·腹部影像学·

T_2WI 三维可变翻转角快速自旋回波序列联合超清分段读出平面回波弥散加权成像技术直肠癌术前评估

邓保娣，蔡晓明，王秋霞，李震，胡军武，吴思思

【摘要】 **目的**：探讨 T_2WI 三维可变翻转角快速自旋回波序列（3D-SPACE）联合 RS-EPI DWI 成像技术在直肠癌术前评估中的临床应用。**方法**：连续搜集 2016 年 1 月－2017 年 2 月间临床疑似直肠癌并顺利完成 MRI 检查的 135 例患者资料，将术后病理结果证实为直肠癌的 42 位患者纳入本组研究，同时扫描 A 组：三方位高清 T_2WI 序列和 B 组：T_2WI3D-SPACE 联合超清分段读出平面回波弥散加权成像（RS-EPI DWI）序列组。两位阅片医师采用盲法对两组图像分别进行肿瘤淋巴结（TN）分期、环周切缘（CRM）评估以及肠壁外静脉受累（EMVI）评估。所得数据均在 19.0 版 SPSS 软件上进行统计学分析。**结果**：两位诊断医师的在 A、B 两组图像整体的 T 分期、N 分期、CRM 评估、EMVI 评估上均具有良好的一致性。两组图像与术后病理结果对照，A 组 T 分期、N 分期、CRM 评估和 EMVI 评估的准确率分别为 69.0%、59.5%、76.2%和 71.4%。B 组 T 分期、N 分期、CRM 评估和 EMVI 评估的准确率分别为 88.1%、66.7%、78.6%和 88.1%。A、B 两组间 4 项术前评估指标行卡方检验，在 T 分期上满足 $P<0.05$，差异具有显著性；在 N 分期、CRM 评估和 EMVI 评估上 P 值均>0.05，无显著性差异。**结论**：T_2WI 3D-SPACE 联合 RS-EPI DWI 序列组对比常规高清 T_2WI 序列，明显提升了直肠癌 T 分期的准确率，在 N 分期、CRM、EMVI 的评估方面准确率稍有提升。可常规用于直肠癌 MRI 术前评估 MRI 扫描。

【关键词】 成像，三维；磁共振成像；直肠肿瘤；术前评估

【中图分类号】R735.37；R445.2；R814；R318 【文献标识码】A

【文章编号】1000-0313(2018)10-1033-05

DOI：10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.10.011 开放科学（资源服务）标识码（OSID）：

Application of T_2WI 3D-SPACE combined with RS-EPI DWI imaging in preoperative evaluation of rectal cancer DENG Bao-di, CAI Xiao-ming, lI Zhen, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 **Objective**: To explore the clinical feasibility of T_2WI 3D-SPACE combined with RS-EPI DWI imaging in preoperative evaluation of rectal cancer. **Methods**: A total of consecutive 135 patients with suspected rectal cancer from January 2016 to February 2017 were collected. Forty-two patients with rectal cancer confirmed by postoperative pathology were included in this study. The scan protocol were Group A: three-dimensional high-definition T_2WI sequences and Group B: T_2WI 3D-SPACE (3D-sampling perfection with application optimized contrast using different flip angle evolutions) combined with ultra clear RS-EPI DWI (readout-segmented echo-planar diffusion weighted imaging) sequence. The two scoring physicians used the blind method to perform the TN staging, CRM evaluation and EMVI assessment of the two groups respectively. All data were analysed with SPSS 19.0. **Results**: The two diagnosticians had good agreement on T stage, N stage, CRM evaluation and EMVI assessment of Group A and B images. Two groups of images were compared with postoperative pathological findings. Group A: the accuracy of T staging was 69.0%, the accuracy of N staging was 59.5%, the accuracy of CRM evaluation was 76.2%, and the accuracy of EMVI was 71.4%. Group B:

