

# 直肠癌新辅助放化疗前后的磁共振检查评估误区

孙应实 张晓燕 吴佳奇

北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所医学影像科 恶性肿瘤发病机制及转化研究教育部重点实验室, 北京 100042

通信作者: 孙应实, Email: sysabc@163.com

**【摘要】** 磁共振成像(MRI)检查由于良好的软组织分辨力,已成为直肠癌的首选影像学检查方法,用于明确肿瘤位置、TNM分期、直肠系膜筋膜状态、直肠壁外血管侵犯、有无腹膜返折受累等与治疗及预后相关的重要因素,临床医师可以根据这些因素为直肠癌患者制订手术计划并判断是否需要接受新辅助治疗。对于接受新辅助治疗的直肠癌患者需要在治疗结束后再次行MRI检查,以制订后续治疗策略。笔者回顾总结MRI检查在直肠癌初次分期和新辅助放化疗后的再分期时存在的限制和误区,以期让影像医师及临床医师充分了解直肠癌MRI检查的优势和局限性,进而更好地应用MRI检查辅助制订直肠癌的临床诊断与治疗策略。

**【关键词】** 直肠肿瘤; 磁共振; 新辅助放化疗; 疗效评估

**基金项目:** 国家自然科学基金(82071881);北京市医院管理中心“登峰”计划专项(DFL20191103)

## Evaluation pitfalls of magnetic resonance imaging on rectal cancer before and after neoadjuvant chemoradiotherapy

Sun Yingshi, Zhang Xiaoyan, Wu Jiaqi

Department of Radiology, Peking University Cancer Hospital and Institute, the Key Laboratory of Carcinogenesis and Translational Research (Ministry of Education), Beijing 100042, China

Corresponding author: Sun Yingshi, Email: sysabc@163.com

**【Abstract】** Magnetic resonance imaging (MRI) has been the first choice for rectal cancer due to its superb soft tissue resolution. MRI can be used to identify important factors related to treatment and prognosis, including the tumor location, TNM staging, the status of mesorectal fascia, presence of extramural vascular invasion, and involvement of the peritoneal reflection. Clinicians can make optimal surgical planning and determine the need for neoadjuvant therapy according to these factors. Patients who received neoadjuvant therapy need to undergo MRI examination after the completion of therapy with the aim of determining subsequent treatment strategies. The authors review relevant literatures, summarize the limitations and misconceptions of MRI examination in the initial staging of rectal cancer and the re-staging after neoadjuvant chemoradiotherapy, with the aim of enabling imaging physicians and clinical physicians to fully understand the advantages and limitations of MRI examination for rectal cancer, and applying MRI examination to assist in formulating clinical diagnosis and treatment strategies for rectal cancer.

**【Key words】** Rectal neoplasms; Magnetic resonance; Neoadjuvant chemoradiotherapy; Response evaluation

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (82071881); Beijing Hospitals Authority/Ascent Plan (DFL20191103)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230918-00104

收稿日期 2023-09-18

引用本文: 孙应实, 张晓燕, 吴佳奇. 直肠癌新辅助放化疗前后的磁共振检查评估误区[J]. 中华消化外科杂志, 2023, 22(10): 1186-1193. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230918-00104.



近年来结直肠癌的发病率和病死率明显增加,是世界上第三大常见恶性肿瘤,也是恶性肿瘤死亡的第二大原因<sup>[1]</sup>。直肠癌患者约占结直肠癌总体患者的 1/3,目前我国直肠癌患者就诊时大多数已 $\geq$ T3 期,对于 $\geq$ T3 期或淋巴结阳性的中低位直肠癌患者,目前的标准治疗方式是在新辅助放化疗后行全直肠系膜切除术,这种治疗策略可以显著降低局部复发率<sup>[2]</sup>。

MRI 检查由于良好的软组织分辨力,已成为直肠癌的首选影像学检查方法,用于明确肿瘤位置、TNM 分期、直肠系膜筋膜(mesorectal fascia, MRF)状态、直肠壁外血管侵犯(extramural vascular invasion, EMVI)、有无腹膜返折受累等与治疗及预后相关的重要因素,临床医师可以根据这些因素为直肠癌患者制订手术计划并判断是否需要接受新辅助治疗<sup>[3-5]</sup>。接受新辅助治疗的直肠癌患者需要在治疗结束后再次行 MRI 检查,以制订后续的治疗策略。笔者回顾总结 MRI 检查在直肠癌初次分期和新辅助放化疗后的再分期时存在的限制和误区,以期让影像医师及临床医师充分了解直肠癌 MRI 检查的优势和局限性,进而更好地应用 MRI 检查辅助制订直肠癌的临床诊断与治疗策略。

### 一、放化疗前 MRI 检查评估误区

关于直肠癌的诊断治疗,欧洲肿瘤内科学会(European Society for Medical Oncology, ESMO)指南推荐基于直肠癌复发风险的分层治疗,复发风险评估主要采用术前 MRI 检查,除了考虑肿瘤浸润深度或 T 分期(cT)和淋巴结转移状态或 N 分期之外,还包括对肿瘤边缘到肛门的距离、MRF 状态和 EMVI 等进行评估<sup>[5]</sup>。对高危局部进展期直肠癌患者进行新辅助放化疗,对低危的早期患者直接进行手术。基于 MRI 检查评估 T3 期亚分期、淋巴结状态、MRF 状态和 EMVI,对于确定直肠癌患者是否需要新辅助放化疗方面具有至关重要的作用,其价值得到研究者一致认可,但仍需注意以下可能的 MRI 检查评估误区。

