^[6-7]。骶前复发是直肠癌局部复发的主要类型之一^[8]。70% 以上的骶前复发患者存在盆腔严重疼痛、排粪异常、出血等临床症状,且手术操作更加复杂^[9]。由于放射治疗可以显著缓解临床症状,提高局部控制率和手术 R₀ 切除率,改善患者的长期生存情况,已被欧洲肿瘤内科学会 (European Society of Medical Oncology, ESMO) 指南推荐作为直肠癌局部复发的重要治疗手段^[10-11]。

随着放疗技术的发展,尤其是应用病灶局部高剂量照射的调强放疗 (intensity modulated radiation

therapy, IMRT) 技术时,肿瘤范围的准确判断成为这一精准放疗的前提。骶前复发患者由于既往直肠手术史,原有盆腔器官的毗邻结构已被不同程度地改变,且原手术区域伴有不同程度的纤维组织形成,使得复发肿瘤组织与盆腔内的结构往往分界欠清。而骶前复发患者放疗定位常规应用 CT 图像,由于 CT 对软组织分辨率较差,即使进行增强扫描,仍然难以准确勾画复发肿瘤大体体积 (gross tumor volume, GTV)。磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 具有软组织分辨力高、多平面多参数成像等优点,对于骶前复发病灶边界的判定,包括判断是否累及肠管和骶骨等周围脏器、肿瘤与周围纤维组织的区分等方面,明显强于 CT。本研究初步探索 MRI 在直肠癌术后骶前复发的靶区勾画中的指导价值。

资料与方法

一、临床资料

采用描述性病例系列研究方法。骶前复发定义为:复发肿瘤位于骶骨前方间隙,伴或不伴后方骶骨、前方肠管等受累^[9]。病例入选标准:(1)经病理证实、或经多学科团队(multi-disciplinary team, MDT)讨论并结合影像资料确定的直肠癌根治术后骶前复发;(2)MRI、CT及临床资料完整。排除标准:(1)存在严重的内科疾病;(2)影像资料质量不足以进行进一步分析。

按照上述标准,2014年5月至2019年5月期间,北京大学人民医院收治的30例患者入组。男性20例,女性10例,中位年龄68(32~83)岁。直肠癌初始诊断分期根据美国癌症联合委员会(American Joint Committee on Cancer, AJCC)第8版标准,I、II期6例,III期24例。本研究符合《赫尔辛基宣言》的要求,患者均签署知情同意书。

二、病灶定位

1.定位前准备:CT定位或MRI扫描前1h排空膀胱和直肠,饮水500~800ml(术后患者憋尿能力较差)以充盈小肠及膀胱。

2.CT定位:患者仰卧于CT定位床,B型头枕,双手抱胸,体部热塑膜固定。采用Phillips 16排大孔径模拟定位机行CT定位扫描。扫描参数:140 kV, 280 mAs,层厚3 mm。扫描范围:第一腰椎至股骨中段水平。增强采用3.0 ml/s速度进行静脉注射碘佛醇100 ml,25 s后采集图像。

3.MRI扫描方法:应用GE Discovery MR750 3.0T磁共振扫描仪进行盆腔磁共振检查。扫描序列和参数如下:(1)横断位高分辨非脂肪抑制的快速翻转回复序列(fast recovery fast spin-echo, FRFSE) T2加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)序列:TR 3 200 ms, TE 85 ms,层厚3 mm,层间距0.5 mm,视野16 cm×16 cm;(2)横断位非脂肪抑制的FRFSE T2WI序列:TR 3 800 ms, TE 85 ms,层厚5 mm,层间距0.5 mm,视野34 cm×34 cm;(3)矢状位非脂肪抑制FRFSE T2WI序列:TR 4 000 ms, TE 85 ms,层厚5 mm,层间距0.5 mm,视野31 cm×31 cm;(4)横断位扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)序列:b值为0和1 000 s/mm², TR 2 400 ms, TE 60 ms,激励次数8,视野34 cm×34 cm,层厚、层间距等参数同横断位T2WI。