作者单位：430030 武汉，华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科（邓保娣、王秋霞、李震、胡军武）；430022 武汉，华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科（蔡晓明）

作者简介：邓保娣（1989－），女，湖北荆州人，技师，主要从事 MR 新技术应用工作。

通讯作者：吴思思，E-mail：514868394@qq.com

基金项目：湖北省自然科学基金（2017CKB900）

the accuracy of T staging was 88.1%, the accuracy of N staging was 66.7%, the accuracy of CRM evaluation was 78.6%, and the accuracy of EMVI was 88.1%. There were significant differences between the T staging ($P>0.05$). There was no significant difference between the two groups in N staging、CRM evaluation and EMVI assessment ($P>0.05$). **Conclusion**: Compared with the conventional HD T_2WI sequence, the high resolution multimodal magnetic resonance imaging sequence significantly improved the accuracy of T staging of rectal cancer, and the accuracy wasn't improved significantly in N staging, CRM and EMVI.

【Key words】 Imaging, three-dimensional; Magnetic resonance imaging; Rectal neoplasms; Preoperative assessment

直肠癌是胃肠道最常见的恶性肿瘤之一，其发病率在世界范围内位居前列[1]。近年来，随着我国人民生活环境的不断改善，直肠癌在我国的发病率也呈逐年上升的趋势[2]。经历了 270 余年的发展，直肠癌的治疗方式已由单一的外科手术治疗发展成为多学科综合治疗，尤其是全直肠系膜切除术(total mesoretal excising, TME)手术方式的出现和术前联合放化疗的应用使得直肠癌患者术后的生活质量及长期生存率都得到了极大的提高[3]。

准确的直肠癌术前评估能够指导临床合理的选择直肠癌的治疗方案，包括肿瘤的定位、TNM 分期、环周切缘(circumferential resection margin, CRM)评估和肠壁外静脉受累(extramural vascular invasion, EMVI)评估等。MRI 由于其超高的软组织分辨率现已被广泛运用于直肠癌术前评估中，由于直肠特殊的解剖学特性，直肠周围脂肪环绕，在 T_2WI 上具有良好的天然对比，三方位高分辨率 T_2WI 在直肠癌的定位、TNM 分期、评价 CRM 情况等方面均可取得较高的准确率，目前已成为国内外专家的共识或扫描规范[4-7]。但常规的三方位 T_2WI 还是存在着一些缺陷，如在 T 分期上伴有突破肌层的纤维条索的肿瘤有时难以区分 T2/T3a[8]、N 分期的准确性不高及判断 EMVI 的敏感性低等[8-11]。过度分期会导致过度治疗，但过低分期导致的错误方案选择又会使患者面临治疗不全面、高复发的风险。

本研究拟使用 T_2WI 三维可变翻转角快速自旋回波序列 (3D-sampling perfection with applica-tion optimized contrast using different flip angle evolutions, 3D-SPACE)联合超清分段读出平面回波弥散加权成像(readout-segmented echo-planar diffusion weighted imaging, RS-EPI DWI)序列进行直肠 MR 扫描，以探讨这种高分辨多模态磁共振成像技术在直肠癌术前评估中的临床应用可行性。

材料与方法

1. 研究对象

连续搜集 2016 年 1 月－2017 年 2 月间临床疑似直肠癌并顺利完成 MRI 检查的 135 位患者资料，排除：①患者 MRI 图像伪影严重，不能满足诊断需求。②MRI 检查后 10d 内未在本院实施手术治疗者。③手术前进行了放化疗的患者。④术后病理结果不是直肠癌的患者。将符合条件的 42 位直肠癌患者纳入本组研究。42 例患者年龄为 25～80 岁，平均年龄为 54.61～12.99 岁，其中男 26 例，女 16 例。