#### (一) T 分期

大多数 T 分期诊断失误发生于 $<$ T2 分期的病变,以及 T2 期和早期 T3 期病变的鉴别诊断,分期过度较常见,其主要原因是 MRI 检查很难区分单纯由纤维化引起的直肠周围脂肪的毛刺(pT2 期)和由含有肿瘤细胞的纤维化引起的毛刺(pT3 期)<sup>[6]</sup>。有研究结果显示:促结缔组织增生反应在 T2 加权

成像上表现为细小的低信号毛刺,没有表现出明显的扩散受限,而 T3 期肿瘤在 T2 加权成像上表现为广基底或结节状的中等信号强度,呈现明显的扩散受限和固有肌层的破坏<sup>[7]</sup>。基于 T2 加权成像的形态学表现及弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)有无扩散受限或可有助于鉴别 T2 期与 T3 早期病变。另外,直肠周围的小血管穿透外纵肌层的部位也易被判断为肿瘤向直肠系膜内的侵袭,导致将 T2 期肿瘤过度分期为 T3 期肿瘤,增强扫描检查及上下层面的连续观察有助于鉴别是否为小血管穿行。

#### (二) N 分期

无论 T 分期如何,淋巴结阳性都是新辅助放化疗的指征,因此,准确评估淋巴结的状态至关重要。然而,与 T 分期比较, MRI 检查对直肠癌转移淋巴结的评估准确性较低,诊断淋巴结分期仍然是一个重大挑战<sup>[4]</sup>。

目前已提出多种不同淋巴结分期标准,但其灵敏度和特异度差异较大。基于 T2 加权成像上淋巴结大小对淋巴结转移的判断准确性较低,不足以准确区分良恶性淋巴结,原因是良性和恶性淋巴结径线大小间有很大重叠,较小的淋巴结受累比率也较高。Brown 等<sup>[8]</sup>将直肠系膜淋巴结影像结果与病理学结果逐一对应比较,结果显示:短径 $<5$  mm 的直肠系膜淋巴结,恶性率高达 15%。为了提高淋巴结诊断准确性,研究者引入诸如淋巴结不规则边界、异质性信号强度和张力较高的圆形或类圆形淋巴结形态学标准,并将其与淋巴结大小结合。这虽然可增加确定恶性直肠系膜淋巴结的灵敏度和特异度,但灵敏度仍较低,会导致直肠癌 N 分期评价不足,进而影响患者从新辅助放化疗中获益<sup>[8-9]</sup>。

DWI 通常用于提高直肠癌淋巴结检出的灵敏度,其淋巴结检出效能可媲美病理学检查结果,但 DWI 无法将淋巴结定性<sup>[10-11]</sup>。其可能原因是淋巴结本身的生理结构致密,导致良性淋巴结在 DWI 也呈现高信号。因此,使用 DWI 评估直肠癌患者的淋巴结可能会导致过度分期和不必要的新辅助放化疗。

超小型超顺磁性氧化铁增强 MRI 检查已被报道在区分良恶性淋巴结方面很有前景。USPIO 是一种铁基纳米颗粒,被正常细胞摄取后会导致其在 T2 加权成像上的信号强度降低,而恶性淋巴结不摄取 USPIO 颗粒,从而产生相对于良性淋巴结的高

信号强度,由此与正常淋巴结进行区分<sup>[12]</sup>。有研究结果显示:USPIO 增强 MRI 检查评估多种实体瘤的综合灵敏度为 90%,特异度为 96%<sup>[13]</sup>。USPIO 增强 MRI 检查在评估直肠癌患者的淋巴结转移方面也显示出可重复性的结果,但可用性和安全性问题阻碍其使用<sup>[14-17]</sup>。

氟代脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层显像(<sup>18</sup>F-FDG positron emission tomography/computed tomography, PET/CT)检查由于分辨力的限制,对短径<5 mm 的淋巴结检出率低。因此,其在直肠癌淋巴结分期中的使用价值有限,目前不建议常规应用<sup>[18]</sup>。<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 检查联合应用是直肠癌另一种有效的成像手段,能够产生高分辨率的解剖和功能数据。PET/MRI 检查结合了 PET 和 MRI 检查的各自优势,理论上可能会提高对直肠癌的诊断准确性和治疗决策<sup>[19]</sup>。然而,<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 检查在直肠癌患者分期和再分期中的临床有效性尚未达成广泛共识。1 项荟萃分析结果显示:PET/MRI 检查对直肠癌 T 分期的灵敏度、特异度、准确度分别为 94%~100%、73%~94%、92%~100%,对 N 分期的灵敏度、特异度和准确度分别为 90%~93%、92%~94%、42%~92%<sup>[20]</sup>。

### (三)侧方淋巴结

腹膜返折下方的直肠癌倾向于横向扩散至髂内血管和闭孔血管周围淋巴结<sup>[21]</sup>。然而大多数关于直肠癌淋巴结成像的研究都只考虑直肠系膜淋巴结,因为其可以在标准化手术后进行影像-病理学相关研究。而侧方淋巴结位于标准全直肠系膜切除术手术平面之外,并且由于盆腔侧壁淋巴结的清扫可能会导致永久性泌尿生殖系统功能障碍,侧方淋巴结清扫术在多个国家都不是标准手术操作,导致侧方淋巴结缺乏病例对照,所以常被忽略<sup>[22]</sup>。因此,侧方淋巴结影像特征的相关研究很少,目前并无一致的评估标准。