4.靶区勾画:将CT和MRI图像均传至Eclipse计划系统(treatment planning system, TPS)。由两名直肠癌专病组放疗医师和1名放射科医师共同确定肿瘤复发区域,包括肿瘤和转移淋巴结的边界,分别在CT和MRI上进行骶前复发肿瘤病灶(GTVT)及转移淋巴结(GTVN)的GTV勾画。

在CT图像中,将平扫和增强图像进行融合,窗宽400 HU,窗位40 HU,参照增强CT最终在平扫CT上勾画GTV_{CT}。在MR图像中,结合骨性标记将横断位非脂肪抑制的高分辨T2WI序列图像与CT图像进行融合,并参照横断位DWI、矢状位非脂肪抑制的T2WI图像,最终在横断位T2WI序列图像上勾画GTV_{MR}。同时肿瘤上下边界的确定交互参考矢状位T2WI序列图像。在Eclipse系统内通过TPS计算出各组GTV体积(其中如出现淋巴结转移,仅选取最大淋巴结进行体积测量并记录)。

5.数值测量:以中骨盆横径(双侧坐骨棘连线)平面为基准,分别测量GTV最上端和最下端距此平面的垂线距离,分别定义为GTV上界和GTV下界(如GTV上界位于该平面下方或GTV下界位于该平面上方则记为负值);矢状位CT重建图像以及矢状位T2WI图像中选择GTV最长上下径所在断面,测量最上端至最下端距离,定义为GTV上下径。以双侧坐骨棘间连线为界,测量GTV最前缘具此连线所在冠状面的距离,定义为GTV前界,如未超出此线则记为负数。在横断位图像中选择肿瘤所在最大截面,测量前后最大值,定义为GTV前后径;左右最大距离,定义为GTV横径;以体中线为原点,测量GTV最左端和最右端距体中线距离,分别定义为GTV左界和GTV右界(如最左端位于体中线右侧或最右端位于体中线左侧则记为负数)。

临床靶体积(clinical tumor volume, CTV)范围参照2017年ESMO直肠癌治疗指南^[11]:如直肠癌初诊时未行盆腔放疗,则CTV参照直肠癌术前放疗靶区勾画原则^[12]为盆腔预防照射区;如直肠癌初诊时已行盆腔放疗,则CTV为GTV_{MR}外扩5 mm。CTV参照摆位误差及器官位移外扩5~10 mm形成计划靶体积(planning tumor volume, PTV)。

三、放疗方案

本研究中有15例患者经MDT讨论,进行了局部放疗加或不加盆腔照射,其中2例为盆腔放疗后再照射,其余为术前或单纯放疗。靶区勾画均在MRI与定位CT的融合图像中进行,治疗计划均采

用 IMRT。照射剂量范围为 40~60 Gy, 单次剂量 1.8~2.5 Gy。

四、放疗不良反应及疗效评估

急性不良反应定义为放疗结束后 3 个月内出现的不良反应;晚期不良反应定义为放疗后 3 个月后出现的不良反应。不良反应分级均参照美国国家癌症中心(National Cancer Institute, NCI)通用不良反应标准 5.0 版(common toxicity criteria version 5.0, CTCv5.0)。放疗后 1 个月行盆腔 CT 或 MRI, 采用实体瘤疗效评价标准(RECIST)进行疗效评估^[13]: 完全缓解(complete response, CR): 目标病灶消失;部分缓解(partial response, PR): 基线病灶长径总和缩小 $\geq 30\%$;疾病进展(progression disease, PD): 基线病灶长径总和增加 $\geq 20\%$;疾病稳定(stable disease, SD): 缩小未达 PR 或增加未到 PD。客观缓解率(objective response rate, ORR)为 CR+PR。

五、统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析, 正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用配对 *t* 检验;非正态分布的计量资料用 *M* (范围) 表示, 组间比较采用 Wilcoxon 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、影像显示骶前复发范围

