

## 论 著

高分辨率MRI与DWI在  
直肠癌术前分期与分级  
的应用研究\*

林 燕 林晨阳 王晓瑜

付丽媛\*

联勤保障部队第九〇〇医院放射诊断科  
(福建 福州 350025)

【摘要】目的 采用HR-MRI及DWI技术,以探讨其对直肠癌术前T分期及分化程度的评估价值。方法 选取2018年1月至2021年6月经手术病理证实的直肠癌患者147例,均于术前接受HR-MRI、DWI检查,评估术前T分期及分级情况,以术后病理诊断结果为金标准,分析其术前分期的敏感度、特异度、PPV、NPV及符合率,与病理结果进行一致性分析,比较不同分期、不同分级之间ADC值的差异。结果 以病理为“金标准”,HR-MRI联合DWI评估直肠癌患者术前分期的敏感度、特异度、PPV、NPV及符合率均高于HR-MRI;HR-MRI评估结果与术后病理结果Kappa=0.744, P<0.05一致性较好,HR-MRI+DWI评估结果与术后病理结果Kappa=0.832, P<0.05,一致性好。ADC值在不同病理T分期的患者中差异无统计学意义。分化程度不同,其ADC值不同,高分化组的ADC值分别与低分化组、中-低分化组、中分化组ADC值差异有统计学意义。结论 高分辨率MRI及DWI对直肠癌患者术前分期及分化程度评估有一定的价值和意义。

【关键词】直肠癌;高分辨率磁共振成像;扩散加权成像;分期;分级

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】福建省科技计划项目(2021I0037);  
医院科研计划(2019Q02)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.052

The Study of High Resolution MRI  
Combined with DWI in Staging and  
Grading of Rectal Cancer\*

LIN Yan, LIN Chen-yang, WANG Xiao-yu, FU Li-yuan.

Department of Radiology, 900th Hospital of joint logistics support force, Fuzhou 350025, Fujian Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the application of high resolution MRI(HR-MRI)and DWI in staging and grading of rectal cancer patients. **Methods** 147 cases with rectal cancer from January 2018 to June 2021 were included. All the patients had complete clinical data and underwent HR-MRI and DWI before operation, and all cases were confirmed by pathology. The preoperative T-stage and grading were evaluated. the diagnostic sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy were evaluated, the consistency of preoperative T-stage in patients with rectal cancer were evaluated of HR-MRI, HR-MRI combined with DWI, and to compare the difference of ADC value in different stages and grades. **Results** The diagnostic sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy of HR-MRI+DWI were higher than HR-MRI, the T staging evaluated by HR-MRI was in good agreement with the postoperative pathological results, kappa=0.744, P<0.001. The T staging evaluated by HR-MRI+DWI was in good agreement with the postoperative pathological results, kappa=0.832, P<0.001. The ADC values of different pathological T stages of rectal cancer were compared. There was no significant difference in ADC values between different stages of average ADC value and minimum ADC value. The ADC values of rectal cancer with different pathological differentiation degrees were compared. The average ADC value and minimum ADC value in the highly differentiated group were significantly different from those in the poorly differentiated group, medium low differentiated group and medium differentiated group. There was significant difference in the minimum ADC value between the medium high differentiation group and the low differentiation group. **Conclusion** HR-MRI and DWI have a high diagnosis value in T staging and grading in patients with rectal cancer. They are the main methods for the diagnosis and T staging of rectal cancer.