最近的研究结果显示:侧方淋巴结与直肠系膜淋巴结的表现不同,可疑侧方淋巴结的判断更依赖于淋巴结短径(但目前尚无统一标准),如侧方淋巴结联盟进行的 1 项包括 1 216 例患者的国际回顾性研究结果显示:基线时闭孔和髂内淋巴结短径≥7 mm 的患者,在新辅助放化疗后只进行全直肠系膜切除术而不进行侧方淋巴结清扫术时,5 年内盆腔侧壁复发率为 19.5%,而淋巴结短径<7 mm 的患者为 4.9%,无闭孔或髂内淋巴结的患者为 2.1%。但当其接受

侧方淋巴结清扫术后,5 年内盆腔侧壁复发率下降至 5.7%,两者比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )<sup>[23]</sup>。

### (四)MRF

MRF 代表行全直肠系膜切除术患者的环周切缘,当其受累时,外科医师可能会改变切除平面。潜在环周切除边缘阳性定义为肿瘤主体、淋巴结、EMVI 或癌结节距直肠系膜筋膜的距离<1 mm<sup>[6]</sup>。MRF<1 mm 的肿瘤显著预示肿瘤预后不良,是局部复发的主要决定因素之一<sup>[24]</sup>。因此,在 MRI 检查中,术前评估肿瘤与 MRF 之间的关系至关重要。高质量研究结果显示:MRI 检查能够较好预测环周切缘状态,其诊断效能可媲美病理学诊断<sup>[6,25]</sup>。多项研究集中评价肿瘤与 MRF 间的关系,但对于转移淋巴结、EMVI、癌结节与 MRF 间的关系研究较少,不同原因所致 MRF 阳性患者间的预后差别仍需关注。

### (五)EMVI

EMVI 定义为在组织病理学上,肿瘤组织直接侵入壁外静脉,其是预后不良的预测指标。Brown 等<sup>[26]</sup>的研究结果显示:MRI 检查结果显示 EMVI 与组织病理学确诊的 EMVI 有很好的相关性;直肠癌 MRI 检查能够显示 83% 组织学检测到的直径>3 mm 的 EMVI。目前,MRI 检查结果显示 EMVI 被广泛认为是预测淋巴结和远处转移、肿瘤复发和不良预后的因素。

### 二、放化疗后 MRI 检查评估误区

新辅助放化疗能够降低分期,缩小肿瘤,提高手术的可切除性并提供更好的局部无复发生存率<sup>[2,27]</sup>。因此,中低位局部进展期直肠癌患者主要受益于新辅助放化疗以及随后进行的全直肠系膜切除术<sup>[5]</sup>。在这类患者中,高达 30% 的患者能够获得病理学上的完全缓解,这为直肠癌患者器官保留策略提供了新思路<sup>[28]</sup>。器官保留策略包括对新辅助放化疗反应良好的患者进行局部切除和对临床完全缓解的患者采取密切观察等待的非手术治疗。这在一定程度上避免全直肠系膜切除术的并发症及其对后续生命质量的影响<sup>[29]</sup>。因此,新辅助放化疗后 MRI 检查再分期,对于评估肿瘤对治疗的反应以及为患者选择合适的器官保留方案至关重要。对于新辅助放化疗后在直肠指检、内镜和 MRI 检查 3 个方面评估中均无残留肿瘤证据的临床完全缓解患者,可以应用观察和等待的方法<sup>[30]</sup>。有研究结果显示:与行全直肠系膜切除术比较,临床完全缓



解后进行观察等待策略患者的总生存率和无病生存率并未出现明显差异,后者的肠道功能更好,大小便失禁发生率更低,并且能避免永久性造口。因此,准确识别出完全缓解患者至关重要<sup>[31-32]</sup>。

新辅助放化疗可以导致肿瘤细胞凋亡和坏死,原发灶和周围组织发生纤维化、水肿和炎性细胞的浸润。病理学上的复杂改变,导致 MRI 检查结果信号混杂,无法区分治疗后改变的信号与肿瘤信号。在 T2 加权成像上中等肿瘤信号消失有或无纤维化残留可以提示临床完全缓解(cT0N0 期)<sup>[33]</sup>。

#### (一)新辅助治疗后 T0 期评估

MRI 检查识别残留肿瘤具有挑战性,因为其很难区分纤维化内有无残留肿瘤。尽管纤维化改变在 T2 加权成像上表现为低信号而肿瘤组织通常表现为中等信号,但致密的低信号纤维化组织仍可能存在微观存活的残留癌细胞,可能性约为 50%<sup>[34]</sup>。尤其新辅助治疗后的肿瘤碎片化,散在的肿瘤细胞远低于 MRI 检查的分辨率,因此,无法准确检出。

新辅助放化疗导致的直肠黏膜下水肿,表现为直肠壁黏膜下层呈中高 T2 信号的增厚,这可能与残余肿瘤的信号强度一致而发生混淆。因此,明确新辅助治疗前基线 MRI 检查的原始肿瘤部位,对于避免这种误区至关重要。此外,新辅助放化疗通常会导致接受治疗的肿瘤部位发生水肿性改变,由于水肿改变的组织弛豫时间长,DWI 上呈高信号,易与残余肿瘤组织混淆。此效应在 DWI 和表观弥散系数图像上均显示高信号强度,为 T2 穿透效应,不同于肿瘤组织由于扩散受限在 DWI 上显示高信号而在表观弥散系数图像上显示为低信号。因此,在 MRI 检查再分期中需要将 DWI 与表观弥散系数图像结合观察,以避免将水肿误判断为残余肿瘤<sup>[35]</sup>。同时,新辅助放疗相关的直肠炎也可导致扩散受限,可能被误解为肿瘤残留<sup>[36-37]</sup>。与基线图像进行比较是直肠癌新辅助治疗后再分期的关键步骤。直肠壁未受累部位新出现的信号强度异常应予以排除,仅考虑发生在直肠壁受累部位的信号强度异常进行肿瘤反应评估。在多数情况下,炎症或水肿的异常信号强度会在随访中消退。