本组骶前复发患者的病灶均位于骶骨前方软组织结构间隙内, MRI 和 CT 显示具体受累器官和淋巴结转移情况见表 1。

二、CT 与 MRI 勾画 GTV 的比较

CT 与 MRI 勾画的 GTVT 值分别为中位数 67.86 (范围 5.12~234.10) cm^3 和中位数 43.02 (范围 3.42~142.50) cm^3 , 差异有统计学意义 ($Z = -4.288, P < 0.001$); CT 与 MRI 勾画的 GTVN 值分别为 $(0.43 \pm 0.11) \text{cm}^3$ 和 $(0.40 \pm 0.10) \text{cm}^3$, 差异无统计学意义 ($t = 1.550, P = 0.132$)。其中 1 例患者 (3.3%) CT 图像中勾画得出的 GTV 明显小于 MR, 见图 1; 该例患者主要表现为骶前复发累及骶骨。30 例骶前复发患者中, 4 例 (13.3%) 合并淋巴结转移。

三、CT 与 MRI 勾画 GTV 边界的比较

在 CT 上勾画出骶前复发病灶的边界均大于 MRI 上勾画出的边界, 其中 GTVT 的上下径、前界、前后径、左界、右界和左右径在 CT 与 MRI 上的差异具有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 见表 2。有 3 例 (10%) 患者骶前复发病灶下界位于肛提肌移行为坐骨直肠肌、肛门外括约肌水平, MRI 测量的病灶下界大于 CT, 见图 2。

四、放疗临床疗效及不良反应

15 例放疗患者中, 有 12 例放疗前存在临床症状, 包括疼痛 5 例, 便血 4 例, 排便异常或里急后重 3 例; 另外 3 例无症状者为常规复查时发现骶前复发。放疗过程中或放疗结束后, 有 10 例患者症状得到部分或全部改善, 其中 4 例疼痛缓解, 4 例便血消失, 2 例排便异常或里急后重缓解。RECIST 疗效评估: 2 例 CR, 8 例 PR, 5 例 SD。7 例手术切除, 其中 R₀ 切除 4 例。

放疗急性不良反应: 4 例患者发生 2 级不良反

表 1 本组直肠癌术后骶前复发患者影像检查显示病灶周围器官受累及淋巴结转移情况 (例)

检查仪器	例数	受累器官					淋巴结转移	转移淋巴结检出数 (枚)
		后向骶骨	前向肠管*	精囊腺	前列腺	肛提肌		
CT	30	2	14	3	3	1	4	13
MRI	30	2	11	3	2	1	4	17

注: *包括小肠和结直肠

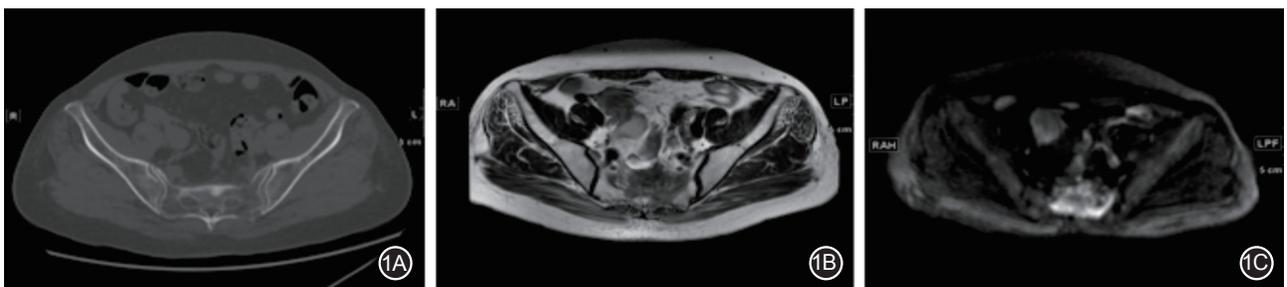


图 1 本组一例 60 岁直肠癌术后骶前复发累及骶骨的女性患者病变范围的 CT 和 MRI 图像 1A. 盆腔 CT; 1B. 横断位 T2WI; 1C. 横断位 DWI

表 2 CT 与 MRI 勾画本组直肠癌术后骶前复发患者肿瘤病灶(GTVT)边界的比较(cm)

