

MRI 影像特征与肿瘤距离测量在直肠癌术前评估中的应用



章俊彪, 周寄文, 乔立超, 竺平, 杨柏霖

南京中医药大学附属医院? 科室(南京 210029)

【摘要】 目的 总结 MRI 检查在直肠癌术前评估中的应用。方法 结合文献, 阐述直肠癌的 MRI 影像分期, 壁外血管侵犯和环周切缘累及的 MRI 影像特征, 以及肿瘤远端边缘距肛管直肠环/肛缘的测量。结果 在 T2WI 序列图像中, T1 期表现为等信号肿瘤组织取代正常黏膜下层, 未侵及固有肌层; T2 期表现为固有肌层内见肿瘤信号, 但肿瘤没有侵及高信号的直肠系膜脂肪; T3 期表现为肿瘤突破固有肌层, 侵犯高信号的直肠系膜脂肪; T4 期表现为肿瘤侵犯邻近结构或器官。转移淋巴结表现为边界不规则, 在 T2WI 序列图像中呈混杂信号。在 T1WI 序列图像上, 直肠壁外血管内可见肿瘤信号, 并伴有血管不规则迂曲和扩张。在 T2WI 序列图像上, 存在转移淋巴结、壁外血管侵犯及残留肿瘤距低信号直肠系膜筋膜在 1 mm 以内者, 预示环周切缘阳性。在 T2WI 序列图像上, 高信号的黏膜下层与等信号肿瘤连接处为肿瘤远端边缘, 等信号耻骨直肠肌顶端为肛管直肠环的顶点, 等信号外括约肌皮下部的最低点为肛缘。结论 MRI 检查可为直肠癌的术前分期、肿瘤高度的测量及判断预后提供可靠的影像学信息, 有助于直肠癌的早期诊治。

【关键词】 直肠癌; MRI; 影像学诊断; 肿瘤测量; 综述

Value of MRI imaging features and tumor distance measurement in preoperative evaluation of rectal cancer

ZHANG Junbiao, ZHOU Jiwen, QIAO Lichao, ZHU Ping, YANG Bolin

University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210029, P. R. China

Corresponding author: YANG Bolin, Email: blyang1971@163.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the application of magnetic resonance imaging (MRI) in preoperative assessment of rectal cancer. **Methods** Combined with the literatures, the MRI features and measurements of rectal tumor staging, extramural vascular invasion, circumferential margin involvement, and the distance between distal margin of the tumor from the anorectal ring and the anal margin were described. **Results** On T2-weighted images (T2WI), T1 staging-tumors were those in which the normal submucosa was replaced by the iso-intensity of tumor tissue without invasion of muscularis propria; T2 staging-tumors were those with extension into the muscularis propria, but not invaded the high-intensity of mesorectal fat; T3 staging-tumors manifested as the rectal tumor penetrated into the muscularis propria and invaded the high-intensity of mesorectal fat; T4 staging-tumors manifested as the tumor invaded adjacent structures or organs. The metastatic lymph nodes were showed with irregular boundaries and mixed signals on T2WI. The tumor signals could be found in the extramural vascular on T1-weighted images (T1WI), accompanied by irregular distortion and expansion of the blood vessels. On T2WI, metastatic lymph nodes, extramural vascular invasion, and the distance between the residual tumor and the low-signal of mesorectal fascia was within 1 mm, indicated the positive circumferential margin. On T2WI, the distal margin of the tumor was located at the junction of hyperintense submucosa and iso-signal of tumor, the tip of the iso-signal puborectal muscle was the apex of the anorectal ring, and the lowest point of the iso-signal external sphincter was the anal margin. **Conclusion** MRI can provide reliable imaging information for

DOI: 10.7507/1007-9424.201805068

基金项目: 江苏省“十二五”中医药重点学科(项目编号: js1301); 江苏高校中医学优秀学科建设工程资助项目(项目编号: 035062002003); 江苏省中医消化病临床医学中心结直肠癌分中心(项目编号: BL2014100)

通信作者: 杨柏霖, Email: blyang1971@163.com

preoperative staging, height measurement, and prognosis of rectal cancer, and it is helpful for early diagnosis and treatment of rectal cancer.