内镜检查和 MRI 检查在直肠癌再分期中可能起到互补作用。Maas 等<sup>[38]</sup>联合使用 MRI 和内镜检查可提高阳性预测值(98%)。但内镜检查和 MRI 检查结果不一致的情况很常见<sup>[35]</sup>。尽管影像学检查结果提示完全缓解,但在内镜或活组织检查中发现

残余肿瘤时,MRI 检查结果可以被驳回,无需对患者进行观察和等待策略。然而,MRI 检查结果提示残留病变,而内镜检查没有恶性肿瘤的证据对治疗方法的选择提出了挑战。在随访中,部分上述 2 种检查结果不一致的患者被证明是影像学检查结果的假阳性,这使可疑的病理学完全缓解患者失去了器官保留治疗的机会<sup>[39]</sup>。然而,在 22% 的患者中,异常的 MRI 检查结果可以先于内镜检查提示恶性肿瘤残留或复发,这可能与黏膜下生长的残留或复发的肿瘤有关<sup>[39]</sup>。

目前尚无识别临床完全缓解患者可靠的非侵入性方法,新辅助治疗后 MRI 检查在预测病理学完全缓解的局限性使临床采取等待观察策略的合理性受到质疑。MRI 检查结果预测病理学完全缓解的灵敏度和特异度间的理想平衡是一个持续争论的问题。考虑到病理学完全缓解的假阳性预测结果可能使器官保留治疗策略使用不当,进而导致破坏性的结果,笔者建议:当 MRI 检查结果不确定时,应对临床完全缓解进行保守治疗决策,以最大限度提高新辅助放化疗后 MRI 检查结果预测病理学完全缓解的阳性预测值。

#### (二)新辅助治疗后 T0~2 期评估

器官保留策略的另一种方式是对新辅助放化疗后肿瘤降至局限于直肠壁内的肿瘤(ypT0~2 期肿瘤)且无淋巴结受累(ypN0 期肿瘤)的患者进行局部经肛门全层肠壁切除。因此,新辅助放化疗后进行 T 分期的再分期至关重要。1 项荟萃分析结果显示:T2 加权成像对于放化疗后 T 分期再分期的总体灵敏度不佳(约 50%)<sup>[40]</sup>。过度分期是分期错误的主要原因,因为新辅助放化疗诱导的在肿瘤和直肠系膜脂肪界面处的纤维化改变常被误认为活性肿瘤,因此,无法行局部切除。DWI 进行再分期可以提高平均灵敏度,且不降低特异度,但其价值仍需进一步研究和验证<sup>[40]</sup>。尽管有研究表明使用增强 MRI 检查可以很好地区分行局部切除的 yT0~1 期患者,但对比剂增强的 MRI 检查 T1 加权成像在直肠癌检查中的价值尚未得到广泛证实<sup>[41]</sup>。因此,腹部放射学学会和欧洲胃肠和腹部放射学学会并不推荐其常规使用<sup>[4,42]</sup>。此外,有研究表明高达 20% 的 ypT2 期患者存在转移淋巴结。因此,在选择局部切除的患者时,最重要是保证其为 pN0 期,因为局部切除后不行淋巴结切除,并且可能会残留活性肿瘤沉积灶<sup>[43]</sup>。

### (三)新辅助治疗后 N 分期评估

考虑到等待观察和局部切除策略都需要保证患者为 NO 期状态,因此新辅助治疗后的淋巴结再分期对于确定患者进行器官保留策略或标准手术切除治疗至关重要。

新辅助治疗前后用于确定淋巴结受累 MRI 检查结果标准不同。新辅助治疗前,相比于淋巴结大小,边界不规则和异质信号强度等形态学检查结果是更好的预测因子<sup>[8]</sup>。在新辅助治疗后,由于放化疗会导致淋巴结形态改变并且放化疗后淋巴结的缩小会限制对此类形态特征的评估。因此,使用淋巴结短径评估恶性肿瘤残留的准确度优于形态学标准<sup>[16,44]</sup>。在新辅助放化疗后,推荐使用短径 5 mm 的截断值区分可疑和反应性直肠系膜淋巴结。然而,两者的大小存在重叠,在切除时,有高达 11.2% 的 <5 mm 的淋巴结内部含有恶性肿瘤细胞。此外,放射科医师应该注意新辅助治疗后淋巴结缩小并不一定提示恶性淋巴结,因为良性和恶性淋巴结均可以在新辅助治疗后缩小<sup>[45]</sup>。

对于侧方淋巴结,有研究结果显示:大小标准(短径>5 mm)用于识别新辅助治疗后的恶性淋巴结较为可靠<sup>[22,46]</sup>。新辅助治疗后 MRI 检查结果显示持续增大的短径>5 mm 的侧方淋巴结与残留的淋巴结转移显著相关,并且放化疗后 MRI 检查显示的侧方淋巴结大小是淋巴结转移的独立预测因素<sup>[46]</sup>。此外,侧方淋巴结联盟进行的研究结果显示:在新辅助放化疗后,若原基线时可疑的髂内淋巴结短径( $\geq 7$  mm)仍>4 mm,患者的 5 年局部复发率为 52.3%,若闭孔部位可疑淋巴结短径仍>6 mm,患者的 5 年侧方局部复发率为 17.8%。上述患者均可能从侧方淋巴结清扫术中获益<sup>[47]</sup>。但目前并无统一的判断标准,仍需进一步研究。