**Keywords:** Rectal Cancer; HR-MRI; DWI; Staging; Grading

直肠癌是发病率较高的消化系统恶性肿瘤之一,进行外科手术切除是其主要的治疗方式<sup>[1-2]</sup>,而术前对直肠癌患者进行准确的评估与分期,对于治疗方案的制定及治疗方式的选择有重要的意义<sup>[3-4]</sup>。MRI软组织分辨率好,尤其是高分辨率磁共振(High-resolution-MRI, HR-MRI)能够清晰显示直肠精细解剖结构,为评估直肠癌患者术前分期提供参考信息<sup>[5]</sup>。DWI能够反映人体细胞中水分子的随机运动,其表现扩散系数(Apparent Diffusion Coefficient, ADC)值对直肠癌分级有一定参考价值,同时其通过判断肿瘤是否浸润直肠系膜筋膜,也有助于提高术前T分期的准确性<sup>[6]</sup>。基于此,本研究探讨了HR-MRI和DWI评估直肠癌患者术前分期及分级中的应用价值,以期开展此方面的研究提供一定的参考和建议。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2018年1月至2021年6月在本院确诊且经手术病理证实的直肠癌患者147例,其中男95例,女52例,年龄31~86岁,平均(61.00±11.38)岁。所有患者临床资料齐全且均于术前接受HR-MRI、DWI检查,并在检查前签署知情同意书。

纳入标准:无其他原发肿瘤病史;术前1~2周均接受HR-MRI、DWI检查,且检查前未接受相关肿瘤治疗;均能耐受且配合MRI检查。排除标准:直肠癌复发再次行外科手术术治疗者;有MRI检查禁忌证者(如佩戴心脏起搏器);无法耐受MRI检查者。

**1.2 检查设备和方法** 采用西门子3.0T MR, 18通道体部相控阵线圈。检查前2天,患者需食用少渣食物,前1天以半流质饮食为主,检查前6小时需禁食。(1)HR-MRI检查:矢状位T2WI序列:TR 5000ms, TE 120 ms,层厚3 mm,层间距0.3mm,矩阵320×256, FOV 200 mm×150 mm,激励采集次数4次;轴位T2WI序列:TR 5200 ms, TE 120ms,层厚3mm,层间距0.3mm,矩阵320×320, FOV 180 mm×180 mm,激励采集次数4次;冠状位T2WI:TR 4500ms, TE 120ms,层厚3 mm,层间距0.3mm,矩阵320×256, FOV 200 mm×170 mm,激励采集次数4次。(2)DWI:TR 6900 ms, TE 80ms,层厚3 mm,矩阵160×160, FOV 140mm×140 mm, b值为0、800s/mm<sup>2</sup>。

**1.3 图像分析** 所有图像均由2位高年资影像诊断医师阅片,在不知患者病理分期的情况下共同对147例直肠癌患者进行影像学T分期。

T分期标准<sup>[7]</sup>: T<sub>1</sub>期:肿瘤局限于黏膜与黏膜下层,但未浸润固有肌层; T<sub>2</sub>期:肿瘤侵犯固有肌层但未突出到周围的脂肪间隙; T<sub>3</sub>期:肿瘤突破固有肌层外缘并到达肠周脂