【Keywords】 rectal cancer; magnetic resonance imaging; imaging diagnosis; tumor measurement; review

直肠癌是发生于距肛缘约 15 cm 肠道内的肿瘤,是癌症相关死亡的主要原因之一^[1]。直肠系膜周围存在转移性淋巴结、环周切缘阳性、壁外血管侵犯及肿瘤靠近肛缘是直肠癌局部复发的高危因素^[2-3]。准确的术前评估可指导制定恰当的治疗方案、判断预后并降低术后局部复发率。直肠腔内超声(endorectal ultrasonography, ERUS)、电子计算机断层扫描(computerized tomography, CT)及 MRI 检查是目前直肠癌术前分期的主要方法。ERUS 对术前 T 分期和 N 分期的准确性高,但对诊断晚期巨大肿瘤的精确度较低^[4]。CT 由于软组织分辨率低,不能很好地显示肠壁结构,不适合用于判断 T 分期,但结合正电子发射断层显像(positron emission tomography, PET)检查可用于筛查远处转移^[5]。高分辨率 MRI 检查因具备良好的软组织对比度,以及多功能和多平面成像能力,被推荐为直肠癌术前分期的标准成像方式^[6]。现笔者基于直肠癌的 MRI 影像特征,对直肠癌的分期、壁外血管侵犯、环周切缘累及和肿瘤高度的测量进行综述。

1 直肠癌的 MRI 影像特征

MRI 能很好地呈示肿瘤的类型、位置、大小、侵犯肠壁的深度及与直肠系膜筋膜的关系,判断是否存在壁外血管侵犯和淋巴结转移。在 T2WI 图像上,直肠腺癌表现为向肠腔内生长的等信号占位性病变(图 1a);在 T2 加权压脂(T2WI-FS)图像上,黏液腺癌因黏蛋白而呈高信号(图 1b)。转移淋巴结通常显示为非均质等信号,而黏液腺癌的转移淋巴结呈高信号。对术前评估为 T1~T3 期的肿瘤患者,可考虑行根治性手术,而对不能行根治术的 T3 或 T4 期肿瘤,累及环周切缘及存在淋巴结转移的患者应考虑行术前新辅助化疗。

1.1 直肠癌的 MRI 分期

1.1.1 T 分期 T 分期是基于原发肿瘤对直肠壁及周围组织浸润深度的分期方式。在 T2WI 序列,直肠壁黏膜层呈低信号,黏膜下层为高信号,外侧的固有肌层呈低信号;因直肠腔内气体与低信号黏膜层难以分辨,直肠壁通常显示为内侧高信号的黏膜下层和外侧低信号的固有肌层(图 1c 和图 1d)。肿瘤不同的累及深度在 MRI 图像上表现各异。T1 期表现为等信号肿瘤组织侵犯黏膜下层,但未侵及

固有肌层(图 1e);T2 期为固有肌层内见不规则等信号肿瘤组织,但肿瘤没有延伸到高信号的直肠系膜脂肪(图 1f);T3 期表现为等信号肿瘤组织突破固有肌层,侵犯高信号的直肠系膜脂肪(图 1g)。依据肿瘤侵入直肠系膜与固有肌层的垂直距离可将 T3 期分为:T3a 期 $<1\text{ mm}$, $1\text{ mm}\leq\text{T3b 期}\leq 5\text{ mm}$, $5\text{ mm}<\text{T3c 期}\leq 15\text{ mm}$, $\text{T3d 期}>15\text{ mm}$ ^[7]。肿瘤侵犯直肠系膜 $>5\text{ mm}$ 患者的预后差,复发率高^[8]。T4 期表现为等信号的肿瘤组织侵犯脏层腹膜(T4a 期)或邻近结构/器官(T4b 期),见图 1h。Zheng 等^[9]的研究显示,与病理分期相比,MRI 对 T 分期的总精度为 76.0%。Algebally 等^[10]的研究表明,基于 MRI 影像 T 分期的准确度、灵敏度、特异度、阳性预测值以及阴性预测值分别为 92.8%、88.8%、96.5%、96% 和 90.3%。有研究^[11]显示,MRI 检查判断直肠癌 T1~2、T3 及 T4 期的灵敏度分别为 83.3%、83.3% 和 81.0%。Nerad 等^[12]认为,MRI 检查评估 T3 期和 T4 期肿瘤的灵敏度和特异性分别为 72%~91% 和 84%~89%。对 T3c/d 期的直肠癌患者可考虑术前放疗^[13]。