### (四)新辅助治疗后 MRF 评估

MRF 受累是局部肿瘤复发的关键因素之一,然而在新辅助放化疗后识别直肠系膜受累更具挑战性,其阳性预测值明显低于基线成像(42% 比 80%,  $P \leq 0.001$ )<sup>[48]</sup>。在基线 MRI 检查结果上,当肿瘤和 MRF 之间的最短距离 $\leq 1$  mm 时,认为 MRF 受累,但放化疗后原始肿瘤部位常会发生纤维化。因此,根据距离判断并不能准确反映病理学状态。此外,放化疗会导致 MRF 发生厚纤维化改变,很难排除其中是否存在残留的恶性肿瘤细胞。有研究结果显示:T2 加权成像和 DWI 联合预测新辅助放化

疗后 MRF 受累的阳性预测值为 82%~91%,显著高于单独进行 T2 加权成像(30%~45%),两者比较,差异有统计学意义( $P \leq 0.025$ )<sup>[49]</sup>。

笔者认为:若可以在新辅助治疗后准确识别 MRF 的状态,则可以对这类高危患者进行直肠系膜外切除术或多内脏切除术,在 MRF 浸润部位加强放疗等更积极的治疗。但目前 MRI 检查在评估放化疗后 MRF 的研究样本量有限,结果并不令人满意。

### (五)新辅助治疗后 EMVI 评估

新辅助放化疗后,EMVI 可通过组织病理学或 MRI 检查结果进行评估。当在壁外静脉结构内的肿瘤成分上检测到轻微或<25% 的纤维化改变时,组织病理学 EMVI 被定义为阳性<sup>[50-51]</sup>。Kim 等<sup>[52]</sup>的 1 项荟萃分析结果显示:使用组织病理学作为参考标准,MRI 检查结果提示结直肠癌 EMVI 的集合灵敏度为 61%,特异度为 87%。有研究结果显示:使用高分辨率 T2 加权成像检测到 EMVI 的准确度呈中高等,但灵敏度变化范围很大,新辅助治疗后再分期的结果较初次分期结果差<sup>[53]</sup>。由于 EMVI 在直肠癌新辅助放化疗后可以被纤维组织取代甚至消失。因此,其在直肠癌再分期诊断中的重要性仍不清楚。

### 三、结语

MRI 检查是直肠癌的首选影像学检查方法,常被用于评估与直肠癌治疗及预后相关的重要因素<sup>[3-4]</sup>。其价值之一是用于初始直肠癌治疗方法的分流,即是否需要新辅助放化疗,但由于可能的 T3 期和 N 分期评估过度使部分患者过度接受新辅助放化疗;价值之二是新辅助治疗后免于根治性手术患者及局部切除手术的患者,即是否 T0~2 期再分期患者临床检出需求更高。但由于新辅助治疗后纤维化的干扰,T 分期再分期的诊断更困难,MRI 检查误区更多,仅使用 MRI 检查对病理学完全缓解的视觉评估具有很大挑战性<sup>[5]</sup>。近年来,影像组学通过从图像中提取大量定量特征提供非视觉信息,在非侵入性预测局部晚期直肠癌患者新辅助放化疗后的治疗反应方面得到广泛关注<sup>[54]</sup>。部分研究使用基于放化疗前后 T2 加权成像或多参数序列的影像组学模型展示了潜在的结果<sup>[55-60]</sup>。笔者前期的研究结果也显示:基于 MRI 检查的影像组学模型在诊断局部晚期直肠癌患者新辅助放化疗后病理学完全反应面的性能优于放射科医师对放化疗后 MRI 检