2. 扫描参数

所有患者均使用 Siemens Magnetom Aera 1.5T 超导磁共振和 32 通道体部阵列线圈进行直肠 MR 检查。放置线圈使其覆盖整个盆腔，同时把线圈中心置于磁体中心。扫描序列包括：定位像、三方位高清 T_2WI(包括正矢状面 T_2WI，延直肠肿瘤段的冠状面 T_2WI，垂直于肿瘤最大径的 T_2WI)、横轴面 T_1WI、T_2WI 3D-SPC、RS-EPI DWI，RS-EPI DWI 同时完成 $b=50\ s/mm^2$ 和 $b=800\ s/mm^2$ 值的图像重建，患者有直肠增强扫描需求时行常规增强序列扫描(表 1)。

表 1 高清 T_2WI、T_2WI 3D-SPC、RS-EPI DWI 序列扫描参数

扫描参数	高清 T_2WI	3D-SPC	RS-EPI DWI
TR(ms)	4120	1700	4800
TE(ms)	68	96	67
扫描时间	2:38	4:42	5:04
层厚(mm)	3	1	5
带宽(Hz/Px)	200	610	888
视野(mm)	160×160	256×256	330×258
体素(mm)	0.3×0.3×3.0	1.0×1.0×1.0	1.3×1.3×5.0

3. 图像分析

完成扫描后，在 Siemens 后处理工作站上隐去患者资料并将图像分为两组重新编号保存，A 组为高清三方位 T_2WI 图像，B 组为 T_2WI 3D-SPC 和 RS-EPI DWI 图像。由两位腹部组工作经验 5 年以上的放射科诊断医师分别在各自工作站上对 A、B 两组的所有病例图像进行评价。评价内容包括：T 分期、N 分期、CRM、EMVI。TN 分期标准依从 AJCC 第七版指南[12]；以肿瘤最外缘或最远处的癌结节距直肠环周切缘＜1 mm(即 CRM 1 mm)为 CRM 阳性；以肿瘤周边

血管内出现了肿瘤信号，血管的轮廓及直径略有改变或血管轮廓明显不规则或血管呈结节性扩张为 EMVI 阳性[10]。

4. 统计学处理

使用 19.0 版 SPSS 软件进行统计学处理。采用 Kappa 一致性分析对两位诊断医师的一致性进行检验。A 组和 B 组术前评估两组数据以患者病理结果为金标准，计算 A、B 两组各项评估的准确率，并采用卡方检验分析两组数据与术后病理对比的结果有无显著性差异。

结　果

两位诊断医师对 A 组图像 T 分期、N 分期、CRM 评估、EMVI 评估结果的一致性分别为 0.893、0.884、0.842、0.769，$P<0.05$。B 组图像 T 分期、N 分期、CRM 评估、EMVI 评估结果一致性分别为 0.878、0.891、0.842、0.853，$P<0.05$。两位诊断医师在 A、B 两组图像的各项评估中 k 值均满足 $k>0$ 且 $P<0.05$，说明两位诊断医师的一致性良好。两者分期评估不相同的病例经讨论后取得一致。

两组图像与术后病理结果对照，A 组 T 分期、N 分期、CRM 评估和 EMVI 评估的准确率分别为 69.0%、59.5%、76.2%和71.4%。B 组 T 分期、N 分期、CRM 评估和 EMVI 评估的准确率分别为 88.1%、66.7%、78.6%和88.1%。A、B 两组间 4 项术前评估指标行卡方检验，两者在 T 分期上满足 $P<0.05$，存在显著差异，说明 A、B 两组序列在直肠癌 T 分期的准确率上具有明显的不同，且 3D-SPACE 联合 RESOLVE-DWI 组的准确率显著高于常规高清 T_2WI 组。A 组即高清 T_2WI 组在 T 分期中出错一般有 3 种原因，一种是对于较大范围的肿瘤，未找到肿瘤浸入深度最大的层面进行扫描，技术人员存在一定的人为选择失误，而 B 组使用了 3D-SPACE 技术进行 T_2WI 扫描，去除了人为因素的干扰（图 1）；另一种是 T 分期中一直存在的 T2/T3a 鉴别诊断难题，常规的 T_2WI 上有突破肌层的低信号纤维条索影，但无法判断其良恶性，B 组联合使用的超清 RS-EPI DWI 技术进行弥散加权成像扫描，对于细微的纤维条索影也能很好的显示，根据其弥散特性可以辅助判断其良恶性（图 2）；第三种是 T_2WI 图像上直肠癌与邻近组织器官紧密相连，难以判断其是否侵犯，B 组使用的高清 RS-EPI DWI 序列可以清晰的显示肿瘤边界，辅助诊断医师判断（图 3）。两者在 N 分期、CRM 评估、EMVI 评估上 P 值均>0.05，不存在显著性差异（表 2）。