1.1.2 N 分期 淋巴结转移是直肠癌患者预后不良的危险因素之一。Arya 等^[14]认为,T2WI 图像呈混杂信号及边界不规则是判断淋巴结转移的 2 个标准(图 1i 和图 1j)。Al-Sukhni 等^[15]建议,淋巴结直径 $\geq 8\text{ mm}$ 时应考虑淋巴结转移。不同的成像方法对评估局部淋巴结转移的灵敏度和特异度不同。Gröne 等^[16]的研究表明,MRI 检查对淋巴结转移与无淋巴结转移的检出率分别为 92% 和 97%。Balyasnikova 等^[17]的研究显示,基于 MRI 检查预测淋巴结状态的准确度、阳性预测值和阴性预测值分别为 84%、71% 和 90%。弥散加权成像评估淋巴结受累的灵敏度和特异度分别为 67%~78% 和 60%~67%^[18]。PET/CT 检查检测区域淋巴结转移的精确度为 63%~70%,结合高分辨率 MRI 检查可使精确度提高到 90%^[19]。

1.2 壁外血管侵犯

壁外血管侵犯是影响患者预后的另一个重要因素^[20]。壁外血管侵犯系指肠管固有肌层外的血管出现肿瘤浸润,其内流空信号被肿瘤组织信号所代替^[21]。在 T1WI 序列,直肠壁外血管内可见等信号肿瘤组织,并伴有血管不规则迂曲及扩张(图 1k)。