查的定性评估<sup>[59,61]</sup>。虽然研究结果非常可喜,但要注意的研究中所使用的关键特征实际上并不可见。笔者认为:基于人工智能的影像诊疗模型在临床实践中的普遍性和适用性仍然有限,需要前瞻性、多中心和标准化研究进一步验证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249. DOI: 10.3322/caac.21660.
- [2] Sauer R, Becker H, Hohenberger W, et al. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer[J]. N Engl J Med, 2004, 351(17): 1731-1740. DOI: 10.1056/NEJMoa040694.
- [3] Wood DE, Kazerooni EA, Baum SL, et al. Lung cancer screening, version 3.2018, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2018, 16(4): 412-441. DOI: 10.6004/jnccn.2018.0020.
- [4] Beets-Tan R, Lambregts D, Maas M, et al. Correction to: magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting[J]. Eur Radiol, 2018, 28(6): 2711. DOI: 10.1007/s00330-017-5204-2.
- [5] Glynne-Jones R, Wyrwicz L, Tiret E, et al. Rectal cancer: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up[J]. Ann Oncol, 2017, 28(suppl\_4): iv22-iv40. DOI: 10.1093/annonc/mdx224.
- [6] Beets-Tan RG, Beets GL, Vliegen RF, et al. Accuracy of magnetic resonance imaging in prediction of tumour-free resection margin in rectal cancer surgery[J]. Lancet, 2001, 357(9255): 497-504. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04040-X.
- [7] Taylor FG, Swift RI, Blomqvist L, et al. A systematic approach to the interpretation of preoperative staging MRI for rectal cancer[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 191(6): 1827-1835. DOI: 10.2214/AJR.08.1004.
- [8] Brown G, Richards CJ, Bourne MW, et al. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison[J]. Radiology, 2003, 227(2): 371-377. DOI: 10.1148/radiol.2272011747.
- [9] Kim JH, Beets GL, Kim MJ, et al. High-resolution MR imaging for nodal staging in rectal cancer: are there any criteria in addition to the size? [J]. Eur J Radiol, 2004, 52(1): 78-83. DOI: 10.1016/j.ejrad.2003.12.005.
- [10] Mizukami Y, Ueda S, Mizumoto A, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detecting lymph node metastasis of rectal cancer[J]. World J Surg, 2011, 35(4): 895-899. DOI: 10.1007/s00268-011-0986-X.
- [11] Schurink NW, Lambregts D, Beets-Tan R. Diffusion-weighted imaging in rectal cancer: current applications and future perspectives[J]. Br J Radiol, 2019, 92(1096): 20180655. DOI: 10.1259/bjr.20180655.
- [12] Weissleder R, Elizondo G, Wittenberg J, et al. Ultrasmall superparamagnetic iron oxide: an intravenous contrast agent for assessing lymph nodes with MR imaging[J]. Radiology, 1990, 175(2): 494-498. DOI: 10.1148/radiology.175.2.2326475.
- [13] Wu L, Cao Y, Liao C, et al. Diagnostic performance of USPIO-enhanced MRI for lymph-node metastases in different body regions: a meta-analysis[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(2): 582-589. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.11.027.
- [14] Koh DM, Brown G, Temple L, et al. Rectal cancer: mesorectal lymph nodes at MR imaging with USPIO versus histopathologic findings—initial observations[J]. Radiology, 2004, 231(1): 91-99. DOI: 10.1148/radiol.2311030142.
- [15] Lahaye MJ, Engelen SM, Kessels AG, et al. USPIO-enhanced MR imaging for nodal staging in patients with primary rectal cancer: predictive criteria[J]. Radiology, 2008, 246(3): 804-811. DOI: 10.1148/radiol.2463070221.
- [16] Lahaye MJ, Beets GL, Engelen SM, et al. Locally advanced rectal cancer: MR imaging for restaging after neoadjuvant radiation therapy with concomitant chemotherapy. Part II. What are the criteria to predict involved lymph nodes? [J]. Radiology, 2009, 252(1): 81-91. DOI: 10.1148/radiol.2521081364.
- [17] Choi SH, Moon WK. Contrast-enhanced MR imaging of lymph nodes in cancer patients[J]. Korean J Radiol, 2010, 11(4): 383-394. DOI: 10.3348/kjr.2010.11.4.383.
- [18] Lu YY, Chen JH, Ding HJ, et al. A systematic review and meta-analysis of pretherapeutic lymph node staging of colorectal cancer by 18F-FDG PET or PET/CT[J]. Nucl Med Commun, 2012, 33(11): 1127-1133. DOI: 10.1097/MNM.0b013e328357b2d9.
- [19] Lee DH, Lee JM. Whole-body PET/MRI for colorectal cancer staging: is it the way forward? [J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(1): 21-35. DOI: 10.1002/jmri.25337.
- [20] Crimi F, Vallengia S, Baffoni L, et al. [18F]FDG PET/MRI in rectal cancer[J]. Ann Nucl Med, 2021, 35(3): 281-290. DOI: 10.1007/s12149-021-01580-0.
- [21] Steup WH, Moriya Y, van de Velde CJ. Patterns of lymphatic spread in rectal cancer. A topographical analysis on lymph node metastases[J]. Eur J Cancer, 2002, 38(7): 911-918. DOI: 10.1016/S0959-8049(02)00046-1.
- [22] Akiyoshi T, Ueno M, Matsueda K, et al. Selective lateral pelvic lymph node dissection in patients with advanced low rectal cancer treated with preoperative chemoradiotherapy based on pretreatment imaging[J]. Ann Surg Oncol, 2014, 21(1): 189-196. DOI: 10.1245/s10434-013-3216-y.
- [23] Ogura A, Konishi T, Cunningham C, et al. Neoadjuvant (chemo) radiotherapy with total mesorectal excision only is not sufficient to prevent lateral local recurrence in enlarged nodes: results of the multicenter lateral node study of patients with low cT3/4 rectal cancer[J]. J Clin Oncol, 2019, 37(1): 33-43. DOI: 10.1200/JCO.18.00032.
- [24] Birbeck KF, Macklin CP, Tiffin NJ, et al. Rates of circumferential resection margin involvement vary between surgeons and predict outcomes in rectal cancer surgery[J]. Ann Surg, 2002, 235(4): 449-457. DOI: 10.1097/0000658-200204000-00001.
- [25] Kim SH, Lee JM, Park HS, et al. Accuracy of MRI for predicting the circumferential resection margin, mesorectal fascia invasion, and tumor response to neoadjuvant chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(5): 1093-1101. DOI: 10.1002/jmri.21742.
- [26] Brown G, Radcliffe AG, Newcombe RG, et al. Preoperative