表 2　两组联合 RS-EPI DWI 组术前评估比较

评价指标	χ^2	P 值
T 分期	4.525	0.033
N 分期	0.460	0.498
CRM	0.068	0.794
EMVI	3.641	0.057

讨　论

随着我国人民生活水平的提升和饮食结构的改

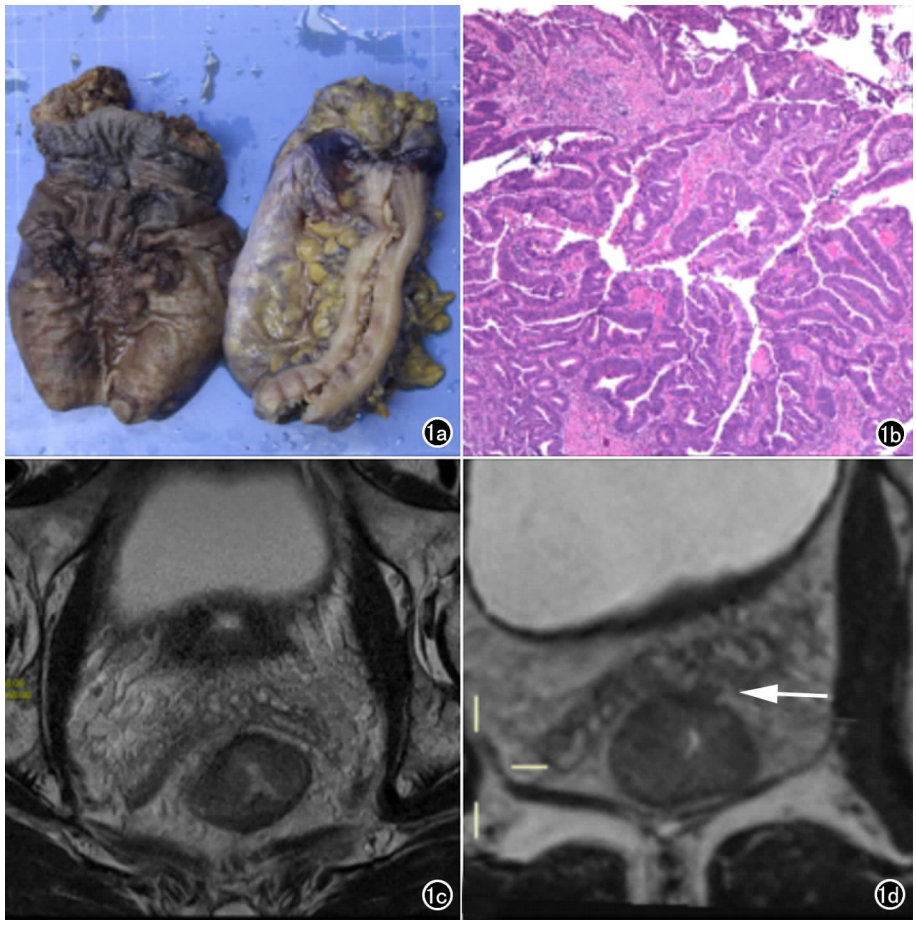

图 1　患者男，62 岁，术后病理结果证实为直肠中分化腺癌，分期为 T3N0Mx，CRM－，EMVI－。a）术后大体病理图；b）术后病理图；c）常规高清 T_2WI 图，难以发现有肿瘤突破肌层的表现；d）T_2WI 3D-SAPCE 图，使用 MPR 重建技术重建后，可以看到白色箭头所示肿瘤突破肌层表现，因此定义其 T 分期为 T3 期。