检查仪器	例数	上界($\bar{x}\pm s$)	下界($\bar{x}\pm s$)	上下径($\bar{x}\pm s$)	前界($\bar{x}\pm s$)	前后径($\bar{x}\pm s$)	左界($\bar{x}\pm s$)	右界[M(范围)]	横径($\bar{x}\pm s$)
CT	30	5.75±1.92	1.05±2.28	6.66±2.92	3.24±2.51	4.92±2.02	3.05±1.00	2.66(0.00~4.23)	5.01±1.78
MRI	30	5.26±1.87	0.84±2.57	5.17±2.40	2.69±2.48	4.04±1.57	2.64±0.78	1.82(-1.10~3.59)	3.82±1.29
t/Z 值		1.855	1.005	5.466	4.685	6.210	2.561	-3.950	4.648
P 值		0.074	0.323	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	<0.001	<0.001

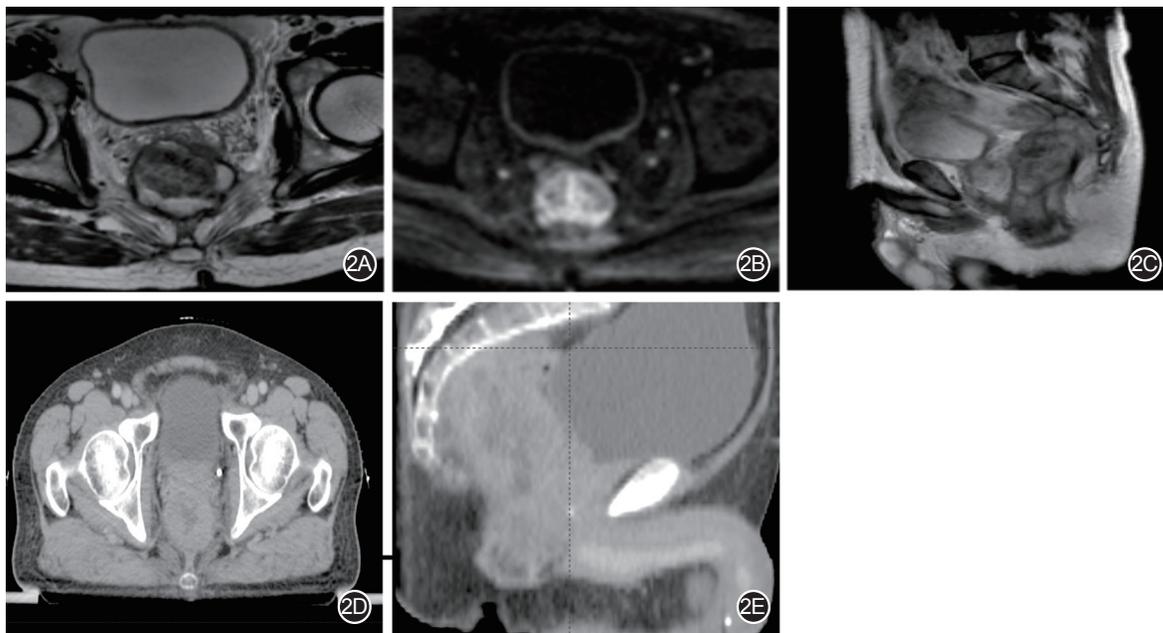


图 2 本组一例 43 岁直肠癌术后骶前吻合口复发男性患者病变范围的 CT 和 MRI 图像 2A. 横断位 T2WI 图像中, 肿块与前方精囊腺关系清晰; 2B. 横断位 DWI 图像中肿瘤组织呈明显高信号, 与邻近正常组织区分明显; 2C. 在矢状位 T2WI 图像中, 肿瘤上下缘亦可清晰显示; 2D. 盆腔 CT 横断位显示, 肿块与前方精囊腺分界不清; 2E. 盆腔 CT 矢状位, 肿块上下界与周围组织分界不清

应, 其中腹泻 3 例, 白细胞下降 1 例; 1 例为 3 级(为肠梗阻); 未见 4 级不良反应。放疗晚期不良反应: 2 例患者发生 3 级不良反应, 为肠梗阻和肾积水各 1 例; 未见 4 级不良反应。

讨 论

本研究结果提示, 在直肠癌根治术后骶前复发病例中, 病变范围各边界于 MRI 图像中显示较 CT 清晰, 尤其在前向脏器受累(肠管、前列腺和膀胱)以及后向骶骨受累范围的判断, MRI 显示均优于 CT。分别于 MR 和 CT 图像中进行靶区勾画的结果显示, MR 显示的骶前复发肿瘤和转移淋巴结的体积均小于 CT。同时肿瘤各径线的 MRI 测量值大多小于 CT, 差异存在统计学意义。其中 15 例患者行放射治疗, 不良反应较低, 临床症状改善显著。