【第一作者】林 燕,女,主管技师,主要研究方向:医学影像学方面。E-mail: 597512866@qq.com

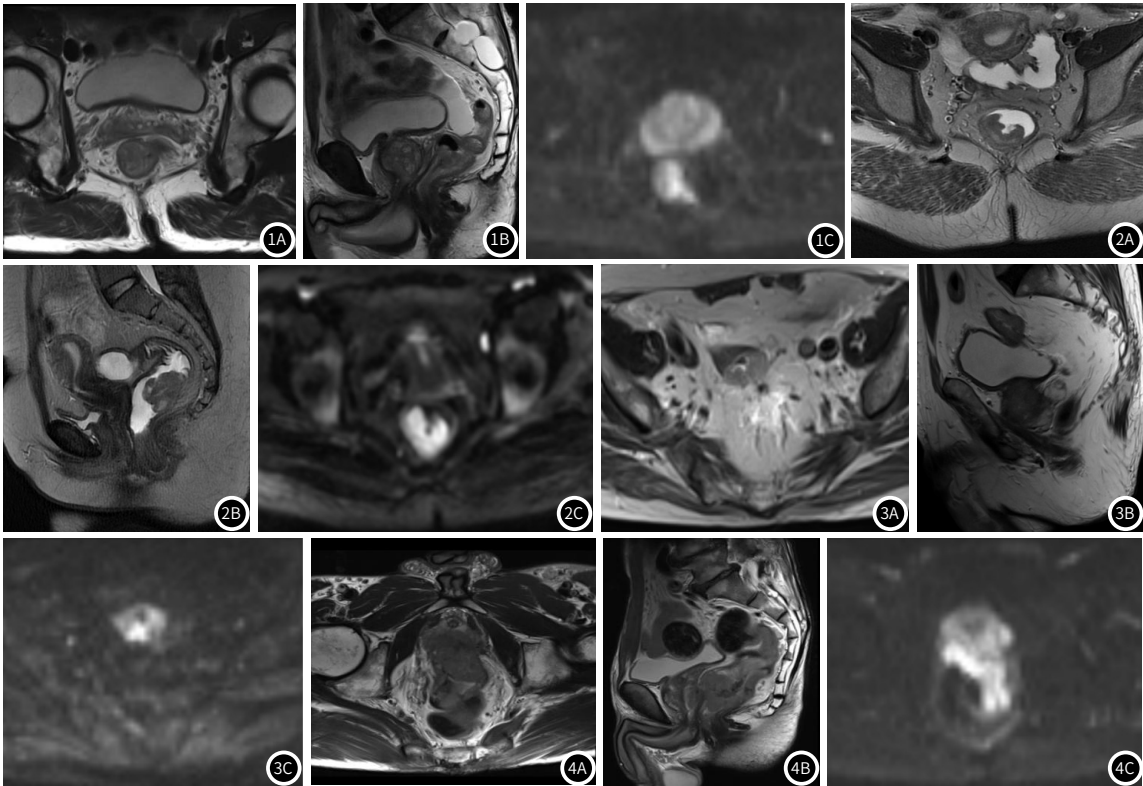
【通讯作者】付丽媛,女,副主任技师,主要研究方向:从事医学影像学、质量控制与质量管理方面的研究。E-mail: 313870625@qq.com

肪间隙；T<sub>4</sub>期：肿瘤侵犯邻近器官或结构或浸润至脏腹膜。  
DWI图像分析：测量病灶的ADC值并记录。  
**1.4 病理分析** 检查学检查后1~2周接受外科手术治疗，术后取组织标本进行病理学检查并得到肿瘤分化程度及T分期结果。  
**1.5 统计学分析** 采用Excel及SPSS 21.0统计学软件进行数据整理和统计分析，计算HR-MRI、HR-MRI+DWI对直肠癌T分期的诊断敏感度、特异度、PPV、NPV及符合率，采用Kappa检验计算出HR-MRI、HR-MRI+DWI这两种方案对直肠癌分期结果与病理结果的一致性。采用方差分析方法对不同病理分期、不同病理分化程度的直肠癌病灶的平均ADC值与最小ADC值进行比较， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

**2.1 术后病理结果** 147例患者病理结果：低分化腺癌5例、中-低分化腺癌31例、中分化腺癌95例、中-高分化腺癌9例、高分化腺癌7例；T分期结果为：T<sub>1</sub>期8例，T<sub>2</sub>期32例，T<sub>3</sub>期93例，T<sub>4</sub>期14例。  
**2.2 HR-MRI、HR-MRI联合RESOLVE-DWI术前T分期与病理**