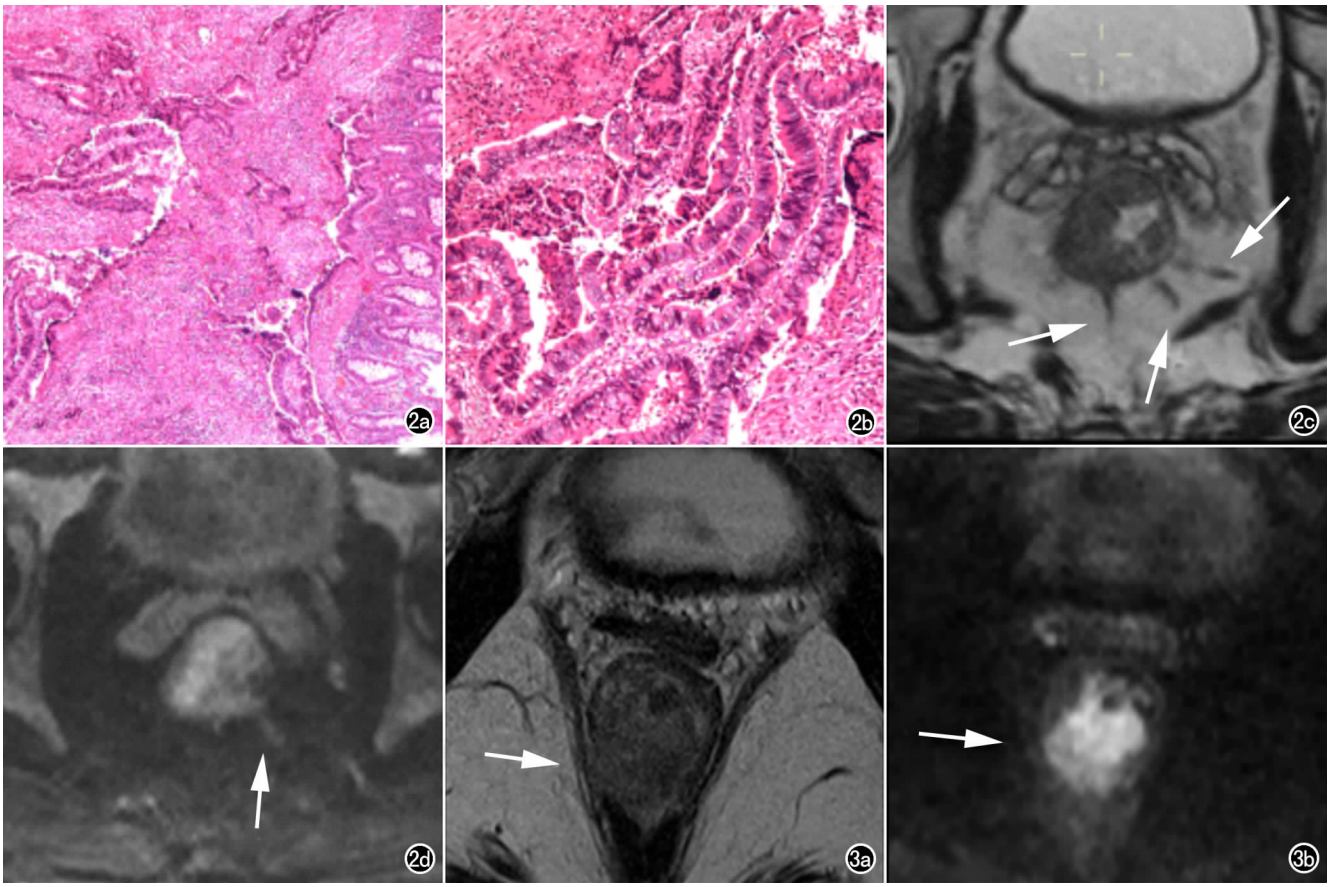

图 2 患者，男，49 岁，术后病理结果证实为直肠绒毛管状腺癌，分期为 T3NOMx，CRM－，EMVI－。a）术后病理图，HE×40；b）术后病理图，HE×100；c）常规高清 T_2WI 图示纤维条索影（箭），但难以区分其性质；d）超清 RS-EPI DWI 图示纤维条索影呈弥散受限高信号（箭），提示 T 分期为 T3。

图 3 患者，女，60 岁，术后病理结果证实为直肠低分化腺癌，分期为 T2N2Mx，CRM－，EMVI＋ 。a）常规高清 T_2WI 图，难以判断肿瘤是否侵及提肛肌（箭）；b）超清 RS-EPI DWI 图像，可清楚反映肿瘤范围（箭），提示肿瘤未突破固有肌层。

变，直肠癌在我国的发病率也越来越高。直肠癌的合理治疗也显得越来越重要，临床如何选择直肠癌的治疗方式取决于准确的术前评估。常规的三方位高清 T_2WI 序列虽然在直肠癌的术前评估中有很多优点，如其判断直肠系膜筋膜受累准确率可以达到 95%～96%[13,14]，对腹膜折返的可见率可以达到 80%～92%[13,14]。但在 T2/T3 的鉴别以及 N 分期上依旧存在着一定的困难。常规三方位 T_2WI 如何定位多取决于 MRI 技术员的选择，人为因素影响较大。同时，常规轴面定位一般取矢状面肿瘤的最大径，但可能得到的并非是肿瘤浸润深度最大的层面。