- assessment of prognostic factors in rectal cancer using high-resolution magnetic resonance imaging[J]. *Br J Surg*, 2003,90(3):355-364. DOI:10.1002/bjs.4034.
- [27] Ma B, Gao P, Wang H, et al. What has preoperative radio (chemo)therapy brought to localized rectal cancer patients in terms of perioperative and long-term outcomes over the past decades? A systematic review and meta-analysis based on 41,121 patients[J]. *Int J Cancer*, 2017,141(5):1052-1065. DOI:10.1002/ijc.30805.
- [28] García-Aguilar J, Hernandez de Anda E, Sirivongs P, et al. A pathologic complete response to preoperative chemoradiation is associated with lower local recurrence and improved survival in rectal cancer patients treated by mesorectal excision[J]. *Dis Colon Rectum*, 2003,46(3):298-304. DOI: 10.1007/s10350-004-6545-x.
- [29] Glynn-Jones R. Rectal cancer—the times they are a-changing [J]. *Lancet Oncol*, 2012,13(7):651-653. DOI:10.1016/S1470-2045(12)70214-0.
- [30] Maas M, Beets-Tan RG, Lambregts DM, et al. Wait-and-see policy for clinical complete responders after chemoradiation for rectal cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2011,29(35):4633-4640. DOI:10.1200/JCO.2011.37.7176.
- [31] Renehan AG, Malcomson L, Emsley R, et al. Watch-and-wait approach versus surgical resection after chemoradiotherapy for patients with rectal cancer (the OnCoRe project): a propensity-score matched cohort analysis[J]. *Lancet Oncol*, 2016, 17(2):174-183. DOI:10.1016/S1470-2045(15)00467-2.
- [32] Yu G, Lu W, Jiao Z, et al. A meta-analysis of the watch-and-wait strategy versus total mesorectal excision for rectal cancer exhibiting complete clinical response after neoadjuvant chemoradiotherapy[J]. *World J Surg Oncol*, 2021,19 (1):305. DOI:10.1186/s12957-021-02415-y.
- [33] Fernandes MC, Gollub MJ, Brown G. The importance of MRI for rectal cancer evaluation[J]. *Surg Oncol*, 2022,43:101739. DOI:10.1016/j.suronc.2022.101739.
- [34] Lambregts DM, Rao SX, Sassen S, et al. MRI and diffusion-weighted MRI volumetry for identification of complete tumor responders after preoperative chemoradiotherapy in patients with rectal cancer: a bi-institutional validation study[J]. *Ann Surg*, 2015,262(6):1034-1039. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000909.
- [35] Awiwi MO, Kaur H, Ernst R, et al. Restaging MRI of rectal adenocarcinoma after neoadjuvant chemoradiotherapy: imaging findings and potential pitfalls[J]. *Radiographics*, 2023,43(4):e220135. DOI:10.1148/rg.220135.
- [36] Santiago I, Rodrigues B, Barata M, et al. Re-staging and follow-up of rectal cancer patients with MR imaging when "Watch-and-Wait" is an option: a practical guide[J]. *Insights Imaging*, 2021,12(1):114. DOI:10.1186/s13244-021-01055-w.
- [37] Jang KM, Kim SH, Choi D, et al. Pathological correlation with diffusion restriction on diffusion-weighted imaging in patients with pathological complete response after neoadjuvant chemoradiation therapy for locally advanced rectal cancer: preliminary results[J]. *Br J Radiol*, 2012,85(1017): e566-e572. DOI:10.1259/bjr/24557556.
- [38] Maas M, Lambregts DM, Nelemans PJ, et al. Assessment of clinical complete response after chemoradiation for rectal cancer with digital rectal examination, endoscopy, and MRI: selection for organ-saving treatment[J]. *Ann Surg Oncol*, 2015,22(12):3873-3880. DOI:10.1245/s10434-015-4687-9.
- [39] Gollub MJ, Das JP, Bates D, et al. Rectal cancer with complete endoscopic response after neoadjuvant therapy: what is the meaning of a positive MRI? [J]. *Eur Radiol*, 2021,31 (7):4731-4738. DOI:10.1007/s00330-020-07657-0.
- [40] van der Paardt MP, Zagers MB, Beets-Tan RG, et al. Patients who undergo preoperative chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer restaged by using diagnostic MR imaging: a systematic review and meta-analysis[J]. *Radiology*, 2013,269(1):101-112. DOI:10.1148/radiol.13122833.
- [41] Lu QY, Guan Z, Zhang XY, et al. Contrast-enhanced MRI for T restaging of locally advanced rectal cancer following neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy[J]. *Radiology*, 2022,305(2):364-372. DOI:10.1148/radiol.212905.
- [42] Gollub MJ, Arya S, Beets-Tan RG, et al. Use of magnetic resonance imaging in rectal cancer patients: society of abdominal radiology (SAR) rectal cancer disease-focused panel (DFP) recommendations 2017[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2018, 43(11):2893-2902. DOI:10.1007/s00261-018-1642-9.
- [43] Kim JG, Song KD, Kim SH, et al. Diagnostic performance of MRI for prediction of candidates for local excision of rectal cancer (ypT0-1N0) after neoadjuvant chemoradiation therapy[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2016,44(2):471-477. DOI:10.1002/jmri.25165.
- [44] Perez RO, Pereira DD, Proscurshim I, et al. Lymph node size in rectal cancer following neoadjuvant chemoradiation—can we rely on radiologic nodal staging after chemoradiation? [J]. *Dis Colon Rectum*, 2009,52(7):1278-1284. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3181a0af4b.
- [45] Koh DM, Chau I, Tait D, et al. Evaluating mesorectal lymph nodes in rectal cancer before and after neoadjuvant chemoradiation using thin-section T2-weighted magnetic resonance imaging[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2008,71 (2):456-461. DOI:10.1016/j.ijrobp.2007.10.016.
- [46] 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.
- [47] Ogura A, Konishi T, Beets GL, et al. Lateral nodal features on restaging magnetic resonance imaging associated with lateral local recurrence in low rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy or radiotherapy[J]. *JAMA Surg*, 2019, 154(9):e192172. DOI:10.1001/jamasurg.2019.2172.
- [48] Oberholzer K, Junginger T, Heintz A, et al. Rectal Cancer: MR imaging of the mesorectal fascia and effect of chemoradiation on assessment of tumor involvement[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2012,36(3):658-663. DOI:10.1002/jmri.23687.
- [49] Park MJ, Kim SH, Lee SJ, et al. Locally advanced rectal cancer: added value of diffusion-weighted MR imaging for predicting tumor clearance of the mesorectal fascia after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy[J]. *Radiology*, 2011,260(3):771-780. DOI:10.1148/radiol.11102135.
- [50] Lee ES, Kim MJ, Park SC, et al. Magnetic resonance imaging-detected extramural venous invasion in rectal cancer before and after preoperative chemoradiotherapy: diagnostic performance and prognostic significance[J]. *Eur Radiol*, 2018,28(2):496-505. DOI:10.1007/s00330-017-4978-6.
- [51] Chand M, Swift RI, Tekkis PP, et al. Extramural venous invasion is a potential imaging predictive biomarker of neoadjuvant treatment in rectal cancer[J]. *Br J Cancer*, 2014,110