**对照** 147例直肠癌中，HR-MRI分期为：T<sub>1</sub>期5例，T<sub>2</sub>期38例，T<sub>3</sub>期94例，T<sub>4</sub>期10例，HR-MRI分期与病理结果对照见表1。HR-MRI+DWI分期为：T<sub>1</sub>期6例(见图1)，T<sub>2</sub>期34例(见图2)，T<sub>3</sub>期96例(见图3)，T<sub>4</sub>期11例(见图4)，HR-MRI+DWI分期与病理结果对照见表2。结果显示HR-MRI+DWI分期的敏感度、特异度、PPV、NPV和符合率要高于HR-MRI。经Kappa一致性检验，HR-MRI评估直肠癌患者术前T分期与术后病理结果的Kappa=0.744， $P<0.001$ 一致性较好，HR-MRI+DWI评估直肠癌患者术前T分期结果与术后病理结果Kappa=0.832， $P<0.001$ ，一致性好。  
**2.3 不同病理T分期与分化程度ADC值比较** T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>分期的平均ADC值、最小ADC值见表3，不同病理T分期的ADC值差异无统计学意义。  
对不同病理分化程度直肠癌的ADC值进行比较，低分化组、中-低分化组、中分化组、中-高分化组、高分化组平均ADC值、最小ADC值见表4。高分化组的平均ADC值、最小ADC值均与低分化组、中-低分化组、中分化组差异有统计学意义。中-高分化组的最小ADC值与低分化组最小ADC值差异有统计学意义。



**图1** 男，73岁，T<sub>1</sub>期直肠腺癌，图1A：T<sub>2</sub>WI横轴位示直肠壁内肿块，癌组织累及黏膜下层，紧邻固有肌层，图1B：矢状位T<sub>2</sub>WI示肿块位于中位直肠肠壁，图1C：DWI示肿块呈高信号。**图2** 女，32岁，T<sub>2</sub>期直肠腺癌，图2A：横轴位T<sub>2</sub>WI示直肠局部管壁不均匀性增厚，癌组织累及固有肌层，图2B：矢状位T<sub>2</sub>WI示为中位直肠癌，图2C：DWI示肿块呈高信号。**图3** 男，77岁，T<sub>3</sub>期直肠腺癌，图3A：横轴位T<sub>2</sub>WI示直肠局部管壁明显增厚，癌组织突破固有肌层，侵及直肠周围脂肪组织，图3B：矢状位T<sub>2</sub>WI示高位直肠癌，图3C：DWI示肿块呈高信号。**图4** 男，63岁，T<sub>4</sub>期直肠腺癌，图4A：横轴位T<sub>2</sub>WI示直肠内不规则软组织肿块，癌组织侵及直肠周围脂肪组织、直肠系膜筋膜及前列腺，图4B：矢状位T<sub>2</sub>WI示低位直肠癌，图4C：DWI示肿块呈高信号。

表1 HR-MRI对直肠癌T分期的诊断结果

HR-MRI	术后病理分期				敏感度	特异度	PPV	NPV	符合率
	pT1	pT2	pT3	pT4					
T <sub>1</sub>	5	0	0	0	62.50%	100%	100%	97.89%	97.96%
T <sub>2</sub>	3	28	7	0	87.50%	91.30%	73.68%	96.33%	90.48%
T <sub>3</sub>	0	4	85	5	91.40%	83.33%	90.43%	84.91%	88.44%
T <sub>4</sub>	0	0	1	9	64.29%	99.25%	90.00%	96.35%	95.92%



表2 HR-MRI+DWI对直肠癌T分期的诊断结果

HR-MRI+DWI	术后病理分期				敏感度	特异度	PPV	NPV	符合率
	pT1	pT2	pT3	pT4					
T <sub>1</sub>	6	0	0	0	75.00%	100%	100%	98.58%	98.64%
T <sub>2</sub>	2	29	3	0	90.63%	95.65%	85.29%	97.35%	94.56%
T <sub>3</sub>	0	3	89	4	95.70%	87.04%	92.71%	92.16%	92.52%
T <sub>4</sub>	0	0	1	10	71.43%	99.25%	90.91%	97.06%	96.60%

表3 不同病理T分期直肠癌的ADC值比较(×10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s)

	T <sub>1</sub> 期	T <sub>2</sub> 期	T <sub>3</sub> 期	T <sub>4</sub> 期	F值	P值
平均ADC值	1.165±0.264	1.007±0.267	1.022±0.249	1.030±0.372	0.783	0.505
最小ADC值	0.980±0.237	0.827±0.288	0.879±0.263	0.862±0.358	0.706	0.550