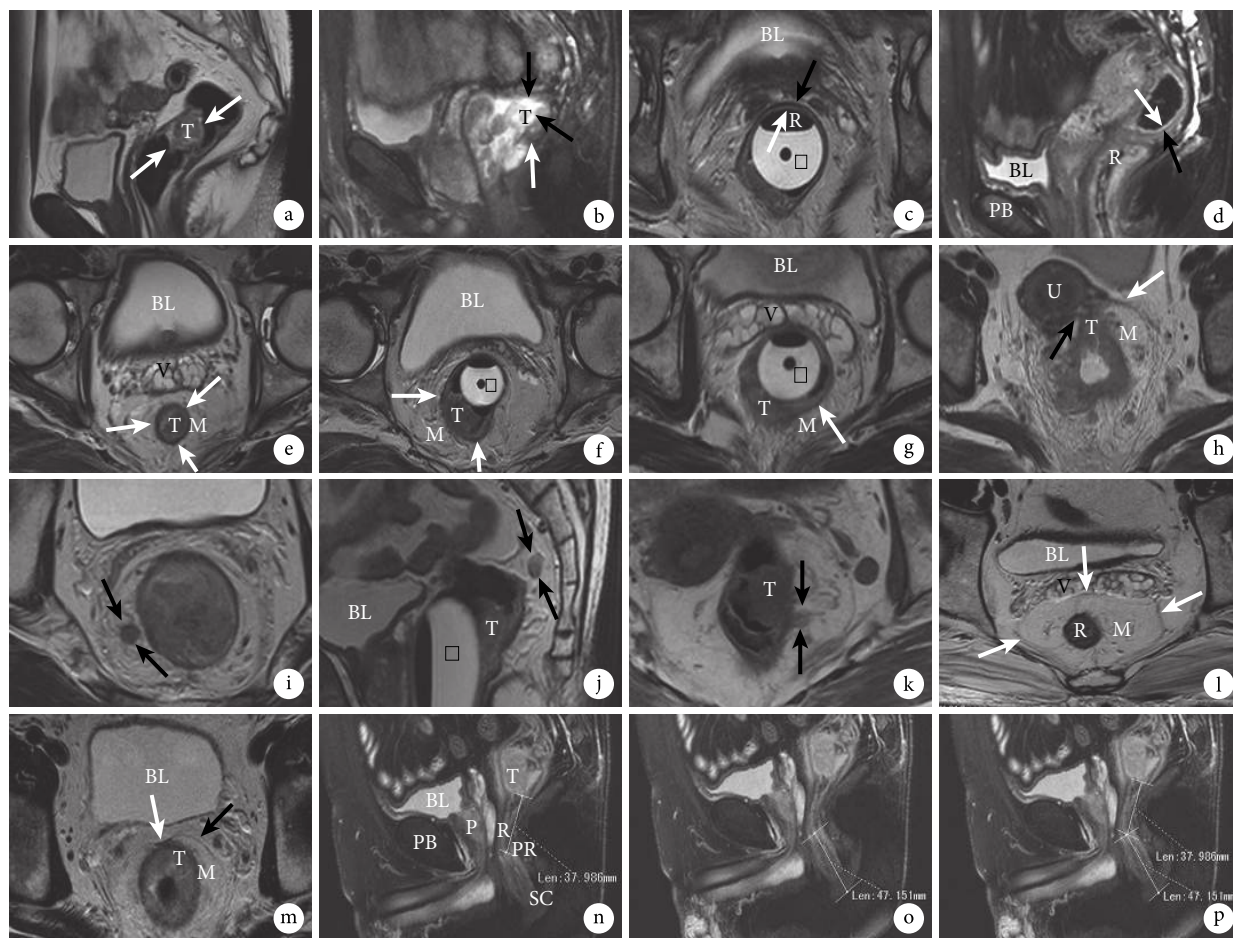


图 1 示直肠癌的 MRI 影像特征

a: T2WI 矢状位图像示直肠腺癌向肠腔内生长, 肿瘤组织呈高信号(白箭); b: T2WI-FS 矢状位图像示黏液腺癌呈高信号(黑箭), 伴部分直肠腺癌成分, 呈等信号(白箭); c: T2WI 横截面图像示直肠壁的正常结构, 包括内侧高信号的黏膜下层(白箭)和外侧低信号的固有肌层(黑箭); d: T2WI-FS 矢状位图像显示的直肠壁的正常结构, 包括内侧高信号的黏膜下层(白箭)和外侧低信号的固有肌层(黑箭); e: T2WI 横截面图像示肿瘤侵及黏膜下层, 低信号固有肌层未侵及, 完整性良好(白箭); f: T2WI 横截面图像示肿瘤侵及固有肌层, 直肠系膜脂肪未见明显等信号肿瘤组织, 白箭指示正常固有肌层; g: T2WI 横截面图像示肿瘤突破固有肌层(白箭), 侵犯直肠系膜脂肪; h: T2WI 横截面图像示肿瘤侵及子宫壁, 等信号肿瘤组织越过直肠系膜筋膜(白箭)与子宫壁相连(黑箭); i: T2WI 横截面图像示淋巴结累及, 呈不规则边界和混杂信号(黑箭); j: T2WI 矢状位图像示淋巴结累及, 呈不规则边界和混杂信号(黑箭); k: T1WI 横截面图像示不规则壁外血管扩张, 伴等信号肿瘤影(黑箭); l: T2WI 横截面图像示直肠系膜和直肠系膜筋膜, 高信号的直肠系膜脂肪被一层低信号束带(白箭指示直肠系膜筋膜)包绕; m: T2WI 横截面图像示肿瘤最外层边界累及直肠系膜筋膜(白箭), 正常直肠系膜筋膜(黑箭); n: T2WI-FS 矢状位图像示肿瘤远端边缘至肛管直肠环的距离为 3.8 cm; o: T2WI-FS 矢状位图像示肛管直肠环至肛缘的距离为 4.7 cm; p: T2WI-FS 矢状位图像示肿瘤远端边缘至肛缘的距离为 8.5 cm; □: 水囊; T: 肿瘤; BL: 膀胱; R: 直肠; PB: 耻骨; 口: 水囊; V: 精囊; M: 直肠系膜脂肪; U: 子宫; P: 前列腺; PR: 耻骨直肠肌; SC: 外括约肌皮下部