T_2WI 3D-SPACE 联合 RS-EPI DWI 序列组 T 分期的准确率显著高于常规 T_2WI 组（$P<0.05$），更接近于术后病理结果。一方面是因为采用 3D-SPACE 技术进行 T_2WI 扫描，其三方位各项同性的特性使其可以任意方位重建。诊断医师可以根据自己的要求实时各角度、各方位的观察扫描视野内的任意感兴趣区，排除人为因素的干扰。对于大范围的直肠肿瘤也可以准确的找到浸润深度最大的层面，从而更准确的判断肿瘤的局部分期[16]。另一方面是因为本研究使用的超清 RS-EPI DWI 序列其分辨率高，在 b 值＝800 s/mm^{2}时依旧可较清晰的显示突破肌层的纤维条索影，可直观的反映其弥散特性，辅助诊断医师分期。对于与邻近组织器官紧密相连的直肠肿瘤，T_2WI 上有时不易鉴别肿瘤是否突破肌层浸入腹膜浆膜层，RS-EPI DWI 图上可清晰显示肿瘤边界，判断肿瘤有无侵犯。

T_2WI 3D-SPACE 联合 RS-EPI DWI 序列组在 N 分期、CRM、EMVI 评估的准确率上虽然比高清 T_2WI 组稍高，但两者无差异显著性（$P>0.05$）。可能是因为 RS-EPI DWI 在鉴别良恶性区域淋巴结方面仅能提升其特异性，准确性上提升不明显，在评估 CRM、EMVI 上也没能提供更多的信息，也可能是因为样本量较少的原因导致检验效力不够。