表4 不同病理分化程度直肠癌的ADC值比较(×10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s)

	低分化组	中-低分化组	中分化组	中-高分化组	高分化组
平均ADC值	0.961±0.158*	1.012±0.249*	1.023±0.240*	1.152±0.384	1.280±0.554
最小ADC值	0.731±0.219*#	0.837±0.214*	0.863±0.258*	1.031±0.406	1.114±0.545

\*表示和高分化组差异有统计学意义,平均ADC值比较,P值分别为0.032,0.029,0.045;最小ADC值比较,P值分别为0.012,0.034,0.044,#表示和中-高分化组有差异,P值为0.029。

3 讨论

直肠癌是较为常见的恶性肿瘤,在我国其发病率呈逐年上升的趋势。不同分期的直肠癌采取的治疗方案是不同的,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>期以手术治疗为主,T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>期患者直接进行手术治疗则难以取得理想临床效果。为了给临床选择合适的治疗策略提供参考,这就需要对直肠癌进行较为精准的术前分期<sup>[8]</sup>。MRI无辐射、软组织对比好,不但可以显示直肠的解剖结构,同时还可以进行功能成像,在直肠癌检查中被广泛运用<sup>[9-13]</sup>。但是由于常规MRI检查其空间分辨率及图像质量不高,无法清晰的显示直肠肠壁各层的解剖结构,导致无法准确的对直肠癌进行分期,因而有必要采取高分辨MR进行成像,从而进一步清楚显示直肠及其周围结构<sup>[14]</sup>。

HR-MRI是在常规MRI的基础上优化而来,采用薄层、小视野、大矩阵及多次激励扫描方案,提高了病变及其周围组织结构对比度,多方位更加清晰地显示肿瘤与直肠肠壁各层的关系,为T分期及病灶与直肠系膜关系的评估提供参考,从而选择更为有效的治疗方案<sup>[15-18]</sup>。本研究结果显示,以术后病理T分期结果为“金标准”,HR-MR评估直肠癌患者术前T分期的一致性的Kappa值为0.744,一致性较好。

DWI是一种能反映组织水分子运动的技术,可弥补HR-MRI仅从形态学角度评估直肠癌患者临床分期的不足<sup>[19]</sup>。有研究表明,DWI评估恶性肿瘤的术前分期准确率较高<sup>[20-21]</sup>。因而,HR-MRI联合DWI评估直肠癌患者术前分期的价值可能更高。本研究结果显示,以术后病理T分期结果为“金标准”,HR-MRI联合DWI评估直肠癌患者术前T分期的一致性的Kappa值为0.832,高于单独使用HR-MRI,分析其原因可能是,肿瘤组织的密度增高、细胞核增大等,可使细胞外间隙及细胞内的空间间隙不断缩小,肿瘤内的水分子自由扩散运动受限,在DWI图像上可呈高信号,且随着肿瘤浸润程度不断增加,信号特征表现越明显,因而结合HR-MRI图像特征可进一步提高临床评估直肠癌患者术前T分期的准确性<sup>[22]</sup>。

有研究表明不同分化程度的恶性肿瘤其ADC值是不同的,基于此,本研究还对不同病理分期与分化程度的直肠癌的ADC值进行了比较。本研究结果表明,不同病理T分期患者的ADC值差异无统计学意义。对不同病理分化程度直肠癌的ADC值进行比较,结果显示高分化组的平均ADC值、最小ADC值均与其他分化组差异有统计学意义,中-高分化组的最小ADC值与低分化组最小ADC值差异有统计学意义,且随着肿瘤分化程度的升高,其平均ADC值和最小ADC值也呈现出逐渐升高的趋势。