- (1):19-25. DOI:10.1038/bjc.2013.603.
- [52] Kim TH, Woo S, Han S, et al. The diagnostic performance of mri for detection of extramural venous invasion in colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis of the literature[J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 213(3): 575-585. DOI:10.2214/AJR.19.21112.
- [53] Patel UB, Blomqvist LK, Taylor F, et al. MRI after treatment of locally advanced rectal cancer: how to report tumor response—the MERCURY experience[J]. AJR Am J Roentgenol, 2012, 199(4): W486-W495. DOI:10.2214/AJR.11.8210.
- [54] Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data[J]. Radiology, 2016, 278(2): 563-577. DOI:10.1148/radiol.2015151169.
- [55] Horvat N, Veeraraghavan H, Khan M, et al. MR imaging of rectal cancer: radiomics analysis to assess treatment response after neoadjuvant therapy[J]. Radiology, 2018, 287(3): 833-843. DOI:10.1148/radiol.2018172300.
- [56] Shaish H, Aukerman A, Vanguri R, et al. Radiomics of MRI for pretreatment prediction of pathologic complete response, tumor regression grade, and neoadjuvant rectal score in patients with locally advanced rectal cancer undergoing neoadjuvant chemoradiation: an international multicenter study[J]. Eur Radiol, 2020, 30(11): 6263-6273. DOI:10.1007/s00330-020-06968-6.
- [57] Cui Y, Yang X, Shi Z, et al. Radiomics analysis of multiparametric MRI for prediction of pathological complete response to neoadjuvant chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer[J]. Eur Radiol, 2019, 29(3): 1211-1220. DOI:10.1007/s00330-018-5683-9.
- [58] Zhou X, Yi Y, Liu Z, et al. Radiomics-based pretherapeutic prediction of non-response to neoadjuvant therapy in locally advanced rectal cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2019, 26(6): 1676-1684. DOI:10.1245/s10434-019-07300-3.
- [59] Shin J, Seo N, Baek SE, et al. MRI radiomics model predicts pathologic complete response of rectal cancer following chemoradiotherapy[J]. Radiology, 2022, 303(2): 351-358. DOI:10.1148/radiol.211986.
- [60] Liu Z, Zhang XY, Shi YJ, et al. Radiomics analysis for evaluation of pathological complete response to neoadjuvant chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer[J]. Clin Cancer Res, 2017, 23(23): 7253-7262. DOI:10.1158/1078-0432.CCR-17-1038.
- [61] Zhang XY, Wang L, Zhu HT, et al. Predicting rectal cancer response to neoadjuvant chemoradiotherapy using deep learning of diffusion kurtosis MRI[J]. Radiology, 2020, 296(1): 56-64. DOI:10.1148/radiol.2020190936.

读者·作者·编者

## 本刊 2024 年各期重点选题

精心策划选题,引领学术前沿一直是《中华消化外科杂志》秉承的办刊路线。本刊顺应融合发展,坚持行稳致远,践行专家办刊,拓展优质稿源,报道先进成果。经本刊编辑委员会讨论确定 2024 年各期重点选题。请作者根据每期重点选题提前 4~5 个月投稿,本刊将择优刊登。

电子邮箱: [digsurg@zhxhwk.com](mailto:digsurg@zhxhwk.com)门户网站: <http://www.zhxhwk.com>远 程 投 稿: <http://medpress.yiigle.com/>

微信公众号: 中华消化外科杂志

微信小程序: 消化菁英荟

第 1 期: 消化外科新进展

第 2 期: 肝癌诊疗新进展

第 3 期: 胃肿瘤规范治疗

第 4 期: 微创与智慧医学

第 5 期: 胰腺疾病

第 6 期: 结直肠肛门外科

第 7 期: 胆道疾病

第 8 期: 减重代谢外科

第 9 期: 疝与腹壁外科

第 10 期: 食管和食管胃结合部肿瘤

第 11 期: 外科感染与营养

第 12 期: 消化系统疾病



本刊网站



本刊微信



微信小程序



微信视频二维码