Kim 等^[22]的研究显示, MRI 检查诊断壁外血管侵犯的特异度和阳性预测值分别为 94.59% 和 89.47%。Sun 等^[23]的研究表明, 基于 MRI 检查判断壁外血管的累及状态是 T3 期直肠癌患者行新辅助治疗的重要参考之一。Hunter 等^[24]的研究发现, 当患者出现壁外血管浸润时, 同步转移性疾病发生率为 20.7%。因此, 当出现壁外血管侵犯时, 需注意筛查是否存在远处转移。

1.3 环周切缘

环周切缘阳性与患者行直肠全系膜切除术 (total mesorectal excision, TME) 后局部复发密切相

关。潜在环周切缘阳性表现为转移淋巴结和肿瘤最外层边界与直肠系膜筋膜的间距 $< 1 \text{ mm}$ ^[25]。在 T2WI 序列上, 直肠系膜筋膜为包绕高信号直肠系膜脂肪的低信号线性结构 (图 11)。当 MRI 图像显示转移淋巴结、壁外血管侵犯、残留肿瘤或卫星灶距直肠系膜筋膜在 1 mm 以内者行 TME 时, 往往预示环周切缘阳性 (图 1m)。Iannicelli 等^[26]的研究表明, MRI 检查诊断环周切缘的灵敏度、特异度、准确性、阳性预测值和阴性预测值的精确度分别为 89.5%、96.3%、94.5%、89.5% 和 96.3%。Simpson 等^[27]的研究显示, MRI 检查评估环周切缘阳性的准确率

为 93.6%。有研究^[28]显示, 基于 MRI 检查测量肿瘤与直肠系膜筋膜的距离>1 mm 时, 阴性切缘率可达 91%。Taylor 等^[25]的研究表明, 术前 MRI 检查示环周切缘阳性的患者的局部复发风险明显增加, 无瘤生存率降低。在临床实践中, 对环周切缘阳性者, 即使行标准的 TME 手术, 仍可能存在较高的局部复发率, 此时应考虑行术前放疗。

2 测量肿瘤高度在直肠癌术前评估中的价值

是否行保肛手术对于患者而言意义重大。术前恰当地评估肿瘤分期并准确测量肿瘤的高度是制定手术方案的重要参考。如果测量不够精确, 对可行保肛术而未保肛者, 术后造口会严重影响患者的生活质量。关于直肠肿瘤高度的测量, 一直以来主要是通过结肠镜和直肠指检确定。结肠镜对肿瘤高度的评估主要是测量肿瘤远端至肛缘的距离, 患者对肠镜检查的耐受程度可影响肿瘤高度的测量。Piscatelli 等^[29]的研究认为, 肠镜对肿瘤高度测量的准确性仅为 79%。直肠指检是一种简单、方便、快捷的检查手段, 但检查中易受患者性别、体位及检查者经验的影响。Thumbe 等^[30]的研究显示, 直肠指检对中、低位肿瘤高度测量的准确性分别为 48.3% 和 64%。MRI 检查作为一种非侵入性的检查技术, 在检查过程中不会损伤肠道, 也不易产生不适感而导致检查不耐受; 并且, MRI 检查对软组织的分辨率高, 能很好地呈现肿瘤与周围组织的解剖关系, 测量时可以利用肛门直肠周围肌肉作为参考标志, 使得测量结果极少受患者个体化情况的干扰。因此, MRI 检查对于术前肿瘤高度的评估有显著优势。