综上所述,本研究采用HR-MRI和DWI对直肠癌患者术前T分期及肿瘤分级评估价值进行了探讨,研究结果表明,HR-MRI和

DWI可为直肠癌临床术前分期及分级提供影像学方面的参考与建议,是直肠癌分期/分级的主要方法。

参考文献

[1]陈孝平,汪建平,赵继宗.外科学[M].北京:人民卫生出版社,2018:387-389.  
[2]中华人民共和国国家卫生健康委员会.中国结直肠癌诊疗规范(2020年版).中华外科杂志,2020,58(8):561-585.  
[3]万丽娟,张红梅.基于MRI的直肠癌术前评估及应用进展[J].中国医学影像技术,2017,33(10):1570-1574.  
[4]刘森,贾灼,张笑,等.直肠MRI解剖及其在直肠癌中的临床实践[J].中国普外基础与临床杂志,2021,28(3):385-389.  
[5]冯庆智,龙世亮,赵越,等.直肠高分辨MRI在直肠癌术前分期作用及优势[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(7):131-133.  
[6]骆玉辉,滕录霞,张远鸿,等.MRI-DWI技术对直肠癌及术前分期的诊断价值分析[J].医学影像学杂志,2018,28(1):121-123.  
[7]Amin M B,Edge S B,Green F L,et al.Organization of the AJCC cancer staging manual[M].AJCC Cancer Staging Manual.2017.  
[8]NCCN guidelines Version 1.2021 Rectal Cancer.  
[9]郑立志,邱晓晖MRI常规成像序列结合DWI成像序列诊断直肠癌术前TN分期及其与病理的相关性研究[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(1):134-136.  
[10]张晓燕,李晓婷,史燕杰,等高分辨率MR T2WI联合DWI评价直肠癌新辅助治疗后病理学完全缓解[J].中国介入影像与治疗学,2017,14(3):164-168.  
[11]孙晓楠,岳庆红,梁钦花.3.0T MRI平扫联合DWI在直肠癌诊断分期中的应用价值[J].医学影像学杂志,2020,30(9):1661-1664.  
[12]李维,母其文,张福洲,等.MRI对低位直肠癌TaTME术前分期及可切除性评估[J].医学影像学杂志,2021,31(3):472-476.  
[13]胡飞翔,岳亚丽,彭卫军,等.DWI联合T2WI在鉴别T2和T3期直肠癌术前分期中的应用价值[J].放射学实践,2021,36(4):507-513.  
[14]朱建伟,高友富,程好堂,等.磁共振成像检查在直肠癌临床分期、环周切缘及壁外血管侵犯判断中的准确性[J].中国医学装备,2021,18(5):78-82.  
[15]唐娜,尚乃舰,张红霞.3.0T高分辨率MRI在直肠癌术前T分期中的价值[J].中国临床医学影像杂志,2016,27(8):562-564.  
[16]冯超,卢方明,李晓敏,等.高分辨MRI成像技术对直肠癌术前T、N分期的病理对照研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(8):151-153.  
[17]冯庆智,龙世亮,赵越,等.直肠高分辨MRI在直肠癌术前分期作用及优势[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(7):131-133.  
[18]张超峰.3.0T高分辨磁共振成像对直肠癌患者术前T、N分期的诊断价值[J].中国肛肠病杂志,2021,41(2):23-24.  
[19]谷梅兰,肖新广,吕培培.高分辨率MRI扩散加权成像对直肠癌术前T、N分期及环周切缘判断的价值[J].医学影像学杂志,2021,31(1):72-77.  
[20]杨宏宇,高旭,沈秀芝,等.常规MRI检查及扩散加权成像在直肠癌术前评估中的应用价值[J].磁共振成像,2021,12(9):65-68.  
[21]陆森,罗勇,曾文兵,等.高分辨率MRI联合小视野扩散加权成像对直肠癌TN分期的应用价值[J].实用放射学杂志,2021,37(7):1108-1112.  
[22]王刁,罗拥志.MRI常规序列及扩散加权成像在直肠癌术前诊断的价值[J].磁共振成像,2021,12(10):70-73.

(收稿日期:2022-01-25)

(校对编辑:姚丽娜)