随着放疗技术的不断发展, IMRT 在直肠癌复发的治疗中已经广泛应用并成为指南推荐的放疗技术^[14-15]。相较于常规放疗, IMRT 技术的特点在于

可以使肿瘤局部达到较高的生物等效剂量, 从而提高局部控制率; 而周边剂量跌落迅速, 从而保护周围正常组织并降低放疗不良反应。基于 IMRT 的技术原理, 其有效应用的前提是对病灶靶区的精确勾画, 避免正常组织超剂量照射或肿瘤区域的遗漏。目前, 临床常规应用 CT 图像对直肠癌术后盆腔复发灶进行靶区勾画。由于 CT 图像软组织分辨力较低, 且直肠癌术后, 术区正常解剖结构的改变, 复发病灶与周围纤维组织、肠管、肌肉、骨质的关系较难确定, 导致靶区准确勾画有一定难度。而 MRI 软组织分辨率高, 对于上述肿瘤与周围软组织分界的判断存在优势。既往多项研究显示, 对于包括直肠癌在内的某些特定部位肿瘤, MRI 指导靶区勾画可以更准确地判断肿瘤范围及与周围组织的分界, 保证放疗的准确实施^[16-18]。

本研究基于 MRI 勾画的骶前复发肿瘤体积小于基于 CT 勾画的肿瘤体积。进一步测量肿瘤的各个边界, 结果显示在上下径、前界、前后径、左界、

右界和左右径方面,CT 都较 MRI 出现过度估计,差异存在统计学意义。而 10% 的患者病变下界在 CT 上被低估。既往多项研究探讨了 MRI 与 CT 在直肠癌术前靶区勾画的指导作用。O'Neill 等^[19]研究显示,在低位直肠癌中 MRI 上勾画的肿瘤体积较 CT 小,并且病灶长度、宽度及肿瘤下界距肛缘距离在 MRI 上显示更短,与本研究结果基本一致。在 CT 上病变被过度估计,少数被低估的原因考虑如下:(1)术后盆腔结构紊乱,纤维化形成,骶前复发肿瘤与周围纤维化、炎性反应增生的血管淋巴管交织在一起,使左、右界难以区分;(2)病变前向累及肠管、前列腺、精囊腺、膀胱和子宫等软组织脏器时,前界难以区分;(3)病变处于肛提肌、坐骨直肠肌和肛门外括约肌水平时,下界无法清晰判断;(4)少部分存在肠管积气引起测量误差。而 MRI 由于软组织分辨率高,可以结合 T2WI 和 DWI 等序列进行多参数及多方位成像,综合判断病变与正常组织边界,使得勾画范围更加准确,从而减少周围小肠等正常组织的受照剂量,降低不必要的放疗不良反应。

本研究中,1 例患者出现骶前复发后向累及骶骨, MRI 显示骶骨受累范围明显大于 CT,在非抑脂 T2WI 序列中表现为相对于黄骨髓的片状低信号,提示转移瘤的骨髓侵犯。与本研究结果类似的是,Prins 等^[20]在研究肾细胞癌骨转移时发现, MRI 所显示的骨转移病变范围平均是 CT 所显示范围的 1.41 倍,其中有 64% 的患者 MRI 所显示的受累体积大于 CT,其原因在于,当骨转移瘤引起骨结构破坏方可被 CT 检出,而在此之前,转移瘤则可以骨髓浸润的形式出现而骨质破坏不明显。

本研究中 15 例患者参照 MR 进行靶区勾画后行放疗,其放疗后的不良反应率与初诊直肠癌术前放疗不良反应率相近,较术后放疗不良反应率低^[21]。且较既往报道复发后放疗的不良反应率有降低趋势^[10]。本组患者放疗后症状改善与文献报道类似^[10,15,22-26]。这一结果提示, MRI 指导直肠癌骶前复发靶区勾画,既可以避免因靶区漏照而提高局部控制率、又可因肿瘤边界显示清晰而缩小不必要的照射范围,从而降低放疗不良反应率。