2.1 参考标志

已知测量方法中, 可供选择的参考标志包括肛缘、齿线和肛管直肠环。美国国家癌症研究所共识小组推荐使用“肛缘”(肛管的外边界)作为测量距离的起点^[31]。2012 年欧洲胃肠道和腹部放射学会共识会议推荐使用肛管直肠环作为测量肿瘤高度的解剖标志, 因其在 MRI 图像上易被识别, 且不受身高、体质量、体质量指数或肛管长度的影响^[32]。对低位肿瘤患者, Gollub 等^[33]建议以齿线作为标志, 因齿线是直肠允许切除的最大限度。在正常解剖状态下, 肛门外括约肌皮下部是环绕肛管下部的环形肌束, 位于内括约肌外下方, 毗邻肛缘。肛瓣与直肠柱基部在肛管直肠交界处形成齿线。肛门外括约肌浅、深部环绕联合纵肌和肛门内括约肌, 与耻骨直肠肌共同组成肛管直肠环。在 T2WI 序列

矢状位图像中, 肛门外括约肌皮下部和耻骨直肠肌均显示为等信号, 在应用 MRI 检查测量直肠肿瘤高度时可将耻骨直肠肌顶端作为肛管直肠环的顶点, 将外括约肌皮下部最低点视为肛缘。由于 MRI 检查不能清晰显示齿线, 一般不以齿线作为参考标志。

2.2 肿瘤高度测量

通常将肛缘的高度定义为 0 cm, 高信号的黏膜下层与等信号肿瘤连接处为肿瘤远端边缘。沿肿瘤远端边缘做第 1 条切线, 肛管直肠环平面做第 2 条切线, 使得 2 条切线平行, 记录 2 条切线间的垂直距离, 即肿瘤远端边缘至肛管直肠环的距离(图 1n); 沿肛门外括约肌皮下部做 3 条切线, 在肛管直肠环平面做一切线, 使 2 条切线平行, 记录 2 条切线间的垂直距离, 即肛管直肠环至肛缘的距离(图 1o); 肿瘤远端距肛缘的距离为 2 个测量值之和(图 1p)。Keller 等^[34]通过对 50 例直肠癌患者行 MRI 检查测量显示, 术前测量肿瘤远端边缘距肛管直肠环的平均距离为 2.9 cm, 距肛缘的平均距离为 6.13 cm。Sato 等^[35]的研究显示, 对选择保肛术(sphincter-preserving resection, SPR)还是腹会阴联合切除术(abdominoperineal resection, APR), 基于 MRI 检查测量肿瘤远端边缘的距离有近 1 cm 的低估。SPR 和 APR 是直肠癌外科治疗的常用术式, 但永久性造口对患者的生活和心理而言是巨大挑战。直肠肿瘤远端距肛管直肠环<2 cm 或距肛缘<5 cm 者可选择 APR 治疗^[36]。对要求行 SPR 者, 直肠肿瘤的准确定位对治疗方案的制定至关重要。关于 SPR 的术前评估, 除了肿瘤距离, 我们还需考虑性别、肿瘤分期、环周切缘、健康状况等^[37]。

3 小结

术前影像学评估对直肠癌的诊治十分必要, 高分辨率 MRI 检查可为术前分期、肿瘤高度测量及判断预后提供可靠的影像学信息。在 MRI 图像上行直肠肿瘤高度测量时, 准确定义肿瘤的远端边缘、肛管直肠环和肛缘对精确测量意义重大。高信号的黏膜下层与等信号肿瘤连接处、等信号的肛门外括约肌皮下部和耻骨直肠肌可作为测量的重要参考标志。准确的术前综合评估有助于为直肠癌患者制定合适的治疗方案, 且多学科间的协作能使患者获益。

参考文献

- 1 Kang H, O'Connell JB, Leonardi MJ, et al. Rare tumors of the colon and rectum: a national review. *Int J Colorectal Dis*, 2007, 22(2): 183-189.