本研究还存在一些不足，病例数较少，没能进行大样本的采样分析。仅仅只进行了主观评价方面的术前分期评估，没有加入其他学者进行的有数据的客观评价研究及对肿瘤的类别进行的鉴别等[17,18]。今后，将继续搜集更多的病例，跟进病例的病情发展、预后复发、远处转移等，联合客观测量的 ADC 数据，使用高分辨多模态磁共振成像技术在直肠癌术前评估、评估术后复发高危因素及远处转移高危因素等方面做更深入，更细化的研究。

总之，T_2WI 3D-SPACE 联合 RS-EPI DWI 序列组对比常规高清 T_2WI 序列，明显提升了直肠癌 T 分期的准确率，在 N 分期、CRM、EMVI 的评估方面准确率稍有提升。可常规用于直肠癌 MRI 术前评估 MRI 扫描。

参考文献：

[1] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer Statistics, 2017[J]. CA Cancer J Clin, 2017, 67(1): 7-30.

[2] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2): 115-132.

[3] 肖毅. 直肠癌外科手术治疗的发展历程[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2012, 19(10): 1130-1135.

[4] Al-Sukhni E, Milot L, Fruitman M, et al. User's guide for the synoptic MRI report for rectal cancer[Z]. http://ocp.cancercare.on.ca/common/pages/UserFile.aspx? fileId=353641. Accessed February 17, 2016.

[5] Hoeffel C, Mule S, Laurent V, et al. Primary rectal cancer local staging[J]. Diagn Interv Imaging, 2014, 95(5): 485-494.

[6] Arya S, Das D, Engineer R, et al. Imaging in rectal cancer with emphasis on local staging with MRI[J]. The Indian J Radiology & Imaging, 2015, 25(2): 148.

[7] 杨正汉，冯逢，王霄英. 磁共振成像技术指南——检查规范、临床策略及新技术(修订版)[M]. 北京：人民军医出版社，2010：312.

[8] Karatag O, Karatag GY, Ozkurt H, et al. The ability of phased-array MRI in preoperative staging of primary rectal cancer: correlation with histopathological results[J]. Diagn Interv Radiol, 2012, 18(1): 20-26.

[9] 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[J]. Korean J Radiol, 2014, 15(1): 37-44.

[10] Smith NJ, Barbachano Y, Norman AR, et al. Prognostic significance of magnetic resonance imaging-detected extramural vascular invasion in rectal cancer[J]. Br J Surg, 2008, 95(2): 229-236.

[11] Sohn B, Lim JS, Kim H, et al. MRI-detected extramural vascular invasion is an independent prognostic factor for synchronous metastasis in patients with rectal cancer[J]. Eur Radiol, 2015, 25(5): 1347-1355.

[12] Edge SB. AJCC cancer staging manual[M]. NY: Springer, 2010: 143-164.

[13] Akasu T, Iinuma G, Takawa M, et al. Accuracy of high-resolution magnetic resonance imaging in preoperative staging of rectal cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2009, 16(10): 2787-2794.

[14] Bissett IP, Fernando CC, Hough DM, et al. Identification of the fascia propria by magnetic resonance imaging and its relevance to preoperative assessment of rectal cancer[J]. Dis Colon Rectum, 2001, 44(2): 259-265.

[15] Gollub MJ, Maas M, Weiser M, et al. Recognition of the anterior peritoneal reflection at rectal MRI[J]. AJR, 2013, 200(1): 97-101.

[16] 向之明，史瑞雪，钟桂棉，等. 磁共振 T_2 加权 3D-SPACE 技术对直肠癌术前分期的评估价值[J]. 实用临床医药杂志，2014，(11)：73-76.

[17] 马晓璐，沈浮，王振，等. 高分辨力 DWI-RESOLVE 序列在直肠癌术前 T 分期中的价值[J]. 放射学实践，2017，31(9)：947-950.

[18] 李燕，余静，李海，等. DWI 对直肠黏液腺癌与非黏液腺癌的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践，2017，31(1)：48-51.

(收稿日期：2017-10-25　修回日期：2017-12-01)