本研究初步提示, MRI 在指导直肠癌术后骶前复发患者的放疗靶区勾画中有显著优势,较常规的定位 CT 更为精确,可以有效避免正常脏器不必要的受照和漏靶,准确指导放疗的精确实施。本研究主

要存在的局限性在于:未采用定位 MRI 而应用常规 MRI 通过与 CT 图像融合进行靶区勾画,可能使得测量数值精确度受到一定影响。在未来的研究中,需进一步扩大样本量并进一步统计局部控制及生存数据,以进一步明确其临床意义。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 李夏南, 酝酿和设计实验, 实施研究, 采集、分析、解释数据, 起草文章和统计分析; 刘涛, 实施研究, 采集数据, 对文章的知识性内容作批评性审阅, 获取研究经费和其他支持性贡献; 王畅、郭鹏, 采集、分析、解释数据, 对文章的知识性内容作批评性审阅和其他支持性贡献; 叶颖江, 酝酿和设计实验, 分析、解释数据, 对文章的知识性内容作批评性审阅、指导和其他支持性贡献; 程瑾, 酝酿和设计实验, 采集、分析、解释数据, 起草文章, 对文章的知识性内容作批评性审阅, 统计分析, 获取研究经费和其他支持性贡献; 陈亚林, 酝酿和设计实验, 对文章的知识性内容作批评性审阅, 行政、技术或材料支持和其他支持性贡献

参 考 文 献

- [1] Sammour T, Skibber JM. Evaluation of treatment of locally recurrent rectal cancer [J]. *Rectal Cancer*, 2018, 1 (14): 231-245. DOI: 10.1007/978-3-319-16384-0_14.
- [2] Zaborowski A, Stakelum A, Winter DC. Systematic review of outcomes after total neoadjuvant therapy for locally advanced rectal cancer [J]. *Br J Surg*, 2019, 106(8): 979-987. DOI: 10.1002/bjs.11171.
- [3] Haddock MG. Irradiation of very locally advanced and recurrent rectal cancer [J]. *Semin Radiat Oncol*, 2016, 26(3): 226-235. DOI: 10.1016/j.semradonc.2016.02.004.
- [4] Räsänen M, Carpelan-Holmström M, Mustonen H, et al. Pattern of rectal cancer recurrence after curative surgery [J]. *Int J Colorectal Dis*, 2015, 30(6): 775-785. DOI: 10.1007/s00384-015-2182-1.
- [5] Guyot F, Faivre J, Manfredi S, et al. Time trends in the treatment and survival of recurrences from colorectal cancer [J]. *Ann Oncol*, 2005, 16(5): 756-761. DOI: 10.1093/annonc/mdi151.
- [6] Lee DJ, Sagar PM, Sadacharam G, et al. Advances in surgical management for locally recurrent rectal cancer: How far have we come? [J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(23): 4170-4180. DOI: 10.3748/wjg.v23.i23.4170.
- [7] Westberg K, Palmer G, Hjern F, et al. Management and prognosis of locally recurrent rectal cancer-A national population-based study [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2018, 44(1): 100-107. DOI: 10.1016/j.ejso.2017.11.013.
- [8] Kusters M, Holman FA, Martijn H, et al. Patterns of local recurrence in locally advanced rectal cancer after intra-operative radiotherapy containing multimodality treatment [J]. *Radiother Oncol*, 2009, 92(2): 221-225. DOI: 10.1016/j.radonc.2009.03.002.
- [9] 郭鹏, 王畅, 谢启伟, 等. 直肠癌骶前复发 47 例临床病理学特