- 2 Jhaveri KS, Hosseini-Nik H. MRI of Rectal Cancer: An Overview and Update on Recent Advances. *AJR Am J Roentgenol*, 2015, 205(1): W42-W55.
- 3 Bauer F. The importance of preoperative staging of rectal cancer using ultrparametric MRI part II : TNM cancer staging. *Chirurgia (Bucur)*, 2016, 111(6): 463-475.
- 4 徐伟, 韦建宝. 影像学技术在直肠癌术前分期中的应用比较. *世界最新医学信息文摘*, 2015, 15(18): 41-43.
- 5 Ozis SE, Soydal C, Akyol C, *et al*. The role of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in the primary staging of rectal cancer. *World J Surg Oncol*, 2014, 12: 26.
- 6 Tapan U, Ozbayrak M, Tatlı S. MRI in local staging of rectal cancer: an update. *Diagn Interv Radiol*, 2014, 20(5): 390-398.
- 7 Nougaret S, Reinhold C, Mikhael HW, *et al*. The use of MR imaging in treatment planning for patients with rectal carcinoma: have you checked the "DISTANCE"? *Radiology*, 2013, 268(2): 330-344.
- 8 Bhoday J, Balyasnikova S, Wale A, *et al*. How should imaging direct/orient management of rectal cancer? *Clin Colon Rectal Surg*, 2017, 30(5): 297-312.
- 9 Zheng N, Li YY, Cao YC, *et al*. Evaluation of magnetic resonance imaging in staging of rectal cancer and its relationship with P16 expression. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2018, 22(12): 3755-3762.
- 10 Algebally AM, Mohey N, Szmigielski W, *et al*. The value of high-resolution MRI technique in patients with rectal carcinoma: pre-operative assessment of mesorectal fascia involvement, circumferential resection margin and local staging. *Pol J Radiol*, 2015, 80: 115-121.
- 11 杨仁保, 李良, 张军, 等. CT 和 MRI 对直肠癌术前 T、N 分期的对比研究. *中国普外基础与临床杂志*, 2018, 25(4): 433-437.
- 12 Nerad E, Lambregts DM, Kersten EL, *et al*. MRI for local staging of colon cancer: Can MRI become the optimal staging modality for patients with colon cancer? *Dis Colon Rectum*, 2017, 60(4): 385-392.
- 13 Poon JT. Evolving standards in preoperative staging and treatment of rectal cancer. *Hong Kong Med J*, 2014, 20(5): 364-365.
- 14 Arya S, Das D, Engineer R, *et al*. Imaging in rectal cancer with emphasis on local staging with MRI. *Indian J Radiol Imaging*, 2015, 25(2): 148-161.
- 15 Al-Sukhni E, Milot M, Friutman M, *et al*. User's guide for the synoptic MRI report for rectal cancer. Cancer care ontario. Canadian Cancer Society. 2014-06-13. <https://www.cancercare.on.ca/common/pages/UserFile.aspx?fileId=133269>.
- 16 Gröne J, Loch FN, Taupitz M, *et al*. Accuracy of various lymph node staging criteria in rectal cancer with magnetic resonance imaging. *J Gastrointest Surg*, 2018, 22(1): 146-153.
- 17 Balyasnikova S, Read J, Wotherspoon A, *et al*. Diagnostic accuracy of high-resolution MRI as a method to predict potentially safe endoscopic and surgical planes in patients with early rectal cancer. *BMJ Open Gastroenterol*, 2017, 4(1): e000151.
- 18 Heijnen LA, Lambregts DM, Mondal D, *et al*. Diffusion-weighted MR imaging in primary rectal cancer staging demonstrates but does not characterise lymph nodes. *Eur Radiol*, 2013, 23(12): 3354-3360.
- 19 Kim DJ, Kim JH, Ryu YH, *et al*. Nodal staging of rectal cancer: high-resolution pelvic MRI versus ¹⁸F-FDG PET/CT. *J Comput Assist Tomogr*, 2011, 35(5): 531-534.