- 征与预后分析[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(11):1305-1309. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.11.20.
- [10] Lee J, Kim CY, Koom WS, et al. Practical effectiveness of reirradiation with or without surgery for locoregional recurrence of rectal cancer: a meta-analysis and systematic review [J]. *Radiother Oncol*, 2019, 140: 10-19. DOI: 10.1016/j.radonc.2019.05.021.
- [11] Glynne JR, Wyrwicz L, Turet E, et al. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up [J]. *Ann Oncol*, 2017, 28 Suppl 4: S22-S40. DOI: 10.1093/annonc/mdx224.
- [12] 唐源, 金晶, 朱远, 等. 直肠癌术前/术后适形/调强放疗靶区勾画共识与图谱[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2018, 27(3): 227-234. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2018.03.00.
- [13] Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1) [J]. *Eur J Cancer*, 2009, 45(2): 228-247. DOI: 10.1016/j.ejca.2008.10.026.
- [14] Balyasnikova S, Vuong T, Wale A, et al. Session 3: Boosting primary and recurrent rectal cancer: How far can we push the radiotherapy envelope? [J]. *Colorectal Dis*, 2018, 20 Suppl 1: S88-S91. DOI: 10.1111/codi.14086.
- [15] Owens R, Muirhead R. External beam re-irradiation in rectal cancer [J]. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*, 2018, 30(2): 116-123. DOI: 10.1016/j.clon.2017.11.009.
- [16] Tan J, Lim JD, Fitt G, et al. The utility of multimodality imaging with CT and MRI in defining rectal tumour volumes for radiotherapy treatment planning: a pilot study [J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2010, 54(6): 562-568. DOI: 10.1111/j.1754.9485.2010.02212.x.
- [17] Stupp R, Mason WP, van den Bent MJ, et al. Radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide for glioblastoma [J]. *N Engl J Med*, 2005, 352(10): 987-996. DOI: 10.1056/NEJMoa043330.
- [18] Fu J, Zhou JY, Chong VF, et al. Indication of lower neck irradiation in nasopharyngeal carcinoma without nodal metastasis: the potential impact of tumor volume [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2013, 126(11): 2120-2124. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20123156.
- [19] O'Neill BD, Salerno G, Thomas K, et al. MR vs. CT imaging: low rectal cancer tumour delineation for three-dimensional conformal radiotherapy [J]. *Br J Radiol*, 2009, 82(978): 509-513. DOI: 10.1259/bjr/60198873.
- [20] Prins FM, van der Velden JM, Gerlich AS, et al. Superior target delineation for stereotactic body radiotherapy of bone metastases from renal cell carcinoma on MRI compared to CT [J]. *Ann Palliat Med*, 2017, 6 Suppl 2: S147-S154. DOI: 10.21037/apm.2017.06.07.
- [21] Song JH, Jeong JU, Lee JH, et al. Preoperative chemoradiotherapy versus postoperative chemoradiotherapy for stage II-III resectable rectal cancer: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Radiat Oncol J*, 2017, 35(3): 198-207. DOI: 10.3857/roj.2017.00059.
- [22] Tao R, Tsai CJ, Jensen G, et al. Hyperfractionated accelerated reirradiation for rectal cancer: an analysis of outcomes and toxicity [J]. *Radiother Oncol*, 2017, 122(1): 146-151. DOI: 10.1016/j.radonc.2016.12.015.
- [23] Cai G, Zhu J, Hu W, et al. Accelerated hyperfractionated intensity-modulated radiotherapy for recurrent/unresectable rectal cancer in patients with previous pelvic irradiation: results of a phase II study [J]. *Radiat Oncol*, 2014, 9(1): 278-284. DOI: 10.1186/s13014-014-0278-3.
- [24] Valentini V, Morganti AG, Gambacorta MA, et al. Preoperative hyperfractionated chemoradiation for locally recurrent rectal cancer in patients previously irradiated to the pelvis: a multicentric phase II study [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 64(4): 1129-1139. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2005.09.017.
- [25] Koom WS, Choi Y, Shim SJ, et al. Reirradiation to the pelvis for recurrent rectal cancer [J]. *J Surg Oncol*, 2012, 105(7): 637-642. DOI: 10.1002/jso.23023.
- [26] Guren MG, Undseth C, Rekstad BL, et al. Reirradiation of locally recurrent rectal cancer: a systematic review [J]. *Radiother Oncol*, 2014, 113(2): 151-157. DOI: 10.1016/j.radonc.2014.11.021.

(收稿日期: 2020-09-05)

(本文编辑: 卜建红)

本文引用格式

李夏南, 刘涛, 王畅, 等. 磁共振成像对直肠癌根治术后骶前复发靶区勾画的指导意义 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2020, 23(12): 1170-1176. DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200905-00511.