- 20 Bugg WG, Andreou AK, Biswas D, *et al*. The prognostic significance of MRI-detected extramural venous invasion in rectal carcinoma. *Clin Radiol*, 2014, 69(6): 619-623.
- 21 Costa-Silva L, Brown G. Magnetic resonance imaging of rectal cancer. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2013, 21(2): 385-408.
- 22 Kim YC, Kim JK, Kim MJ, *et al*. Feasibility of mesorectal vascular invasion in predicting early distant metastasis in patients with stage T3 rectal cancer based on rectal MRI. *Eur Radiol*, 2016, 26(2): 297-305.
- 23 Sun YQ, Li JW, Shen LJ, *et al*. Predictive value of MRI-detected extramural vascular invasion in stage T3 rectal cancer patients before neoadjuvant chemoradiation. *Diagn Interv Radiol*, 2018, 24(3): 128-134.
- 24 Hunter CJ, Garant A, Vuong T, *et al*. Adverse features on rectal MRI identify a high-risk group that may benefit from more intensive preoperative staging and treatment. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(4): 1199-1205.
- 25 Taylor FG, Quirke P, Heald RJ, *et al*. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J Clin Oncol*, 2014, 32(1): 34-43.
- 26 Iannicelli E, Di Renzo S, Ferri M, *et al*. Accuracy of high-resolution MRI with lumen distention in rectal cancer staging and circumferential margin involvement prediction. *Korean J Radiol*, 2014, 15(1): 37-44.
- 27 Simpson GS, Eardley N, McNicol F, *et al*. Circumferential resection margin (CRM) positivity after MRI assessment and adjuvant treatment in 189 patients undergoing rectal cancer resection. *Int J Colorectal Dis*, 2014, 29(5): 585-590.
- 28 Op de Beek B, Smeets P, Penninckx F, *et al*. Accuracy of pre-treatment locoregional rectal cancer staging in a national improvement project. *Acta Chir Belg*, 2017, 117(2): 104-109.
- 29 Piscatelli N, Hyman N, Osler T. Localizing colorectal cancer by colonoscopy. *Arch Surg*, 2005, 140(10): 932-935.
- 30 Thumbe V, Iqbal M, Bhalerao S. Accuracy of digital rectal examination in the estimation of height of rectal lesions. *Tech Coloproctol*, 2007, 11(2): 111-113.
- 31 National Cancer Institute and the National Institutes of Health. Rectal cancer treatment (PDQ®). 2013-07-11. <http://www.cancer.gov/cancertopics/pdq/treatment/rectal/HealthProfessional/page1/AllPages>.
- 32 Beets-Tan RG, Lambregts DM, Maas M, *et al*. Magnetic resonance imaging for the clinical management of rectal cancer patients: recommendations from the 2012 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur Radiol*, 2013, 23(9): 2522-2531.
- 33 Gollub MJ, Maas M, Weiser M, *et al*. Recognition of the anterior peritoneal reflection at rectal MRI. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200(1): 97-101.
- 34 Keller DS, Paspulati R, Kjellmo A, *et al*. MRI-defined height of rectal tumours. *Br J Surg*, 2014, 101(2): 127-132.
- 35 Sato S, Kato T, Tanaka JI. Defining the distal margin of rectal cancer for surgical planning. *J Gastrointest Oncol*, 2017, 8(1): 194-198.
- 36 Lichliter WE. Techniques in total mesorectal excision surgery. *Clin Colon Rectal Surg*, 2015, 28(1): 21-27.

37 Zhu HB, Wang L, Li ZY, *et al.* Sphincter-preserving surgery for low-middle rectal cancer: can we predict feasibility with high-resolution magnetic resonance imaging? [Medicine \(Baltimore\)](#),

2017, 96(29): e7418.

收稿日期: 2018-05-21 修回日期: 2018-09-06
本文编辑: 罗云梅